

FISCALIZAÇÃO DIRETA

NOTA TÉCNICA 20201222.02

ESTABELECE ORIENTAÇÕES SOBRE A DEFINIÇÃO DO TAMANHO DA AMOSTRA PARA AVALIAÇÃO DE PRESSÕES DE FORNECIMENTO DE ÁGUA NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO.

1 INTRODUÇÃO

A Agesan-RS, incumbida de realizar seus processos com um elevado nível de tecnicidade e eficiência, desenvolveu este trabalho para avaliar o atendimento do serviço de fornecimento de água prestado aos municípios regulados. O estudo terá foco na determinação do tamanho de amostra necessária para definição da média das pressões nas redes de distribuição de água. O resultado do estudo visa gerar um método para definir esse parâmetro sendo eficaz nas aplicações práticas de fiscalização direta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TÉCNICAS ESTATÍSTICAS DE AMOSTRAGEM

Estudos apresentados nas obras de Malhotra (2006), Hair et al. (2005), Cooper & Schindler (2016), Downing & Clark (2010) e Neto (2002), apresentam que as técnicas de amostragem dividem-se em probabilísticas e não-probabilísticas, afirmando que o processo de amostragem está dividido em 5 etapas sendo elas: definição da população alvo, determinação da composição da amostra, definição da técnica de amostragem, determinação do tamanho da amostra e execução o processo de amostragem. Estudos realizados pela Agesan-RS, definem que a técnica probabilística de amostragem aleatória simples e a técnica não-probabilística de amostragem por julgamento são mais adequadas para fiscalização direta regular (AGESAN-RS, 2020).

2.2 DESVIO-PADRÃO

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. A fórmula para o desvio padrão de um conjunto de dados é expressa na equação 1 (RUMSEY, 2019).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

equação (1)

2.3 NÍVEL DE CONFIANÇA

Sejam μ_s e σ_s a média e o desvio padrão da distribuição amostra de uma estatística S. Então, se a distribuição amostral de S é aproximadamente normal é verdadeiro esperar que esteja

compreendido nos intervalos $\mu_s - \sigma_s$ a $\mu_s + \sigma_s$, $\mu_s - 2\sigma_s$ a $\mu_s + 2\sigma_s$ ou $\mu_s - 3\sigma_s$ a $\mu_s + 3\sigma_s$ em cerca de 68,27%, 95,45% e 99,73% das vezes, respectivamente. Equivalentemente, podemos esperar encontrar μ_s nos intervalos $S - \sigma_s$ a $S + \sigma_s$, $S - 2\sigma_s$ a $S + 2\sigma_s$ ou $S - 3\sigma_s$ a $S + 3\sigma_s$ em cerca de 68,27%, 95,45% e 99,73% para estimativa de μ_s . Os extremos desses intervalos são os limites de confiança de 68,27%, 95,45% e 99,73%, respectivamente. Analogamente, $S \pm 1,96 \sigma_s$ e $S \pm 2,58 \sigma_s$ são limites de confiança de 95% e 99% para μ_s . A percentagem de confiança chama-se nível de confiança. Os números 1,96, 2,58, etc, nos limites de confiança são chamados coeficientes de confiança ou valores críticos. A partir dos níveis de confiança podemos determinar os coeficientes de confiança. No quadro 1 estão apresentados os valores Z_c correspondentes a vários níveis de confiança utilizados na prática (SPIEGEL, 2009).

Quadro 1 - Correspondentes entre nível de confiança e coeficientes de confiança

Nível de Confiança	99%	98%	96%	95%	90%	80%	50%
Z_c	2,58	2,33	2,05	1,96	1,645	1,28	0,6745

FONTE: SPIEGEL, 2009

A determinação do tamanho da amostra por intervalo de confiança está baseada na construção de intervalos de confiança em torno de médias ou proporções utilizando a fórmula do erro padrão (equação 1), no qual os erros de amostragem se relacionam com tamanho da amostra e com o nível de confiança (MALHOTRA, 2006). O nível de segurança tradicionalmente é baseado no julgamento da administração ou do pesquisador. Historicamente, um nível de segurança de 95% (<0,05 de chance de o parâmetro da população estimada estar incorreto) tem sido usado, mas um nível menor é aceitável onde menos risco está envolvido (HAIR ET AL, 2005).

2.4 PRECISÃO

O campo da inferência estatística consiste naqueles métodos usados para tomar decisões ou tirar conclusões acerca de uma população. Esses métodos utilizam a informação contida em uma amostra da população para tirar conclusões. Na prática são utilizados dados da amostra para calcular um número que é um valor razoável da média verdadeira, sendo esse número chamado de estimativa. Contudo, em muitas situações, uma estimativa não fornece informação suficiente sobre um parâmetro. Uma maneira de encontrar a média verdadeira é com uma estimativa do intervalo de confiança $100(1-\alpha)\%$. Sabemos que a distribuição amostral de X é normal, com média μ e variância σ^2/n . Conseqüentemente, a distribuição da estatística $z = (\bar{X} - \mu)/(\sigma/\sqrt{n})$ é uma distribuição normal padrão. Se \bar{X} for a média de uma amostra aleatória, de tamanho n , de uma população com variância conhecida σ^2 , um intervalo com $100(1-\alpha)\%$ de confiança para μ e dado por $\bar{X} - z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n} \leq \mu \leq \bar{X} + z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n}$, sendo $z_{\alpha/2}$ o ponto superior com $100(1-\alpha)\%$ da distribuição normal padrão, sendo o intervalo com 99% de confiança é maior do que o intervalo de 95% de confiança. Geralmente, para um tamanho fixo de amostra e um desvio-padrão, quanto maior o nível de confiança, maior é o intervalo de confiança resultante. Já que a amplitude do intervalo mede a precisão da estimativa, vemos que essa precisão é inversamente relacionada ao nível de confiança. A precisão do intervalo de confiança é $z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n}$, isso

significa que usando X para estimar μ , o erro $E = |\bar{X} - \mu|$ é menor do que ou igual a $z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n}$, com $100(1 - \alpha)$ de confiança. Em situações em que o tamanho da amostra pode ser controlado, pode-se escolher n de modo que se obtenha $100(1-\alpha)\%$ de confiança de que o erro na estimação seja menor do que um erro especificado E , sendo o erro aproximadamente igual a precisão. O tamanho apropriado da amostra é encontrado escolhendo n tal que $z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n} = E$. A resolução dessa equação resulta na fórmula para o tamanho da amostra $n = (z_{\alpha/2}\sigma)^2/E^2$ (MONTGOMERY & RUNGER, 2008).

O julgamento da administração ou do pesquisador também está condicionado a determinação do nível de precisão. O nível de precisão é a máxima diferença aceitável entre o valor estimado da amostra e o valor verdadeiro da população (HAIR ET AL., 2005). Dentro do exposto por Montgomery & Runger (2008), verificamos que a precisão é fundamental para determinação do tamanho da amostra, contudo, Hair et al. (2005) afirma que a precisão pode ser gerada através do julgamento, não sendo necessário cálculos específicos.

2.5 TAMANHO DA AMOSTRA

A fórmula para definição do tamanho da amostra, demonstrada matematicamente no capítulo anterior, é definida pela equação 2 (MALHOTRA, 2006; HAIR ET AL, 2005; COOPER & SCHIDLER, 2016):

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

Em posse das informações de desvio-padrão, nível de confiança e precisão há condição de calcular o tamanho da amostra. 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 (σ);

5º - Determinar o tamanho da amostra utilizando a fórmula 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 $n_c = nN/(N + n - 1)$, sendo n - tamanho da amostra sem o cpf, n_c - tamanho da amostra com o cpf e N - tamanho da população;

7º - Se o desvio padrão populacional (σ) 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 σ . 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 $n = (C^2 \cdot z^2) / R^2$.

Quadro 2 – Distribuição normal padrão para valores de z

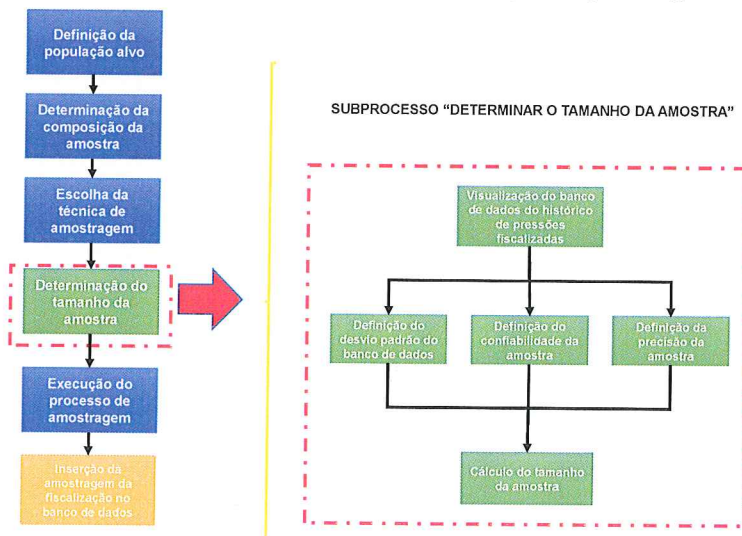
z 0	0,001	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5558	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8079	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9773	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964

FONTE: MONTGOMERY & RUNGER, 2008

3 METODOLOGIA

A metodologia para determinação do tamanho da amostra será desenvolvida com objetivo de estruturar um processo contínuo para as fiscalizações diretas da Agesan-RS. Dentro deste contexto, o presente trabalho está direcionado nosso estudo na etapa de determinação do tamanho da amostra. Observa-se na figura 1 o fluxograma de amostragem proposto.

Figura 1 – Fluxograma de amostragem proposta para Agesan-RS



3.1 DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DA AMOSTRA

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.

3.1.1 BANCO DE DADOS DE PRESSÕES DA FISCALIZAÇÃO

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.

Figura 2 – Registro do banco de dados pressões em planilha eletrônica da Agesan-RS

HISTÓRICO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO PRESSÃO						
MUNICÍPIO	ENDEREÇO / COORDENADAS	Pressão (mca)	Data	Temperatura (°C)	Horário	OBSERVAÇÕES
Estéio	Rua Carmen Miranda, S/N (ETA)	45,2	22/07/2020	25	10:00	VPR 07 Montante
Estéio	Rua Carmen Miranda, S/N (ETA)	20,1	22/07/2020	25	10:00	VPR 07 Jusante
Estéio	R. Tridentes, 286	39,5	22/07/2020	25	10:00	VPR 14 Montante
Estéio	R. Tridentes, 286	27,1	22/07/2020	25	10:00	VPR 14 Jusante
Estéio	Avenida Presidente Vargas, 2662	30,3	22/07/2020	25	10:00	Em frente a US
Estéio	Avenida Padre Claret, 1394	41,7	22/07/2020	25	10:00	EBAT-11
Estéio	Avenida Jacobe Alcalaí	15,8	22/07/2020	25	10:00	
Estéio	Rua Luiz Pasteur, 7613	14,3	22/07/2020	25	10:00	
Estéio	Rua Castro Alves	26,7	22/07/2020	25	10:00	
Capela de Santana	Praça, localizado o R10	21	12/08/2020	11	14:13	
Capela de Santana	Av. Cel. Orestes Lucas, 5115	59	12/08/2020	11	14:20	
Capela de Santana	Rua Padre Gregca, 399	50	12/08/2020	11	14:44	
Capela de Santana	Rua Luiz Laci, 61	51	12/08/2020	11	14:49	
Capela de Santana	Rua Portal, 260	34	12/08/2020	11	14:13	
Capela de Santana	Rua dos Gerânios, 152	59	12/08/2020	11	15:00	
Capela de Santana	Escola, localizada na rua Santa Helena	41,7	12/08/2020	11	15:45	
Capela de Santana	Av. Cel. Orestes Lucas, 2720	68	12/08/2020	11	15:51	
Capela de Santana	Rua Dom Pedro I, 20	36	12/08/2020	11	16:00	
Capela de Santana	Av. Cel. Orestes Lucas, 1200	47	12/08/2020	11	16:05	
Canoas	Rua 2, 322	19	20/08/2020	12	11:00	
Canoas	Rua Ana Maria, 30	18	20/08/2020	12	11:10	P029
Canoas	Rua Dom João Becker, 1903	12	20/08/2020	12	11:35	
Canoas	ETE Mato Grande	21	20/08/2020	12	11:43	Postaria da ETE Mato Grande

3.1.2 DETERMINAÇÃO DO DESVIO PADRÃO

Através do banco de dados de pressão no sistema de abastecimento de água da Agesan-RS, o desvio padrão poderá ser calculado com auxílio de planilha eletrônica, utilizando função DESVPAD.A(NUM1; NUM 2, ...), sendo os dados organizados conforme a tabela 1. Observa-se que o desvio padrão atual, com 104 registros em 2020, está em 17,2 mca.

Tabela 1 – Histórico de pressões fiscalizadas pela Agesan-RS

Item	Município	Pressão (mca)	Item	Município	Pressão (mca)	Item	Município	Pressão (mca)	Item	Município	Pressão (mca)
1	Campo Bom	12,2	31	Esteio	45,2	61	Canoas	3,0	91	Rolante	15,0
2	Campo Bom	23,6	32	Esteio	20,1	62	Canoas	6,0	92	Rolante	23,0
3	Campo Bom	48,8	33	Esteio	39,5	63	Canoas	17,0	93	Rolante	30,0
4	Campo Bom	58,0	34	Esteio	27,1	64	Canoas	15,4	94	Rolante	41,0
5	Campo Bom	15,4	35	Esteio	30,3	65	Canoas	26,0	95	Rolante	50,0
6	Campo Bom	26,6	36	Esteio	41,7	66	Canoas	23,0	96	Rolante	54,0
7	Campo Bom	23,3	37	Esteio	15,8	67	Canoas	25,0	97	Rolante	48,0
8	Campo Bom	26,6	38	Esteio	14,3	68	Canoas	15,0	98	Rolante	32,0
9	Campo Bom	18,2	39	Esteio	26,7	69	Canoas	32,0	99	Rolante	29,0
10	Campo Bom	36,6	40	C. de Santana	21,0	70	Canoas	16,0	100	Rolante	40,0
11	Sapiranga	30,0	41	C. de Santana	59,0	71	Canoas	28,0	101	Rolante	45,0
12	Sapiranga	28,0	42	C. de Santana	50,0	72	Canoas	18,0	102	Rolante	30,0
13	Sapiranga	31,0	43	C. de Santana	51,0	73	Riozinho	33,0	103	Rolante	34,0
14	Sapiranga	30,0	44	C. de Santana	34,0	74	Riozinho	10,0	104	Rolante	10,0
15	Sapiranga	14,0	45	C. de Santana	59,0	75	Riozinho	29,0			
16	Sapiranga	23,0	46	C. de Santana	41,7	76	Riozinho	33,0			
17	Igrejinha	18,0	47	C. de Santana	68,0	77	Riozinho	13,0			
18	Igrejinha	17,0	48	C. de Santana	36,0	78	Riozinho	37,0			
19	Igrejinha	4,5	49	C. de Santana	47,0	79	Riozinho	13,0			
20	Igrejinha	39,5	50	Canoas	19,0	80	Riozinho	40,0			
21	Igrejinha	10,0	51	Canoas	18,0	81	Riozinho	45,0			
22	Igrejinha	40,0	52	Canoas	12,0	82	Riozinho	25,0			
23	Igrejinha	82,0	53	Canoas	21,0	83	Parobé	15,0			
24	Esteio	40,0	54	Canoas	10,0	84	Parobé	47,0			
25	Esteio	27,0	55	Canoas	16,0	85	Rolante	35,0			
26	Esteio	16,0	56	Canoas	6,0	86	Rolante	2,5			
27	Esteio	13,0	57	Canoas	16,0	87	Rolante	55,0			
28	Esteio	13,0	58	Canoas	8,0	88	Rolante	30,0			
29	Esteio	43,3	59	Canoas	2,0	89	Rolante	33,0			
30	Esteio	83,8	60	Canoas	2,0	90	Rolante	55,0			

Média: 28,9
Desvio Padrão: 17,2

3.1.3 DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE CONFIANÇA

O nível de confiança deve ser uma variável escolhida pela equipe de fiscalização, tendo em vista, o nível de segurança exigido para seus resultados, no caso, amostragens que exigiram maior segurança na informação, conseqüentemente, 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.

3.1.4 DETERMINAÇÃO DA PRECISÃO

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, conseqüentemente, 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.

3.1.5 DETERMINAÇÃO DA PRECISÃO

Em posse do desvio-padrão (σ), do nível de confiança (z) e da precisão (D), pode-se calcular o tamanho da amostra. Para exemplificar o processo do cálculo, consideraremos $\sigma=17,2$ mca, $z=1,96$ e $D=10$ mca, sendo apresentado a seguir o processo (necessário apenas 5 passos):

- 1º - Nível de precisão – D = 10 mca;
- 2º - Nível de confiança – 95%;
- 3º - z – 1,96, conforme quadro 2;
- 4º - Desvio-padrão – $\sigma = 17,2$ mca, conforme informações do banco de dados;
- 5º - $n = \frac{\sigma^2 z^2}{D^2} = \frac{17,2^2 \cdot 1,96^2}{10^2} = 11$

3.2 REALIMENTAÇÃO DO BANCO DE DADOS

O sistema de fornecimento de água segue a orientação da ABNT NBR 12218 (2017), na qual especifica pressões de serviço entre 10 mca e 50 mca, portanto, as características de pressão tenderam estar entre estes limites. Dessa forma, através das fiscalizações realizadas pela Agesan-RS, fez-se possível a construção de um banco de dados realimentado ao término de cada fiscalização, com as informações de pressão medida e a informação do desvio padrão atualizada, possibilitando a aplicação para o cálculo da quantidade de amostra.

4 CONSIDERAÇÃO FINAIS

4.1 ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO TAMANHO DA AMOSTRA

O desvio-padrão, o nível de confiança e a precisão compõe a fórmula para definição do tamanho da amostra n . Com isso, facilmente pode-se calcular o tamanho da amostra correlacionando estas variáveis, como apresentado nas tabelas 2, 3 e 4, nas quais foram considerados, respectivamente, níveis de confiança de 99%, 95% e 90%. Observa-se que as colunas são formadas pela precisão desejada e as linhas, pelo desvio-padrão.

Tabela 2 – Número de amostras para níveis de confiança de 99%

Desvio Padrão	Precisão																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10	663	166	74	41	27	18	14	10	8	7	5	5	4	3	3	3	2	2	2	2
11	802	201	89	50	32	22	16	13	10	8	7	6	5	4	4	3	3	2	2	2
12	955	239	106	60	38	27	19	15	12	10	8	7	6	5	4	4	3	3	3	2
13	1121	280	125	70	45	31	23	18	14	11	9	8	7	6	5	4	4	3	3	3
14	1300	325	144	81	52	36	27	20	16	13	11	9	8	7	6	5	4	4	4	3
15	1492	373	166	93	60	41	30	23	18	15	12	10	9	8	7	6	5	5	4	4
16	1697	424	189	106	68	47	35	27	21	17	14	12	10	9	8	7	6	5	5	4
17	1916	479	213	120	77	53	39	30	24	19	16	13	11	10	9	7	7	6	5	5
18	2148	537	239	134	86	60	44	34	27	21	18	15	13	11	10	8	7	7	6	5
19	2394	598	266	150	96	66	49	37	30	24	20	17	14	12	11	9	8	7	7	6
20	2652	663	295	166	106	74	54	41	33	27	22	18	16	14	12	10	9	8	7	7
21	2924	731	325	183	117	81	60	46	36	29	24	20	17	15	13	11	10	9	8	7
22	3209	802	357	201	128	89	65	50	40	32	27	22	19	16	14	13	11	10	9	8
23	3508	877	390	219	140	97	72	55	43	35	29	24	21	18	16	14	12	11	10	9
24	3819	955	424	239	153	106	78	60	47	38	32	27	23	19	17	15	13	12	11	10
25	4144	1036	460	259	166	115	85	65	51	41	34	29	25	21	18	16	14	13	11	10
26	4482	1121	498	280	179	125	91	70	55	45	37	31	27	23	20	18	16	14	12	11
27	4834	1208	537	302	193	134	99	76	60	48	40	34	29	25	21	19	17	15	13	12
28	5198	1300	578	325	208	144	106	81	64	52	43	36	31	27	23	20	18	16	14	13
29	5576	1394	620	349	223	155	114	87	69	56	46	39	33	28	25	22	19	17	15	14
30	5968	1492	663	373	239	166	122	93	74	60	49	41	35	30	27	23	21	18	17	15

Tabela 3 – Número de amostras para níveis de confiança de 95%

Desvio Padrão	Precisão																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10	384	96	43	24	15	11	8	6	5	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1
11	465	116	52	29	19	13	9	7	6	5	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1
12	553	138	61	35	22	15	11	9	7	6	5	4	3	3	2	2	2	2	2	1
13	649	162	72	41	26	18	13	10	8	6	5	5	4	3	3	2	2	2	2	2
14	753	188	84	47	30	21	15	12	9	8	6	5	4	4	3	3	3	2	2	2
15	864	216	96	54	35	24	18	14	11	9	7	6	5	4	4	3	3	3	2	2
16	983	246	109	61	39	27	20	15	12	10	8	7	6	5	4	4	3	3	3	2
17	1110	278	123	69	44	31	23	17	14	11	9	8	7	6	5	4	4	3	3	3
18	1245	311	138	78	50	35	25	19	15	12	10	9	7	6	6	5	4	4	3	3
19	1387	347	154	87	55	39	28	22	17	14	11	10	8	7	6	5	5	4	4	3
20	1537	384	171	96	61	43	31	24	19	15	13	11	9	8	7	6	5	5	4	4
21	1694	424	188	106	68	47	35	26	21	17	14	12	10	9	8	7	6	5	5	4
22	1859	465	207	116	74	52	38	29	23	19	15	13	11	9	8	7	6	6	5	5
23	2032	508	226	127	81	56	41	32	25	20	17	14	12	10	9	8	7	6	6	5
24	2213	553	246	138	89	61	45	35	27	22	18	15	13	11	10	9	8	7	6	6
25	2401	600	267	150	96	67	49	38	30	24	20	17	14	12	11	9	8	7	7	6
26	2597	649	289	162	104	72	53	41	32	26	21	18	15	13	12	10	9	8	7	6
27	2801	700	311	175	112	78	57	44	35	28	23	19	17	14	12	11	10	9	8	7
28	3012	753	335	188	120	84	61	47	37	30	25	21	18	15	13	12	10	9	8	8
29	3231	808	359	202	129	90	66	50	40	32	27	22	19	16	14	13	11	10	9	8
30	3457	864	384	216	138	96	71	54	43	35	29	24	20	18	15	14	12	11	10	9

Tabela 4 – Número de amostras para níveis de confiança de 90%

Desvio Padrão	Precisão																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10	271	68	30	17	11	8	6	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
11	327	82	36	20	13	9	7	5	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1
12	390	97	43	24	16	11	8	6	5	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1
13	457	114	51	29	18	13	9	7	6	5	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1
14	530	133	59	33	21	15	11	8	7	5	4	4	3	3	2	2	2	2	1	1
15	609	152	68	38	24	17	12	10	8	6	5	4	4	3	3	2	2	2	2	2
16	693	173	77	43	28	19	14	11	9	7	6	5	4	4	3	3	2	2	2	2
17	782	196	87	49	31	22	16	12	10	8	6	5	5	4	3	3	3	2	2	2
18	877	219	97	55	35	24	18	14	11	9	7	6	5	4	4	3	3	3	2	2
19	977	244	109	61	39	27	20	15	12	10	8	7	6	5	4	4	3	3	3	2
20	1082	271	120	68	43	30	22	17	13	11	9	8	6	6	5	4	4	3	3	3
21	1193	298	133	75	48	33	24	19	15	12	10	8	7	6	5	5	4	4	3	3
22	1310	327	146	82	52	36	27	20	16	13	11	9	8	7	6	5	5	4	4	3
23	1431	358	159	89	57	40	29	22	18	14	12	10	8	7	6	6	5	4	4	4
24	1559	390	173	97	62	43	32	24	19	16	13	11	9	8	7	6	5	5	4	4
25	1691	423	188	106	68	47	35	26	21	17	14	12	10	9	8	7	6	5	5	4
26	1829	457	203	114	73	51	37	29	23	18	15	13	11	9	8	7	6	6	5	5
27	1973	493	219	123	79	55	40	31	24	20	16	14	12	10	9	8	7	6	5	5
28	2122	530	236	133	85	59	43	33	26	21	18	15	13	11	9	8	7	7	6	5
29	2276	569	253	142	91	63	46	36	28	23	19	16	13	12	10	9	8	7	6	6
30	2435	609	271	152	97	68	50	38	30	24	20	17	14	12	11	10	8	8	7	6

Para efeito de análise, exemplificou-se um cenário para verificar o comportamento do tamanho da amostra *versus* o nível de confiança. Desta forma, definiu-se um desvio padrão de 20 mca e uma precisão de 10 mca, percebendo-se, através da visualização das tabelas 2, 3 e 4, que o nível de confiança atua de forma diretamente proporcional no tamanho da amostra, sendo para o exemplo, 33, 15 e 11, respectivamente para os níveis de confiança 99%, 95% e 90%. Dentro do mesmo contexto, observa-se que o desvio padrão atua de forma diretamente proporcional ao tamanho da amostra,

verificando-se nas tabelas 2, 3 e 4, que o aumento do desvio-padrão gera um aumento no tamanho da amostra, mantendo-se constantes o nível de confiança e a precisão. De forma contrária, a precisão atua de forma indiretamente proporcional ao tamanho da amostra, observando-se nas tabelas 2, 3 e 4, que o aumento da precisão diminui o tamanho da amostra, mantendo o nível de confiança e o desvio-padrão constantes.

4.2 CONSIDERAÇÕES PARA FISCALIZAÇÃO DIRETA DA AGESAN-RS

A fiscalização direta da Agesan-RS, para vistorias da prestação de serviço referente à pressão das redes de distribuição, poderá se basear na metodologia apresentada. Para isso, os responsáveis pela fiscalização precisarão ficar atentos às variáveis que compõem o cálculo do tamanho da amostra, que são o desvio-padrão, o nível de confiança e a precisão.

O desvio-padrão deverá ter acompanhamento periódico para sua definição, através da realimentação de informações no banco de dados, propiciando um valor cada vez mais preciso, devido à quantidade de amostra estar aumentando. Porém, futuramente, sugere-se, quando o município regulado atingir um histórico de 30 amostras (considerado uma amostra grande, conforme MONTGOMERY & RUNGER, 2006), que o desvio-padrão seja calculado individualmente por município, com base no banco de dados.

O nível de confiança e a precisão, diferentemente do desvio-padrão, poderão ser escolhidos, conforme o julgamento do pesquisador. Usualmente, utiliza-se níveis de confiança de 90%, 95% e 98%, sendo 95% largamente utilizado. A precisão escolhida poderá variar entre 2 a 10 mca. A tabela 1, tabela 2 e tabela 3 podem ser utilizadas para a escolha do tamanho da amostra ideal, pois dentro do planejamento da fiscalização, existem fatores como o tempo e recursos pré-definidos para execução. Dentro do exposto, percebe-se que a escolha do tamanho da amostra poderá se tornar inexecutável para a coleta de dados durante a fiscalização, devido haver possibilidade de amostragens maiores que 50. Portanto, o nível de confiança deverá ter o equilíbrio entre o tempo e recursos disponíveis para fiscalização *versus* a segurança da média da população desejada. Já a precisão, também, avaliará o tempo e recursos, porém, *versus* um erro considerado aceitável para fiscalização.

Desta forma, avaliando-se conjuntamente as três variáveis, verificamos que o tamanho da amostra pode ser ajustado dentro do escopo da fiscalização (mais tempo, maiores recursos, maior nível de confiança, maior a precisão), mantendo-se os níveis razoáveis das médias de pressão de serviço para população. Portanto, o tamanho de amostra segue a metodologia de pesquisa, na qual os resultados podem gerar um intervalo de confiança para as pressões de serviço para os municípios fiscalizados pela Agesan-RS.

Dy
46
taguim
2

5 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DO RIO GRANDE DO SUL (AGESAN-RS). **Nota Técnica n. 20201221.01 de 21 dezembro de 2020**. Estabelece orientações sobre a definição da técnica estatística de amostragem mais adequadas para as fiscalizações diretas de medições de pressão da Agesan-RS. [2020b]. Disponível em: <<https://www.agensan-rs.com.br/copia-relatorios-de-fiscalizacao>>. Acesso em: 22 de dezembro de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12218: Informação e documentação**. Rio de Janeiro. p. 36. 2017.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. 12ª Edição. Nova York: LLC, 2016;

DOWNING, D.; CLARK, J. **Estatística Aplicada**. 3ª Edição. São Paulo, Saraiva, 2010;

HAIR JR., J. F.; BABIN, B.; MONEY, A. II.; SAMUEL, F. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Reimpressão 2007. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. 4ª Edição. Porto Alegre: Bookman. 2006.

MONTGOMERY.D.C.:RUNGER, G.C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 2ª Edição, Rio de Janeiro: LTC, 2008.

NETO, P. L. O. C. **Estatística**. 2ª Edição. São Paulo: Blucher, 2002.

RUMSEY, D. J. **Estatística para leigos**. Tradução da 2ª Edição. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019;

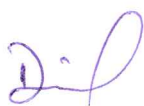
SPIEGEL, Murray R. **Estatística**. 4.ed. Porto Alegre: Bookman 2009 E-BOOK

9 ENCERRAMENTO

Estes signatários apresentam o presente trabalho concluído, constando de 11 folhas digitadas apenas de um lado, rubricadas, exceto esta última que segue devidamente datada e assinada.

À disposição para esclarecimentos.

Canoas, 22 de Dezembro de 2020.



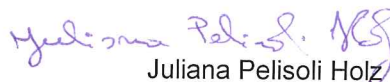
Daniel Luz dos Santos
Assessor de Fiscalização



Vagner Gerhardt Mâncio
Agente Fiscal



Demétrius Jung Gonzalez
Diretor Geral



Juliana Pelisoli Holz
Coordenadora de
Normatização de Fiscalização

De acordo,



Dr. Eng. Civil Tiago Luis Gomes
CREA-RS 112109
Diretor de Regulação

Agesan-RS