



## XI-355 - METODOLOGIA DE FISCALIZAÇÃO DE PRESSÕES DE FORNECIMENTO DE ÁGUA DA AGESAN-RS

### Vagner Gerhardt Mâncio<sup>(1)</sup>

Engenheira de Controle e Automação pela Universidade Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Diretor de Normatização da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento do Rio Grande do Sul (AGESAN-RS). Doutorando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

### Demétrius Jung Gonzalez<sup>(2)</sup>

Arquiteto e Urbanista pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Especialista em Direito Urbano e Ambiental pela Fundação Escola Superior do Ministério Público (FMP). Mestre em Arquitetura Profissional pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Doutor em Planejamento Urbano e Regional pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Diretor Geral da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento do Rio Grande do Sul (AGESAN-RS).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Félix da Cunha, 1009, sala 802 - Floresta – Porto Alegre - RS - CEP: 90570-001 - Brasil - Tel: (51) 99966-1310 - e-mail: [diretorianormatizacao@agesan-rs.com.br](mailto:diretorianormatizacao@agesan-rs.com.br)

**Endereço<sup>(2)</sup>:** Rua Félix da Cunha, 1009, sala 802 - Floresta – Porto Alegre - RS - CEP: 90570-001 - Brasil - Tel: (51) 99966-1310 - e-mail: [diretoriageral@agesan-rs.com.br](mailto:diretoriageral@agesan-rs.com.br)

## RESUMO

As fiscalizações de pressões nas redes de distribuição de água têm um papel muito importante para a AGESAN-RS e seus municípios regulados. A pressão pode ser inadequada por estar muito baixa ou por estar muito elevada. Quando muito baixa existem problemas perceptíveis aos usuários como vazão da água no chuveiro, ligar máquina de lavar roupas e encher suas caixas d'água. Já pressão muito elevada pode gerar maiores perdas de água em vazamentos, aumentar a frequência de rompimento de redes ao prestador de serviço. Assim, a AGESAN-RS desenvolveu uma metodologia própria com base nos fundamentos estatísticos, para acompanhar a evolução do comportamento das pressões na rede de distribuição de água nos município. Logo, adotou-se padrões estatísticos para definição da população, técnicas de amostragem, definição da quantidade de amostras e execução da amostragem. Definiu-se a ligação de água do usuário com o prestador de serviço como elemento da população a ser observada, possibilitando a avaliação mais justa. A norma da ABNT NBR 12218 sobre o projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público foi utilizada como padrão de referência. A Resolução AGO nº 002/2020 e Resolução AGO nº 003/2020 foram utilizadas para gerar penalidades aos prestadores de serviços. Portanto, a metodologia possibilitou até o momento 4 ciclos de fiscalização, equivalente à 73 fiscalizações realizadas em 21 municípios. Alcançando 1.225 pontos vistoriados, gerando 112 não conformidades ao prestador de serviço, sendo 9,14% de irregularidades do total de pontos amostrados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fiscalização, Regulação, Normas Técnicas, Estatística.

## INTRODUÇÃO

A fiscalização direta tem como principal objetivo verificar a situação de determinada variável ou especificação, no momento de sua inspeção *in loco*. Comparando a situação momentânea com a situação pré-determinada ou especificada. Geralmente, as especificações estão sustentadas por leis, decretos, normas técnicas, etc.

Neste contexto, as redes de distribuição de água dos municípios deveriam apresentar pressões de abastecimento dentro de uma faixa 10 mca a 40 mca, conforme ABNT NBR 12218 (ABNT, 2017), mas em



função de diversos fatores, como condições de seus equipamentos e acessórios, relevo geográfico, extensão e esquematização das redes, vazamentos de água, entre outras, podem ocorrer variações de pressão, que ultrapassem os limites da amplitude de trabalho projetada.

Com o propósito de avaliar essas situações, a fiscalização direta desenvolveu uma metodologia estatística para verificar as pressões na rede de distribuição de água, analisando a efetividade do serviço de fornecimento. Contudo, por existirem limitações de tempo e mão-de-obra disponível, é necessário um planejamento prévio eficiente. As técnicas de amostragem podem auxiliar a fiscalização para extrair melhores resultados na sua vistoria *in loco* (HAIR ET AL., 2005; MALHOTRA, 2006; MONTEGOMERY & RUNGER, 2008). Nesse contexto, existem oportunidades de explorar essas técnicas para utilização na fiscalização direta, conforme os estudos que iremos abordar.

## OBJETIVOS

A agência reguladora incumbida de realizar seus processos com um elevado nível de tecnicidade e eficiência dará, neste estudo, o foco na determinação da técnica de amostragem, do tamanho de amostra necessária para definição da média das pressões nas redes de distribuição de água e a apresentação dos resultados alcançados. O resultado do estudo visa gerar um método para definir esse parâmetro sendo eficaz nas aplicações práticas de fiscalização direta.

A fiscalização configura-se como uma das principais atividades de uma agência reguladora (AGESAN-RS, 2020a). Além disso, é uma das funções do ente regulador mais lembrada e exigida pela sociedade. Para a operacionalização da fiscalização da prestação dos serviços pela agência reguladora no setor de saneamento, o instrumento utilizado é a ação de fiscalização, que consiste no conjunto de etapas e procedimentos mediante os quais uma agência reguladora verifica o cumprimento das leis, normas e regulamentos aplicáveis à prestação dos serviços, notifica os eventuais descumprimentos e, se for o caso, aplica as sanções pertinentes, conforme previsto nos instrumentos delegatários da concessão.

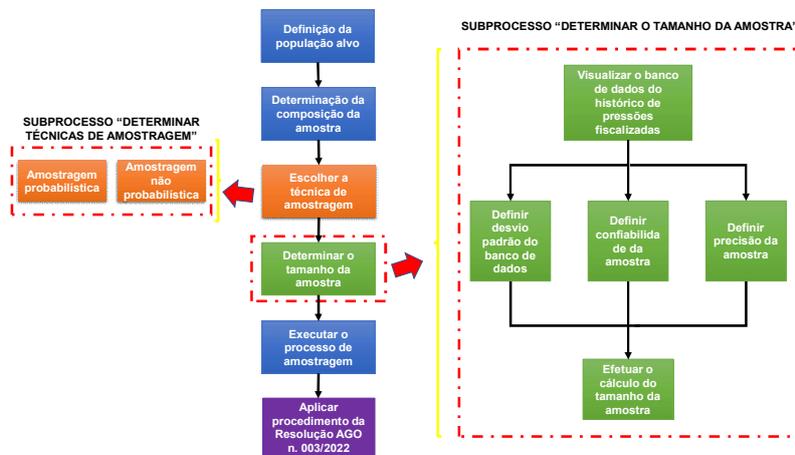
A ação de fiscalização se configura como principal instrumento das agências reguladoras como avaliação da qualidade e desempenho dos serviços prestados nos Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), e têm como principal objetivo: zelar pela adequada prestação dos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, nos termos das normas legais, regulamentares e contratuais; verificar a adequação dos serviços aos requisitos e metas especificados nas normas técnicas, legislação vigente, contratos de prestação dos serviços e Planos de Saneamento Básico; verificar a operação e as condições de manutenção dos sistemas; e verificar a qualidade e eficiência no atendimento aos usuários dos serviços. Nos próximos capítulos serão abordados os entendimentos sobre fiscalizações.

Dentro do exposto, a metodologia desenvolvida tem o objetivo principal de avaliar as condições da pressão de fornecimento de água, baseando-se na norma da ABNT NBR 12218 (2017), obtendo os resultados insatisfatórios da pressão de fornecimento e as estatísticas descritivas por município. Assim, avaliar-se-á a pressão dinâmica, que é a pressão em determinado ponto da tubulação sob condição de consumo referenciada ao nível do terreno, e a pressão estática, que é a pressão em determinado ponto da tubulação sob condição de consumo nulo referenciada ao nível do terreno.

Os objetivos secundários da metodologia da fiscalização são: avaliar a pressão média da rede de distribuição de água para obter uma estimativa de perdas inevitáveis do sistema, abrir não conformidades ao processo interno da agência para buscar tratativas junto ao prestador de serviço e buscar uma melhor qualidade da prestação do serviço aos usuários.

## METODOLOGIA UTILIZADA

As obras de Malhotra (2006) e Hair et al. (2005) definem que o processo de amostragem está dividido em 5 etapas sendo elas: definição da população alvo, determinação da composição da amostra, escolher a técnica de amostragem, determinar o tamanho da amostra e executar o processo de amostragem. A Figura 1 apresenta a metodologia desenvolvida para a fiscalização de pressões na rede de distribuição de água, que está baseado nos procedimentos de elaboração da amostragem das obras de Hair et al. (2005) e de Malhotra (2006).



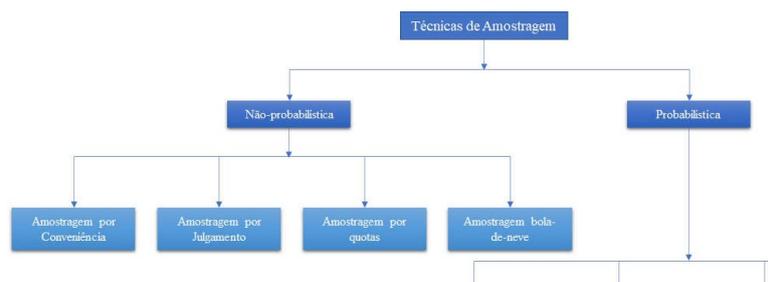
**Figura 1 - Ilustração da metodologia de fiscalização de pressões**

A população na estatística é considerada como os eventos ou características que compõem um sistema ou grupo analisado, entretanto, a população pode ter um tamanho muito grande, tornando difícil obter o censo. Portanto, pratica-se as amostragens estatísticas, que extraem uma parte da população, sendo capaz de proporcionar as características representativas (SPIEGEL, 2009).

Assim, iniciamos pela definição da população alvo deste estudo, que são as pressões do serviço de fornecimento de água aos usuários pelos prestadores de serviço nos municípios regulados. A determinação da composição da amostra define os elementos da população alvo, que são os usuários do fornecimento de água, sendo as residências ou pontos comerciais a representação física destes. Conseqüentemente, os quadros dos hidrômetros instalados são a melhor composição da população alvo. Logo, a ligação entre o usuário e o prestador de serviço é o elemento deste estudo.

A escolha da técnica de amostragem tem o propósito de definir a técnica de amostragem estatística a ser utilizada na fiscalizando, podendo ser uma amostragem probabilística ou não probabilística. A amostragem probabilística segue o caráter aleatório e a amostragem não probabilística, o julgamento ou conveniência. Os procedimentos da técnica de amostragem basear-se-ão nas notas técnicas produzidas pela AGESAN-RS (AGESAN-RS, 2020b; AGESAN-RS, 2020c; AGESAN-RS, 2020d).

Malhotra (2006) define que as técnicas de amostragem podem ser classificadas como não probabilísticas e probabilísticas. Na amostragem não-probabilística há a escolha dos elementos da amostra pelo julgamento pessoal do pesquisador, sendo assim não há como determinar a probabilidade de escolha, então as estimativas obtidas não são estatisticamente projetáveis para a população. As técnicas utilizadas para esse método são: Amostragem por conveniência, por julgamento, por quotas e bola-de-neve. Na amostragem probabilística as unidades amostrais são escolhidas ao acaso podendo ser especificado o tamanho da amostra para a população. Os elementos da amostra sendo escolhidos aleatoriamente é possível determinar a precisão das estimativas amostrais para as características de interesse. As principais técnicas utilizadas para esses métodos são: Amostragem aleatória simples, sistemática, estratificada e conglomerado. A figura 2 apresenta o organograma das técnicas de amostragem estatística.



**Figura 2 – Organograma das técnicas de amostragem**



A técnica de amostragem não-probabilística por conveniência procura obter uma amostra de elementos convenientes sendo a seleção das amostras definidas pelo pesquisador. Como seu nome já sugere, as amostras geralmente são selecionadas devido ao fácil acesso, evitando consumo de tempo e de investimentos. A tendenciosidade presente na seleção, faz com que a amostragem não seja representativa para a população. A amostragem por conveniência não é recomendada para a pesquisa descritiva, mas podem ser usadas para pesquisa exploratória para gerar ideias ou hipóteses, podendo também ser utilizadas para grupos de foco, questionários de teste preliminar ou estudos-piloto (KAZMIER, 2006).

A técnica de amostragem não-probabilística por julgamento é uma forma de amostragem por conveniência em que os elementos das amostras são selecionados com base no julgamento do pesquisador, sendo escolhida a representativa da amostra de acordo com seu interesse. A amostragem por julgamento é de custo baixo, conveniente e rápida, mas não permite generalizações da população, podendo ser útil desde que não exija ampla inferência da população (STEVENSON, 2003).

A técnica de amostragem não-probabilística por quotas consiste em uma amostra por julgamento restrita a dois estágios. O primeiro consiste em desenvolver categorias de controle de elementos da população, no segundo selecionam-se elementos da amostra com base na conveniência ou julgamento. A amostragem por quotas procura obter amostras representativas a um custo relativamente baixo e com maior conveniência para os pesquisadores. Sob certas condições, a amostragem por quotas proporciona resultados próximos aos da amostragem probabilística convencional (MALHOTRA, 2006).

A técnica de amostragem não-probabilística bola-de-neve parte do princípio em que um grupo inicial de entrevistados é selecionado aleatoriamente, sendo os subsequentes escolhidos com base em informações fornecidas pelos entrevistados iniciais. Portanto, esse processo pode ser executado em ondas sucessivas, obtendo-se referências a partir de outras referências. Essa abordagem é particularmente proveitosa quando o alvo é restrito e deseja-se avaliar uma característica particular. A principal vantagem é de aumentar a possibilidade de localizar a característica desejada na população, possuindo também, variância e custos baixos (HART ET AL., 2006).

A técnica de amostragem probabilística aleatório simples (AAS) cujo cada elemento da população tem uma probabilidade conhecida com igual chance de ser selecionada. Cada elemento é selecionado independentemente de qualquer outro e a amostra é extraída de uma composição da amostra por um processo aleatório. A AAS tem como principais características sua facilidade de entendimento, os resultados amostrais podem ser projetados para população alvo, admite que os dados tenham sido coletados por aleatoriedade. Contudo, a AAS tem algumas limitações, como dificuldade de construir uma composição da amostra, podem resultar amostras muito grandes ou dispersas em grandes áreas geográficas, ela geralmente proporciona menor precisão com maiores erros e pode ou não ser representativa para população alvo (CRESPO, 2003).

A técnica de amostragem probabilística sistemática seleciona uma amostra aleatoriamente em um ponto de partida, após tomando-se cada  $i$ -ésimo elemento sucessivamente da composição. Cada elemento da população tem uma probabilidade igual e conhecida de seleção. O pesquisador parte com o pressuposto que os elementos da população estão ordenados de alguma característica de interesse, assim aumenta a representatividade da amostra. Esta técnica apresenta baixo custo (HART ET AL., 2006).

A técnica de amostragem probabilística estratificada é um processo de dois estágios, sendo que, no primeiro, divide-se a população em subpopulações ou estratos, sendo os estratos grupos com características semelhantes. No segundo, aplica-se o método AAS para selecionar os elementos de cada estrato. Um ponto importante para essa técnica é a proporcionalidade da quantidade das amostras para todos os estratos. Na amostragem estratificada proporcional, o tamanho da amostra extraída de cada estrato é proporcional ao tamanho relativo do estrato da população. Na amostragem estratificada desproporcional, o tamanho de cada estrato é proporcional ao tamanho relativo do estrato e ao desvio-padrão. Consequentemente, mais elementos devem ser extraídos de estratos de maior tamanho relativo, portanto para aumentar a precisão, devemos extrair mais elementos dos estratos com maiores desvios-padrão, e menos elementos dos estratos com menores desvios-padrão (HAIR ET AL., 2006).



A técnica de amostragem probabilística conglomerado é a técnica que divide primeiro a população alvo em subpopulações mutuamente excludentes e coletivamente exaustivas, em seguida, escolhe-se uma amostra aleatória de conglomerado com base em uma técnica de amostragem probabilística, como AAS. Para cada conglomerado selecionado, incluem-se na amostra todos os elementos (amostragem de conglomerado de um estágio) ou se extrai uma amostra de elementos de forma probabilística (amostragem conglomerado de dois estágios), além disso a amostragem de conglomerado pode ser de múltiplos estágios. Na amostragem por conglomerado escolhe-se apenas uma amostra de subpopulações, tendo como objetivo aumentar a eficiência da amostra diminuindo os custos. Os elementos dentro de um conglomerado devem ser tão heterogêneos quanto possível, mas os conglomerados em si devem ser tão homogêneos quanto possível. Uma forma comum de amostragem por conglomerado é a amostragem por área geográfica, tais como municípios ou áreas residenciais (MALHOTRA, 2006).

Em AGESAN-RS (2020b) conclui-se que as técnicas de amostragem não-probabilística por quotas e julgamento atendem melhor a prática de fiscalização sob demanda. As técnicas de amostragem probabilística AAS e por conglomerados atendem melhor as fiscalizações regulares, podendo ser adotada a técnica não probabilística de julgamento para a fiscalização regular inicial. Sugere-se à Agesan-RS, avanços nos estudos destas técnicas estatísticas de amostragem para obtenção de melhores resultados nas suas análises de pressão nas redes de distribuição. Outras lacunas foram abertas, possibilitando estudos relacionados com definição dos julgamentos para definir pontos de amostragem, definição da quantidade do número de amostras e definição das características dos conglomerados.

A metodologia para determinação do tamanho da amostra foi desenvolvida com objetivo de estruturar um processo contínuo para as fiscalizações diretas da Agesan-RS. Assim, determinação do tamanho da amostra é fundamental para o processo. O tamanho da amostra é definido matematicamente pela equação 1 (MALHOTRA, 2006; HAIR ET AL, 2005; COOPER & SCHIDLER, 2016):

$$n = \frac{\sigma^2 \cdot z^2}{D^2} \quad \text{equação (1)}$$

Malhotra (2006), em sua obra, definiu um procedimento de 8 etapas para calcular o tamanho da amostra. Os passos estão apresentados a seguir:

- 1º - Especificar o nível de precisão, que é a diferença máxima (D) entre a média amostral e a média populacional;
- 2º - Especificar o nível de confiança (z);
- 3º - Determinar o valor z associado a nível de confiança utilizando o quadro 2;
- 4º - Definir o desvio padrão populacional ( $\sigma$ );
- 5º - Determinar o tamanho da amostra utilizando a formula equação 2;
- 6º - Se o tamanho amostral resultante representar 10% ou mais da população, deve-se aplicar o fator de correção de população finita (cpf), utilizando a fórmula  $n_c = n \cdot N / (N + n - 1)$ , sendo “n” o tamanho da amostra sem o cpf, “nc” o tamanho da amostra com o cpf e “N” o tamanho da população;
- 7º - Se o desvio padrão populacional ( $\sigma$ ) for desconhecido, utilizando-se em seu lugar uma estimativa, ele deve ser estimado novamente tão logo seja extraída a amostra. O desvio padrão amostral, s, é usado como estimativa de  $\sigma$ . Deve-se, então, calcular um intervalo de confiança revisado para determinar o nível de precisão efetivamente obtido;
- 8º - Em alguns casos, a precisão é especificada em termos relativos, e não absolutos. Em outras palavras, pode-se especificar que a estimativa esteja para cima ou abaixo do valor de R pontos percentuais da média, O tamanho da amostra pode ser determinado por  $n = (C^2 \cdot z^2) / R^2$ .

A definição do tamanho da amostra é uma etapa da amostragem que tem o objetivo de proporcionar a quantidade necessária de amostras, mantendo a confiabilidade e a precisão desejada. Dentro do exposto no fluxograma da figura 1, verificamos que existem 5 subprocessos importantes para determinar o tamanho da amostra, que são: acesso ao banco de dados com o registro das pressões fiscalizadas, definição do desvio padrão, definição do nível de confiança, definição da precisão e o cálculo do tamanho da amostra (AGESAN-RS, 2020c).



O banco de dados para concentrar as informações de pressões fiscalizadas torna-se necessário devido à necessidade de possuir o entendimento do comportamento dos valores encontrados. Com isso, todos os pontos de pressão fiscalizados foram organizados em planilha eletrônica para armazenar as informações da fiscalização na Agesan-RS, tais como: município, data, hora, endereço, pressão e temperatura. Desta forma, os dados estão organizados, possibilitando a avaliação do comportamento das pressões (AGESAN-RS, 2020c).

O desvio-padrão é de longe a medida mais utilizada para a variabilidade de dados numéricos. O desvio-padrão mede o nível de concentração dos dados ao redor da média, e quanto mais concentrados, menor o seu valor (RUMSEY, 2019). Através do banco de dados de pressão no sistema de abastecimento de água da AGESAN-RS, o desvio padrão foi calculado.

O nível de confiança foi escolhido pela equipe de fiscalização, tendo em vista, o nível de segurança exigido para seus resultados, no caso, amostragens que exigiram maior segurança na informação, consequentemente, necessitaram um nível de confiança mais elevado. Como sugerem os estudos analisados, o valor de 95% é muito usual em pesquisa, sendo adequada sua utilização para as fiscalizações diretas (AGESAN-RS, 2020c).

A precisão, da mesma forma que o nível de confiança, deve ser uma variável escolhida pela equipe de fiscalização, tendo em vista, o nível de erro exigido para seus resultados. Para os casos de amostragens que exigiram mais exatidão na informação, consequentemente, necessitaram uma precisão menor. Como sugerem os estudos analisados, a precisão deve estar associada ao tamanho do erro admitido para as amostragens de pressão, devendo a fiscalização adotar um valor avaliando esse critério, mas também, interpretando se o tamanho da amostra está condizente com o tempo e recursos de fiscalização (AGESAN-RS, 2020c).

Em posse do desvio-padrão ( $\sigma$ ), do nível de confiança ( $z$ ) e da precisão ( $D$ ), pode-se calcular o tamanho da amostra, aplicando os valores na equação 1.

O técnico responsável pela fiscalização de pressão em um determinado município já possui de partida a população e a composição da amostra, que são respectivamente: a pressão da rede de distribuição de água e a ligação entre o usuário e o prestador de serviço.

A definição da técnica de amostragem estabelecerá a forma como as amostragens serão escolhidas. A definição da quantidade de amostras será calculada a partir da definição do desvio-padrão, precisão e nível de confiança.

As notas técnicas da AGESAN-RS como referência (AGESAN-RS, 2020b; AGESAN-RS, 2020c; AGESAN-RS, 2020d).

A execução da amostra deve ser pré-determinada com o objetivo de estabelecer uma melhor logística e redução do tempo de fiscalização. Os resultados obtidos devem ser analisados, gerando relatório ao prestador de serviço. Os resultados que não atenderem a norma ABNT NBR12218 deverão ser transformadas em não conformidades ao prestador de serviço, que deverá seguir os ritos de fiscalização e de penalização da Resolução AGO nº 002/2020 e da Resolução AGO nº 003/2020.

## RESULTADOS OBTIDOS

Os 4 relatórios de fiscalização, equivalente à 73 fiscalizações de pressões nas redes distribuição de água realizadas nos municípios regulados pela AGESAN-RS (AGESAN-RS, 2021a; AGESAN-RS, 2021b; AGESAN-RS, 2022a; AGESAN-RS, 2022b), estão disponíveis no site oficial da agência <<https://agesan-rs.com.br>>. As fiscalizações adotaram a técnica probabilística de amostragem aleatória simples e a técnica não-probabilística de amostragem por julgamento.

A AAS considerou os endereços de todos os hidrômetros ativos no sistema de abastecimento de água (SAA) para realização do sorteio aleatório, por meio da *Microsoft Excel*, até a quantidade pré-determinada. Já, a amostragem por julgamento o técnico responsável irá selecionar os pontos a serem medidos, até a quantidade pré-determinada, através de seu conhecimento ou criticidade do SAA, como por exemplo finais de rede, áreas com cotas elevadas, redes precárias, processos de ouvidoria, dentre outros.

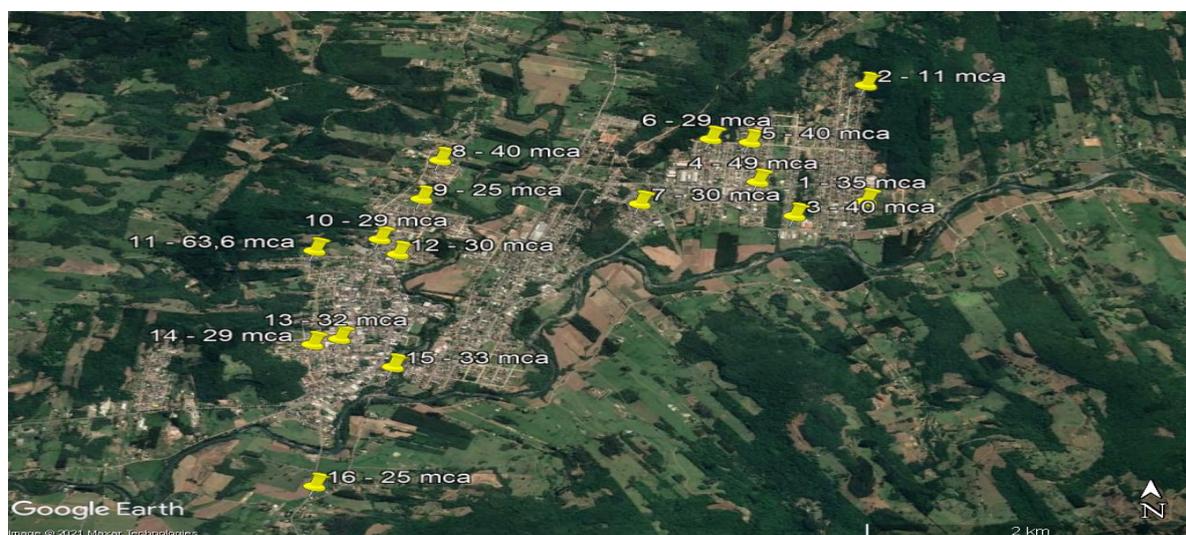


Em AGESAN-RS (2020d), verificou que os processos de amostragens realizados por AAS ou por julgamento não apresentam diferenças significativas para suas as médias de pressão da rede de distribuição de água. Entretanto, o desvio padrão apresenta-se diferente para as duas técnicas, ocorrendo um menor desvio padrão para a ASS e maior desvio padrão para a amostragem por julgamento.

O alto volume de informações das fiscalizações de pressão inviabiliza a postagem de todos resultados neste trabalho, porém podem ser verificadas diretamente no site da agência. Assim, apresentaremos na tabela 1 os resultados da fiscalização de pressões nos respectivos endereços no município de Rolante no verão de 2021, na figura 3 apresenta localização espacial dos pontos amostrados no município de Rolante no verão de 2021, na figura 4 apresenta localização espacial dos pontos amostrados no município de Novo Hamburgo no verão de 2021, na figura 5 apresenta localização espacial dos pontos amostrados no município de Canoas no verão de 2021 e na figura 6 apresenta localização espacial dos pontos amostrados no município de Estância Velha no verão de 2021.

**Tabela 1: Endereços e resultados da fiscalização de pressão no verão de 2021 no município de Rolante**

ITEM	ENDEREÇO	HORA	TEMPERATURA (°C)	PRESSÃO (MCA)
1	Rua Leopoldo Frank, 190	14h22	26	35
2	Rua Guilherme Eming, 1500	14h28	26	11
3	Rua Delmar Pena Altneter, 921	14h33	26	40
4	Rua Central, 184	14h41	26	49
5	Rua Pedro Carneiro Pereira, 516	14h46	26	40
6	Rua Benjamin Konrath, 342	14h51	26	29
7	Rua Alberto Pasqualini, 112	14h59	26	30
8	Rua Delfino José da Rosa, 19	15h08	26	40
9	Rua Conceição, 1814	15h12	26	25
10	Rua Conceição, 1320	15h15	26	29
11	Rua Francisco Feil, 1082	15h25	26	63
12	Rua Guido Krupp, 148	15h30	26	30
13	Rua Guerino Pandolfo, 347	15h38	27	32
14	Rua Francisco Feil, 168	15h41	27	29
15	Rua Borges de Medeiros, 1290	15h49	27	33
16	Rua Anexação, 56	15h58	27	25



**Figura 3 – Localização espacial e resultados da fiscalização no município de Rolante**



Figura 4 – Localização espacial e resultados da fiscalização no município de Novo Hamburgo



Figura 5 – Localização espacial e resultados da fiscalização no município de Canoas

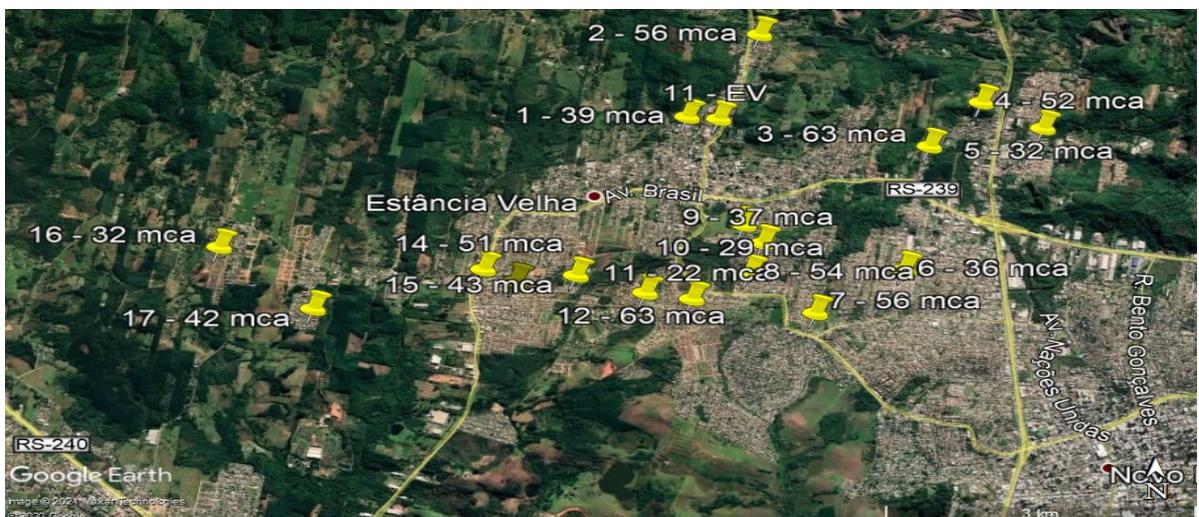


Figura 6 – Localização espacial e resultados da fiscalização no município de Estância Velha



Os resultados obtidos com a metodologia nos 4 ciclos de fiscalização de pressões da rede de distribuição de água estão apresentados pela sua estatística descritiva por município. Os resumos das estatísticas descritivas dos resultados das fiscalizações estão apresentados pela Tabela 2, 3, 4 e 5.

**Tabela 2 – Estatística descritiva dos resultados da fiscalização de verão de 2021**

MUNICÍPIO	AMOSTRAS	MÉDIA (MCA)	DESVIO PADRÃO (MCA)	NÍVEL DE CONFIANÇA (%)	PRECISÃO (MCA)	LIMITE INFERIOR (MCA)	LIMITE SUPERIOR (MCA)
Campo Bom	15	36,6	16,3	95%	8,2	28,4	44,8
Canela	18	34,8	11,3	95%	5,2	29,6	40,0
Canoas	31	13,3	4,9	95%	2,7	10,6	16,0
Capela de Santana	15	38,9	11,5	95%	5,8	33,1	44,7
Estância Velha	17	44	12,4	95%	5,9	38,1	49,9
Esteio	15	21,4	6,7	95%	3,4	18,0	24,8
Igrejinha	17	33,1	15,8	95%	7,5	25,6	40,6
Nova Hartz	17	18,4	8,3	95%	3,9	14,5	22,3
Nova Santa Rita	15	28,8	11,4	95%	5,8	23,0	34,6
Novo Hamburgo	28	29	9,5	95%	3,5	25,5	32,5
Riozinho	15	29,9	11,7	95%	5,9	24,0	35,8
Rolante	16	33,8	11,6	95%	5,7	28,1	39,5
Sapiranga	15	29,4	9,8	95%	5,0	24,4	34,4
Sapucaia do Sul	15	28,8	7,5	95%	3,8	25,0	32,6
Parobé	15	37,9	8,5	95%	4,3	33,6	42,2
Portão	17	37,5	10,1	95%	4,8	32,7	42,3
Três Coroas	17	35,6	13,9	95%	6,6	29,0	42,2

**Tabela 3 - Estatística descritiva dos resultados da fiscalização de inverno de 2021**

MUNICÍPIO	AMOSTRAS	MÉDIA (MCA)	DESVIO PADRÃO (MCA)	NÍVEL DE CONFIANÇA (%)	PRECISÃO (MCA)	LIMITE INFERIOR (MCA)	LIMITE SUPERIOR (MCA)
Campo Bom	15	40,1	15,1	95	7,6	47,7	32,5
Canela	18	25,6	8,1	95	3,7	29,3	21,9
Canoas	28	16,4	6,0	95	2,2	18,6	14,2
Capela de Santana	15	37,5	10,8	95	5,5	43,0	32,0
Estância Velha	17	44,5	14,8	95	7,0	51,5	37,5
Esteio	24	28,2	6,7	95	2,7	30,9	25,5
Igrejinha	15	39,4	8,8	95	4,5	43,9	34,9
Nova Hartz	16	17,3	8,3	95	4,1	21,4	13,2
Nova Santa Rita	15	28,7	8,6	95	4,4	33,1	24,3
Novo Hamburgo	22	26,1	9,8	95	4,1	30,2	22,0
Riozinho	14	29	8,3	95	4,3	33,3	24,7
Rolante	33	34,3	15,1	95	5,2	39,5	29,1
Sapiranga	15	35,7	11,6	95	5,9	41,6	29,8
Sapucaia do Sul	18	30,6	13,2	95	6,1	36,7	24,5
Parobé	23	39,6	12,2	95	5,0	44,6	34,6
Portão	17	30,7	9,7	95	4,6	35,3	26,1
Três Coroas	15	29,2	10,5	95	5,3	34,5	23,9

**Tabela 4 - Resultado da fiscalização de verão de 2022**

MUNICÍPIO	AMOSTRAS	MÉDIA (MCA)	DESVIO PADRÃO (MCA)	NÍVEL DE CONFIANÇA (%)	PRECISÃO (MCA)	LIMITE INFERIOR (MCA)	LIMITE SUPERIOR (MCA)
Campo Bom	17	28,5	9,9	95%	4,7	33,2	23,8
Canela	21	26,4	9,0	95%	3,8	30,2	22,6
Canoas	32	15,5	6,1	95%	2,1	17,6	13,4
Capela de Santana	17	32,1	11,0	95%	5,2	37,3	26,9
Estância Velha	19	41,6	14,6	95%	6,6	48,2	35,0
Esteio	17	18,6	7,0	95%	3,3	21,9	15,3
Igrejinha	19	39,6	9,5	95%	4,3	43,9	35,3
Nova Hartz	16	17,3	9,7	95%	4,8	22,1	12,5
Nova Santa Rita	16	32,8	13,8	95%	6,8	39,6	26,0
Novo Hamburgo	25	40,7	10,1	95%	4,0	44,7	36,7
Riozinho	15	28,7	14,7	95%	7,4	36,1	21,3
Rolante	16	29,2	6,0	95%	2,9	32,1	26,3
Sapiranga	17	29,2	9,3	95%	4,4	33,6	24,8
Sapucaia do Sul	16	25,0	8,5	95%	4,2	29,2	20,8
Parobé	17	39,0	11,0	95%	5,2	44,2	33,8
Portão	16	37,1	13,0	95%	6,4	43,5	30,7
Três Coroas	18	29	9,3	95%	4,3	33,3	24,7
Tramandaí	25	13,5	4,4	95%	1,7	15,2	11,8

**Tabela 5 - Resultado da fiscalização de inverno de 2022**

MUNICÍPIO	AMOSTRAS	MÉDIA (MCA)	DESVIO PADRÃO (MCA)	NÍVEL DE CONFIANÇA (%)	PRECISÃO (MCA)	LIMITE INFERIOR (MCA)	LIMITE SUPERIOR (MCA)
Bagé	27	29,5	10,8	95	4,1	33,6	25,4
Campo Bom	14	39,0	20,1	95	10,5	49,5	28,5
Canela	10	29,4	17,7	95	11,0	40,4	18,4
Capela de Santana	11	40,3	15,3	95	9,0	49,3	31,3
Guaíba	17	27,1	9,5	95	4,5	31,6	22,6
Estância Velha	11	42,9	14,5	95	8,6	51,5	34,3
Igrejinha	10	42,8	12,5	95	7,7	50,5	35,1
Ivoti	17	47,8	18,1	95	8,6	56,4	39,2
Nova Hartz	19	23,6	9,2	95	4,1	27,7	19,5
Nova Santa Rita	10	37,7	12,9	95	8,0	45,7	29,7
Novo Hamburgo	12	28,4	13,7	95	7,8	36,2	20,6
Riozinho	11	31,2	16,3	95	9,6	40,8	21,6
Rolante	10	39,2	24,3	95	15,1	54,3	24,1
Sapiranga	11	29,6	13,5	95	8,0	37,6	21,6
Sapucaia do Sul	15	28	15,0	95	7,6	35,6	20,4
Parobé	10	49	10,2	95	6,3	55,3	42,7
Portão	12	30,7	13,1	95	7,4	38,1	23,3
Tramandaí	19	16,8	4,8	95	2,2	19,0	14,6
Três Coroas	11	29,6	15,9	95	9,4	39,0	20,2
Xangri-lá	14	19,2	3,7	95	1,9	21,1	17,3



## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As fiscalizações foram executadas em 2021 e 2022, duas vezes ao ano, atingindo no total de 23 municípios distintos. Os municípios possuem as prestações de serviço realizadas por companhia estadual e por 5 prestadores municipais. Foram realizadas 73 fiscalizações diretas, totalizando 1.225 medições de pressões nas redes de distribuição de água. Assim, resultou em 112 não conformidades – NC abertas, equivalente a 9,14% das medições realizadas, na qual os prestadores de serviço devem apresentar soluções aos problemas. A Tabela 6 abaixo apresenta o resumo das fiscalizações de pressão.

**Tabela 6 - Resumo da fiscalizações**

PERÍODO	QUANTIDADE DE MUNICÍPIOS	QUANTIDADE DE AMOSTRAS	QUANTIDADE DE NÃO CONFORMIDADES	PERCENTUAL
Verão 2021	17	295	18	6,10%
Inverno 2021	17	320	42	13,13%
Verão 2022	18	339	32	9,44%
Inverno 2022	21	271	20	7,38%
Total	73	1225	112	9,14%

A metodologia propõe uma avaliação estatística descritiva, por meio da média, do desvio padrão, da precisão, do nível de confiança, do limite superior e do limite inferior.

A média da pressão apresenta alguns comportamentos característicos do sistema. A podemos citar as pressões médias mais elevadas em municípios como Estância Velha, Igrejinha, Campo e Rolante, devido as condições acidentadas da topografia da região urbana. Outro caso de pressão alta está em Nova Santa Rita e Capela de Santana, devido ao abastecimento do sistema ser realizado diretamente pela adutora. Também, característica de pressão baixa em Canoas e Tramandaí, devido à grande extensão de redes de fibrocimento precárias, somada a pouca variação topografia na zona urbana.

O desvio padrão apresenta a variação dos resultados de pressão em torno da média, cujo comportamento apresenta-se para os desvios padrões maiores devido à maior amplitude de variação das amostras e desvios padrões menores, à menor amplitude. Os municípios que possuem desvios padrões superiores a 10 mca não apresentam ou apresentam poucos métodos para controle de pressão. Para os municípios que possuem os desvios padrões inferiores a 10 mca, apresentam métodos de controle de pressões e para os desvios padrões entorno de 5 mca, apresentam controles mais avançados.

A precisão apresenta a variação de pressão em relação média, na qual resulta no limite inferior e no limite superior. A precisão, diferente do desvio padrão, está associada ao nível de confiança. Desta forma, podemos afirmar para um nível de confiança de confiança que os resultados das amostras irão variar entre o limite inferior e o limite superior.

## CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A metodologia de fiscalização de pressões é um processo consolidado na agência reguladora. A frequência anual de duas vezes, realizadas no verão nos meses de janeiro e fevereiro e no inverno nos meses de julho e agosto, demonstra-se adequada ao passar do tempo, devido ao estado do Rio Grande do Sul possuir variações de temperaturas que podem chegar a mais de 40 °C. Com isso, os comportamentos dos consumos da água alteram drasticamente influenciando nas pressões da rede de distribuição.

As amostragens probabilísticas e não probabilística para formação da média da pressão da rede de distribuição possibilitam alcançar dois resultados desejáveis para o regulador, que são: média da pressão para estimativa das perdas de água e pressões fora dos limites da norma para a abertura de não conformidades. As amostras de pressão são utilizadas para avaliar setores do sistema que podem melhorar no controle e redução das perdas de



água. Já, as pressões abaixo da mínimo e máximo estabelecido são consideradas anomalias do sistema que devem ser sanadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DO RIO GRANDE DO SUL (AGESAN-RS, 2020a). Resolução AGO nº 003/2020 – Manual de Fiscalização dos Prestadores de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário da AGESAN-RS. Porto Alegre, RS, AGESAN-RS, 2020. Disponível em: <https://www.agesan-rs.com.br/resolicoes-csr>. Acesso em: 11 out. 2022.
2. AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DO RIO GRANDE DO SUL (AGESAN-RS, 2020b). Nota técnica nº 20211221.01 – Estabelece orientações sobre a definição da técnica estatística de amostragem mais adequada para as fiscalizações diretas de medições de pressão da AGESAN-RS. Porto Alegre, RS, AGESAN-RS, 2020. Disponível em: <https://agesan-rs.com.br/index.php/intrucoes-tecnicas>. Acesso em: 11 out. 2022.
3. AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DO RIO GRANDE DO SUL (AGESAN-RS, 2020c). Nota técnica nº 20211222.02 – Estabelece orientações sobre a definição do tamanho da amostra para avaliação de pressões de fornecimento de água nas redes de distribuição. Porto Alegre, RS, AGESAN-RS, 2020. Disponível em: <https://agesan-rs.com.br/index.php/intrucoes-tecnicas>. Acesso em: 11 out. 2022.
4. AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DO RIO GRANDE DO SUL (AGESAN-RS, 2020c). Nota técnica nº 20211222.02 – Estabelece orientações sobre a definição do tamanho da amostra para avaliação de pressões de fornecimento de água nas redes de distribuição. Porto Alegre, RS, AGESAN-RS, 2020. Disponível em: <https://agesan-rs.com.br/index.php/intrucoes-tecnicas>. Acesso em: 11 out. 2022.
5. AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DO RIO GRANDE DO SUL (AGESAN-RS, 2021a). Relatório de fiscalização de pressões de verão de 2021. Porto Alegre, RS, AGESAN-RS, 2021. Disponível em: <https://agesan-rs.com.br/index.php/fiscalizacao>. Acesso em: 11 out. 2022.
6. AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DO RIO GRANDE DO SUL (AGESAN-RS, 2021b). Relatório de fiscalização de pressões de inverno de 2021. Porto Alegre, RS, AGESAN-RS, 2021. Disponível em: <https://agesan-rs.com.br/index.php/fiscalizacao>. Acesso em: 11 out. 2022.
7. AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DO RIO GRANDE DO SUL (AGESAN-RS, 2022a). Relatório de fiscalização de pressões de verão de 2022. Porto Alegre, RS, AGESAN-RS, 2021. Disponível em: <https://agesan-rs.com.br/index.php/fiscalizacao>. Acesso em: 11 out. 2022.
8. AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DO RIO GRANDE DO SUL (AGESAN-RS, 2022b). Relatório de fiscalização de pressões de verão de 2022. Porto Alegre, RS, AGESAN-RS, 2021. Disponível em: <https://agesan-rs.com.br/index.php/fiscalizacao>. Acesso em: 11 out. 2022.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. ABNT NBR 12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público – procedimentos. Rio de Janeiro, ABNT, 2017.
10. CRESPO, A. A. Estatística fácil. 18.ed. São Paulo, SP, Saraiva, 2003.
11. COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. Métodos de Pesquisa em Administração. 12. ed. Nova Iorque, Estados Unidos, LLC, 2016.
12. HAIR JR, J. F.; BABIN, B.; MONEY, A. Fundamentos de métodos de pesquisa em administração. Reimpressão 2007. Porto Alegre, RS, Bookman, 2005.
13. KAZMIER, L. J. Estatística aplicada à administração e economia. 4.ed. Porto Alegre, RS, Bookman, 2006. E-book.
14. MALHOTRA, N. K. Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada. 4. ed. Porto Alegre, RS, Bookman, 2006.
15. MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros. Porto Alegre, RS, Bookman, 2007.
16. RUMSEY, D. J. Estatística para leigos. 2. ed. Rio de Janeiro, Alta Books, 2019.
17. SPIEGEL, M. R. Estatística. 4.ed. Porto Alegre, RS, Bookman, 2009. E-book.
18. STEVENSON, W. J. Estatística aplicada a administração. São Paulo, SP, Harbra, 2003.