



Tarefa ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Código MF-SFC-01-02		
	Versão 02	Data 30.01.19	Fl. 1/23

1.	ABRANGÊNCIA.....	2
2.	RESPONSÁVEL PELA TAREFA.....	2
3.	RESULTADOS ESPERADOS	2
4.	REFERÊNCIAS	2
5.	ATIVIDADES.....	2
5.1.	Amostragem.....	2
5.1.1.	Amostragem Não Estatística.....	3
5.1.2.	Amostragem Estatística	6
5.1.3.	Considerações acerca do tamanho da amostra	9
5.2.	Aplicando a Estatística Inferencial.....	9
5.2.1.	Definições de termos utilizados na planilha	10
5.2.2.	Como utilizar a planilha de Estatística Inferencial	13
5.3.	Casos práticos em que é possível utilizar a Estatística Inferencial	15
5.4.	Exemplos de aplicação	15
5.4.1.	Exemplo 1 – Variáveis Qualitativas (2 categorias).....	15
5.4.2.	Exemplo 2 – Intervalo de confiança a partir de amostra pequena	17
5.4.3.	Exemplo 3 – Variáveis Qualitativas (mais de 2 categorias)	18
5.4.4.	Exemplo 4 – Variáveis Quantitativas.....	20
6.	ANEXOS.....	23
7.	HISTÓRICO DA ALTERAÇÃO DA VERSÃO.....	23
8.	ANÁLISE E APROVAÇÃO.....	23



Tarefa ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Código MF-SFC-01-02		
	Versão 02	Data 30.01.19	Fl. 2/23

1. ABRANGÊNCIA

Aplica-se à Subsecretaria de Fiscalização e Controle – SFC

2. RESPONSÁVEL PELA TAREFA

Servidores da SFC

3. RESULTADOS ESPERADOS

Obter agilidade e precisão na generalização (inferência) de dados coletados nas fiscalizações.

4. REFERÊNCIAS

- ✓ **Manual de Fiscalização – SFC**
- ✓ **N-EQ-001-01** – Elaboração de Normativos
- ✓ **MF-SFC-01-01** – Estatística Descritiva

5. ATIVIDADES

A Estatística Inferencial é o ramo da Estatística que se preocupa em fazer conclusões acerca de uma população com base em dados de amostragem.

A Estatística Inferencial pode ser subdividida em: estimação (por ponto ou por intervalo) e teste de hipóteses. O presente documento abordará a estimação por ponto e por intervalo.

A seguir será apresentada uma breve explicação sobre amostragem, que é o primeiro passo para se utilizar a estatística inferencial.

5.1. Amostragem

Quando não for possível utilizar todos os elementos de uma população, pode-se recorrer a uma amostra, ou seja, um subconjunto de elementos da população.



Tarefa	Código		
	MF-SFC-01-02		
ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Versão	Data	Fl.
	02	30.01.19	3/23

Nesse caso, há dois tipos de amostras: a amostragem não estatística e a amostragem estatística. Apenas no segundo caso é possível fazer inferência para a população e generalizar os resultados alcançados.

Vale notar que um único trabalho pode utilizar as duas formas de amostragem, ou seja, elas não são mutuamente excludentes. De fato, uma complementa a outra e, se feitas corretamente, contribuem para fortalecer as conclusões do relatório.

No âmbito dos trabalhos desenvolvidos pelos Servidores de Fiscalização, a amostragem deve fornecer informação suficiente sobre o conjunto de atividades da área fiscalizada, tendo ainda que proporcionar prova suficiente para o Servidor de Fiscalização.

O processo de amostragem obedece às seguintes fases:

- Determinar o tamanho da amostra necessário;
- Selecionar os elementos que comporão a amostra;
- Executar os procedimentos aplicáveis à amostra;
- Avaliar os resultados obtidos.

Na sequência serão apresentados os dois tipos de amostragem, Amostragem Não Estatística e Amostragem Estatística, bem como considerações acerca do tamanho da amostra.

5.1.1. Amostragem Não Estatística

A amostragem não estatística é aquela em que a seleção dos elementos depende do julgamento do pesquisador. Portanto, o resultado obtido com esse tipo de amostragem não pode ser generalizado para a população da qual a amostra foi retirada.



Tarefa	Código		
	MF-SFC-01-02		
ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Versão	Data	Fl.
	02	30.01.19	4/23

Na prática, o Servidor de Fiscalização usará seu julgamento profissional para selecionar os elementos que comporão a amostra, com base em sua experiência e nos recursos disponíveis.

Um exemplo muito comum de amostragem não estatística é a Curva ABC:

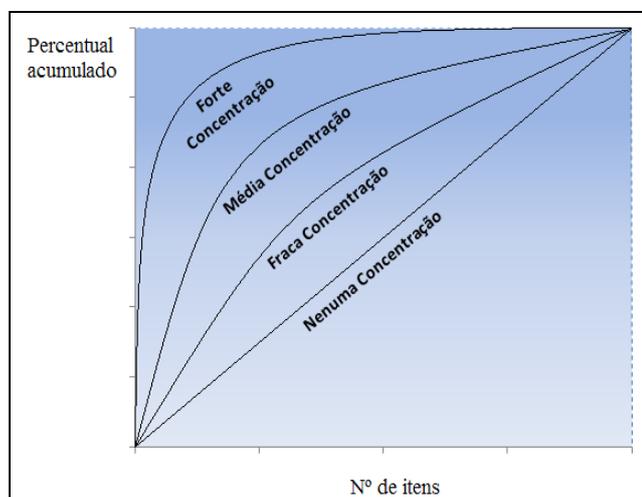
5.1.1.1. Curva ABC

Baseia-se no Princípio de Pareto, em que 20% dos elementos correspondem a 80% do montante total.

Para obter a curva ABC, devem-se ordenar os elementos em ordem decrescente de valor. É importante ressaltar que, caso um item se repita na planilha, como é comum em orçamentos de obras, antes de fazer a classificação, é necessário somá-los. A seguir, calcula-se o percentual que cada item representa do todo e somam-se esses percentuais, do maior para o menor, a fim de calcular-se o percentual acumulado.

Dependendo da característica dos elementos que compõem a população, a curva ABC pode variar desde fortemente concentrada até sem concentração. O gráfico a seguir ilustra a relação entre a quantidade de itens e o percentual acumulado (i.e., a concentração da curva):

Gráfico 1 - Curva ABC: Exemplos





Tarefa ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Código MF-SFC-01-02		
	Versão 02	Data 30.01.19	Fl. 5/23

As tabelas a seguir demonstram, com números, possíveis formas de definir os trechos da curva ABC com base na sua concentração:

Tabela 1 - Curva ABC: Fraca Concentração

Trechos	Montante	Número de itens
Trecho "A"	~50%	~20%
Trecho "B"	~30%	~30%
Trecho "C"	~20%	~50%

Tabela 2 - Curva ABC: Forte Concentração

Trechos	Montante	Número de itens
Trecho "A"	~80%	~20%
Trecho "B"	~15%	~30%
Trecho "C"	~5%	~50%

Na prática, os percentuais que delimitam os trechos devem ser ajustados levando-se em conta, também, os recursos disponíveis. O ideal é chegar a uma distribuição tal que aproximadamente 20% dos itens estejam no trecho "A", cerca de 30% no trecho "B" e os 50% restantes, no trecho "C".

A amostra será formada por todos os elementos pertencentes ao trecho "A" da curva. Por se tratar de amostra não estatística, somente é possível concluir acerca da amostra analisada. Caso se deseje concluir a respeito do valor total contratado, pode-se realizar uma amostragem aleatória simples (apresentada no subitem 5.1.2.a) com os itens restantes da planilha (trechos "B" e "C" da curva).



Tarefa	Código		
	MF-SFC-01-02		
ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Versão	Data	Fl.
	02	30.01.19	6/23

5.1.2. Amostragem Estatística

A amostragem estatística é aquela em que se conhece, a priori, a probabilidade de cada elemento da população ser selecionado, isto é, o julgamento pessoal ou profissional daquele que seleciona a amostra não interfere na escolha dos elementos.

A seguir será feita uma breve apresentação de alguns tipos de amostragem estatística: aleatória simples, estratificada, por conglomerados, sistemática e PPS (probability proportional to size).

5.1.2.1. Aleatória simples

Na amostragem aleatória simples, cada elemento da população tem a mesma probabilidade de ser selecionado: $probabilidade = \frac{1}{N}$, em que N é o número de elementos na população.

Com esse tipo de amostragem, pode-se fazer uma inferência acerca da população, conforme será abordado no subitem 5.2.

5.1.2.2. Estratificada

Separa-se a população em estratos mutuamente excludentes, de acordo com alguma característica. Todo elemento da população deve pertencer a um, e somente um, estrato.

Exemplo: Separa-se uma população em: crianças (0-11 anos), adolescentes (12-18), adultos (19-59) e idosos (mais de 60). Em seguida, realiza-se uma amostragem aleatória simples em cada estrato. O tamanho da amostra pode ser uniforme (todos os estratos têm o mesmo tamanho de amostra) ou proporcional ao tamanho de cada estrato da população.

5.1.2.3. Por conglomerados

Divide-se a população em conglomerados com características heterogêneas. Em seguida, realiza-se uma amostragem aleatória simples para escolher os conglomerados.



Tarefa	Código		
	MF-SFC-01-02		
ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Versão	Data	Fl.
	02	30.01.19	7/23

Então, executam-se os procedimentos aplicáveis em todos os elementos daqueles conglomerados.

5.1.2.4. Sistemática

A população é ordenada segundo algum critério, o qual, obrigatoriamente, não pode ter relação com a variável em estudo. Calcula-se o intervalo de amostragem, que é o resultado da divisão do tamanho da população pelo tamanho da amostra. Caso o resultado da divisão não seja um número inteiro, arredonda-se para o inteiro mais próximo. Na sequência, sorteia-se um número entre um e o intervalo de amostragem. Esse número sorteado indicará o índice do primeiro elemento da amostra. Os demais elementos serão aqueles cujo índice é a soma do índice do elemento anterior com o intervalo de amostragem.

Exemplo: Deseja-se estimar a altura média dos alunos de uma sala de aula. Para isso, será feita uma amostra de 8 alunos de um total de 50. Ordena-se os alunos por ordem alfabética. O intervalo de amostragem é 6 ($50 \div 8 = 6,25$). Sorteia-se um número entre 1 e 6: 4. A amostra será composta pelos seguintes alunos: 4º, 10º, 16º; 22º, 28º, 34º, 40º e 46º.

5.1.2.5. PPS (Probability Proportional to Size)

Também conhecida por “Amostragem Proporcional ao Tamanho - PPT”, é um tipo de amostragem aleatória ponderada, em que a probabilidade de cada elemento da população ser selecionado é proporcional ao valor da característica em análise.

Exemplo: Deseja-se realizar uma amostragem proporcional ao tamanho de municípios de certo Estado. O tamanho da amostra é 20 e o da população, 50. A característica que será levada em consideração para efetuar a ponderação é o número de habitantes.



Tarefa ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Código MF-SFC-01-02		
	Versão 02	Data 30.01.19	Fl. 8/23

Cria-se uma coluna para multiplicar o número de habitantes por um número real aleatório entre 0 e 1 (função ALEATÓRIO() no Excel). A seguir, ordena-se os municípios do maior para o menor valor do resultado da multiplicação realizada. Os primeiros 20 elementos compõem a amostra. A tabela a seguir apresenta os cálculos, destacando os elementos selecionados:

Município	Habitantes	Aleatório	Coluna "C" = Multiplicação por um número aleatório entre 0 e 1
a	1.080	0,6386	689,73
b	1.486	0,1717	255,10
c	1.431	0,4716	674,92
d	1.604	0,6278	1.006,98
e	700	0,9097	636,77
f	1.158	0,1349	156,21
g	1.183	0,5664	670,00
h	1.977	0,7081	1.400,00
i	1.361	0,7826	1.065,10
j	1.977	0,8347	1.650,29
k	1.629	0,9855	1.605,46
l	658	0,8432	554,81
m	859	0,0878	75,39
n	1.609	0,6933	1.115,53
o	1.997	0,8735	1.744,29
p	1.275	0,9948	1.268,31
q	1.762	0,5402	951,76
r	989	0,2411	238,43
s	1.082	0,5023	543,48
t	624	0,8993	561,18
u	1.381	0,1752	241,99
v	1.103	0,9688	1.068,63
w	1.063	0,5917	628,93
x	856	0,4222	361,39
y	1.324	0,1792	237,31
z	1.015	0,1331	135,10
aa	1.761	0,5071	892,96
ab	1.664	0,5429	903,35
ac	1.714	0,7343	1.258,52
ad	477	0,3850	183,65
ae	1.384	0,5409	748,54
af	1.241	0,7793	967,14
ag	1.589	0,1864	296,24
ah	821	0,5049	414,55
ai	1.308	0,7851	1.026,88
aj	643	0,5949	382,49
ak	1.478	0,1970	291,16
al	1.741	0,2444	425,53
am	1.678	0,6633	1.113,00
an	1.626	0,1740	282,87
ao	1.945	0,9060	1.762,12
ap	1.943	0,3714	721,69
aq	458	0,9348	428,14
ar	934	0,5349	499,63
as	419	0,5741	240,55
at	1.247	0,2746	342,43
au	1.947	0,3373	656,76
av	1.117	0,6086	679,86
aw	1.363	0,1221	166,40
ax	756	0,9790	740,11

Município	Habitantes	Aleatório	Ordenação do maior para o menor da coluna "C"
ao	1.945	0,9060	1.762,12
o	1.997	0,8735	1.744,29
j	1.977	0,8347	1.650,29
k	1.629	0,9855	1.605,46
h	1.977	0,7081	1.400,00
p	1.275	0,9948	1.268,31
ac	1.714	0,7343	1.258,52
n	1.609	0,6933	1.115,53
am	1.678	0,6633	1.113,00
v	1.103	0,9688	1.068,63
i	1.361	0,7826	1.065,10
ai	1.308	0,7851	1.026,88
d	1.604	0,6278	1.006,98
af	1.241	0,7793	967,14
q	1.762	0,5402	951,76
ab	1.664	0,5429	903,35
aa	1.761	0,5071	892,96
ae	1.384	0,5409	748,54
ax	756	0,9790	740,11
ap	1.943	0,3714	721,69
a	1.080	0,6386	689,73
av	1.117	0,6086	679,86
c	1.431	0,4716	674,92
g	1.183	0,5664	670,00
au	1.947	0,3373	656,76
e	700	0,9097	636,77
w	1.063	0,5917	628,93
t	624	0,8993	561,18
l	658	0,8432	554,81
s	1.082	0,5023	543,48
ar	934	0,5349	499,63
aq	458	0,9348	428,14
al	1.741	0,2444	425,53
ah	821	0,5049	414,55
aj	643	0,5949	382,49
x	856	0,4222	361,39
at	1.247	0,2746	342,43
ag	1.589	0,1864	296,24
ak	1.478	0,1970	291,16
an	1.626	0,1740	282,87
b	1.486	0,1717	255,10
u	1.381	0,1752	241,99
as	419	0,5741	240,55
r	989	0,2411	238,43
y	1.324	0,1792	237,31
ad	477	0,3850	183,65
aw	1.363	0,1221	166,40
f	1.158	0,1349	156,21
z	1.015	0,1331	135,10
m	859	0,0878	75,39



Tarefa	Código		
	MF-SFC-01-02		
ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Versão	Data	Fl.
	02	30.01.19	9/23

5.1.3. Considerações acerca do tamanho da amostra

Uma das questões mais importantes numa análise estatística é determinar qual o tamanho da amostra que devemos obter: amostras muito grandes são dispendiosas e demandam mais tempo de manipulação e estudo; amostras pequenas são menos precisas e pouco confiáveis.

Portanto, tal questão não é trivial. Por exemplo, uma amostra constituída por 10% dos elementos de uma população é adequada ou não? Depende. Uma população de 50 elementos conduziria a selecionar uma amostra de 5, o que poderia ser pouco, enquanto que uma população de 5 milhões conduziria a selecionar uma amostra de 500.000, o que seria excessivo. Assim, ainda que haja uma relação direta entre o tamanho da amostra e o tamanho da população (quando a população aumenta, em princípio, o tamanho da amostra também aumenta), esta não se apresenta de forma proporcional.

O tamanho da amostra também depende da variabilidade da população. Se tivermos um tanque com mil peixes idênticos e do mesmo tamanho, basta analisar um único peixe para termos uma ideia muito aproximada da população. No entanto, se nesse mesmo tanque existirem mil peixes de várias espécies e de diferentes tamanhos, é necessário uma amostra muito maior para que seja representativa da população. Também aqui há uma relação direta entre o tamanho da amostra e a variabilidade da população: quanto maior for a variabilidade da população, maior terá de ser a amostra.

Por fim, o tamanho da amostra depende, ainda, do tipo de variável em questão (qualitativa ou quantitativa) e dos níveis de confiança e precisão desejados.

5.2. Aplicando a Estatística Inferencial

Cabe lembrar que apenas a partir dos dados obtidos de uma amostra estatística é possível generalizar o resultado para a população.



Tarefa	Código		
	MF-SFC-01-02		
ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Versão	Data	Fl.
	02	30.01.19	10/23

Recomenda-se aos Servidores de Fiscalização que utilizem a planilha da Estatística Inferencial, anexa a este documento, sempre que estiverem lidando com amostras aleatórias simples.

As orientações para utilização da planilha serão apresentadas nos tópicos a seguir.

5.2.1. Definições de termos utilizados na planilha

5.2.1.1. Aba “Inputs”

Tipo de variável - Qualitativa ou Quantitativa, conforme definições no documento acerca de Estatística Descritiva (**MF-SFC-01-01**).

Tamanho da população - total de elementos (itens) no universo analisado. Caso não se saiba o tamanho da população, pode-se utilizar uma estimativa majorada a partir da ordem de grandeza conhecida, o que garante maior conservadorismo. Se o tamanho da população for muito grande (>100.000), porém desconhecido, pode-se utilizar o valor de 100.000 para esse campo.

Unidade (apenas para variáveis quantitativas) - unidade de medida da variável (exemplo: R\$, anos, metros).

Número de categorias (apenas para variáveis qualitativas) - Exemplos:

Como você avalia a qualidade da educação na Escola XYZ? (escala de 0 a 5) → número de categorias = 6.

Quais equipamentos da lista abaixo você possui na unidade XYZ de Saúde? (Equipamentos 1 a 8) → Serão feitas 8 análises, uma para cada equipamento. Em cada análise o número de categorias será 2: tem o equipamento / não tem o equipamento.

IMPORTANTE: As categorias devem ser mutuamente excludentes (devem somar 100%), ou seja, cada elemento da população pertencerá a uma, e somente uma, categoria.



Tarefa	Código		
	MF-SFC-01-02		
ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Versão	Data	Fl.
	02	30.01.19	11/23

% esperado (apenas para variáveis qualitativas com duas categorias) - É a proporção esperada de uma das duas categorias. Em geral, utilizam-se trabalhos anteriores para estimativa dessa proporção. Caso não haja valor disponível, deve-se utilizar 50%.

Nível de Confiança - O nível de confiança é escolhido pelo profissional que estiver trabalhando com os dados. Comumente usa-se o nível de confiança de 90% ou 95%.

A interpretação correta para o nível de confiança, representado por “ $1 - \alpha$ ”, é que se repetirmos um procedimento infinitas vezes, em aproximadamente $(1 - \alpha)\%$ das vezes o intervalo de confiança obtido conterá o verdadeiro valor do parâmetro populacional em estudo (que permanece desconhecido).

Margem de Erro (Desejada) - É uma estatística que expressa, em termos percentuais ou absolutos o quanto, para mais ou para menos, o valor de um parâmetro da população se distancia do valor estimado. Quanto menor a margem de erro desejada, maior será o tamanho da amostra.

Desvio padrão populacional (apenas para variáveis quantitativas) - A definição de “desvio padrão” consta no documento acerca de Estatística Descritiva (**MF-SFC-01-01**). Caso o desvio padrão da população seja desconhecido, o que acontece em grande parte dos estudos, pode-se utilizar o desvio padrão amostral (obtido com base em uma amostra preliminar) como estimativa para o desvio padrão populacional.

5.2.1.2. Aba “Seleção da amostra”

Sem reposição - Uma amostra é feita sem reposição quando, ao retirar-se um elemento da população para compor a amostra, não será possível selecioná-lo novamente.

Com reposição - Uma amostra é feita com reposição quando, ao retirar-se um elemento da população para compor a amostra, o mesmo poderá ser selecionado novamente.



Tarefa	Código		
	MF-SFC-01-02		
ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Versão	Data	Fl.
	02	30.01.19	12/23

5.2.1.3. Aba “Dados”

Tipo de teste - Procedimento estatístico a ser adotado para obter o resultado da análise.

Exemplo: Intervalo de Confiança, Teste-t, etc.

5.2.1.4. Aba “Inferência”

Média (para variáveis quantitativas) - É a soma de todos os elementos da amostra, dividida pelo tamanho da amostra.

Proporção (para variáveis qualitativas) - É a soma do número de ocorrências de uma categoria, dividida pelo tamanho da amostra.

Erro padrão - O erro padrão da média é o resultado da divisão do desvio padrão de uma amostra pela raiz quadrada do seu tamanho. Estima a variabilidade entre amostras de uma mesma população, enquanto o desvio padrão mede a variabilidade em uma única amostra.

O erro padrão da média determina a precisão com a qual a média da amostra estima a média da população. Para variáveis quantitativas, é utilizado também para calcular o intervalo de confiança, cuja definição será apresentada adiante. Valores menores do erro padrão da média indicam estimativas mais precisas da média da população.

Normalmente, um desvio padrão maior resulta em um erro padrão da média maior e uma estimativa menos precisa. Um tamanho amostral maior resulta em um erro padrão da média menor e uma estimativa mais precisa.

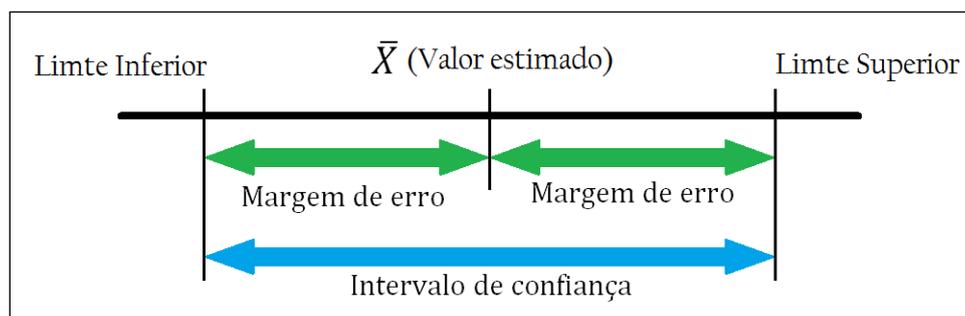
Margem de Erro - É uma estatística que expressa, em termos percentuais ou absolutos o quanto, para mais ou para menos, o valor de um parâmetro da população se distancia do valor estimado.

Intervalo de Confiança – É um intervalo estimado de um parâmetro de interesse (como, por exemplo, a média) de uma população. Em vez de estimar o parâmetro por um único



Tarefa ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Código MF-SFC-01-02		
	Versão 02	Data 30.01.19	Fl. 13/23

valor (estimativa por ponto), é dada uma estimativa por intervalo, conforme figura a seguir:



5.2.2. Como utilizar a planilha de Estatística Inferencial

Conforme aba “Roteiro”, os passos para utilização da planilha de Estatística Inferencial estão listados a seguir:

ESTATÍSTICA INFERENCIAL	
Passo	O que fazer?
a. Determinar o tamanho da amostra necessário	Preencher os campos em amarelo na aba "Inputs"
b. Selecionar os elementos que comporão a amostra	Preencher os campos em amarelo na aba "Seleção da amostra" e clicar no botão "Selecionar Amostra"
c. Executar os procedimentos aplicáveis à amostra	Preencher os campos em cinza e em amarelo na aba "Dados"
d. Avaliar os resultados obtidos	Clicar no botão "Gerar Inferência dos Dados"

A seguir, serão apresentadas considerações acerca de cada um dos passos.

a. Determinar o tamanho da amostra necessário

Ao preencher os campos em amarelo na aba “Inputs” da planilha, o campo em azul fornece o tamanho da amostra. É importante frisar que esse valor é apenas uma estimativa.

Caso o tamanho da amostra calculado seja muito grande, pode-se utilizar um nível de confiança de 90% para diminuí-la. Caso o tamanho ainda permaneça grande, pode-se aumentar a margem de erro desejada a fim de obter uma amostra factível vis-à-vis o número de duSFs disponíveis. Porém, mesmo que não seja possível executar os



Tarefa	Código		
	MF-SFC-01-02		
ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Versão	Data	Fl.
	02	30.01.19	14/23

procedimentos em uma amostra com o tamanho estimado, ainda é possível realizar alguma inferência.

b. Selecionar os elementos que comporão a amostra

Dos tipos de amostragem citados no subitem **5.1.2** deste documento, a aba “Seleção da amostra” auxilia os Agentes de Fiscalização a selecionarem uma amostra aleatória simples.

Primeiramente o usuário deve selecionar se deseja que sua amostra aleatória simples seja com reposição ou sem reposição, lembrando que “com reposição” significa que os elementos da amostra podem ser repetidos. Usualmente utiliza-se “sem reposição”, pois, para um mesmo tamanho de amostra, o resultado terá uma margem de erro menor.

Na sequência o usuário deve informar o tamanho da amostra e clicar no botão “Selecionar Amostra”. Os números contidos nas células azuis representam o índice dos elementos da população que foram selecionados.

c. Executar os procedimentos aplicáveis à amostra

Coletar os dados da variável de interesse nos elementos da amostra e inseri-los nos campos de cor cinza na aba “Dados”.

d. Avaliar os resultados obtidos

Após a inserção dos dados coletados na aba “Dados”, escolhe-se o tipo de teste que será realizado: intervalo de confiança ou teste de hipótese (Obs.: No momento está disponível somente “Intervalo de Confiança”).

Em seguida, clicar no botão “Gerar Inferência dos Dados”: o resultado será apresentado na aba “Inferência”.



Tarefa	Código		
	MF-SFC-01-02		
ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Versão	Data	Fl.
	02	30.01.19	15/23

5.3. Casos práticos em que é possível utilizar a Estatística Inferencial

Em geral, deve-se recorrer à Estatística Inferencial sempre que os recursos disponíveis forem insuficientes para avaliar a população.

A seguir será apresentada uma listagem, não exaustiva, de situações em que a estatística inferencial pode ser utilizada:

- Extrapolação do percentual de sobrepreço/superfaturamento obtido a partir de uma amostra aleatória simples;
- Avaliações de programas de governo;
- Fiscalizações de obras;
- Auditorias operacionais (ex.: índice de satisfação de usuários dos serviços públicos);
- Regularidade de auditoria de pessoal (ex.: folha de pagamentos);
- Regularidade de notas fiscais;
- Testes de controle (ex.: adequação das classificações e dos lançamentos contábeis das contas);
- Auditorias de sistemas de informação;

5.4. Exemplos de aplicação

Os exemplos a seguir apresentam a utilização passo a passo da planilha auxiliar para o uso da Estatística Inferencial.

5.4.1. Exemplo 1 – Variáveis Qualitativas (2 categorias)

Em um fornecimento de 20.000 unidades de determinado produto, deseja-se aferir se os produtos fornecidos estão em conformidade com a especificação técnica do memorial descritivo.



Tarefa ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Código MF-SFC-01-02		
	Versão 02	Data 30.01.19	Fl. 16/23

Considerando:

Nível de confiança = 95%

Margem de erro desejada = 10%

Quantidade de acerto esperado = 50% (primeira análise)

Pode-se calcular o tamanho da amostra estimado pela planilha. Aba "Inputs":

Tipo de variável	Qualitativa Nominal	
Tamanho da população	20.000	TAMANHO DA AMOSTRA: 96
Número de categorias	2 % esperado	50%
Nível de Confiança	95%	
Margem de Erro Desejada	10%	

Resultando em um tamanho de amostra igual a 96.

Supondo que após a verificação da conformidade na amostra selecionada, foi observado que 72 unidades (75% de 96) do produto estão em conformidade com as especificações técnicas.

Para inferir acerca das 20.000 unidades da população a partir dessa amostra, pode ser realizado o teste do Intervalo de Confiança. Aba "Dados":

CATEGORIAS	Nº DE OCORRÊNCIAS	
Em conformidade	72	Tipo de teste Intervalo de Confiança
Em desconformidade	24	

Apresentando como resultado, após clicar no botão "Gerar Inferência dos Dados", a tabela a seguir:



Tarefa ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Código MF-SFC-01-02		
	Versão 02	Data 30.01.19	Fl. 17/23

TABELA DO INTERVALO DE CONFIANÇA

Tipo de medida	Variável	Valor
Tipo de variável	Tipo de variável	Qualitativa Nominal
Categoria	Categoria	Em conformidade
Tendência Central	Proporção	75%
Dispersão	Desvio padrão	43%
-	Tamanho da amostra	96
-	Nível de Confiança	95%
-	Intervalo de Confiança	[65% ; 83%]

Assim, é possível afirmar, com 95% de confiança, que nas 20.000 unidades fornecidas, entre 13.000 (65%) e 16.600 (83%) unidades do produto estarão em conformidade com as especificações técnicas. Analogamente, com a mesma confiança, pode-se afirmar que entre 3.400 (17%) e 7.000 (35%) unidades estarão em desconformidade.

5.4.2. Exemplo 2 – Intervalo de confiança a partir de amostra pequena

Em determinado município foram instaladas 60.000 tampas de bueiro. Foram selecionadas, de forma aleatória, 8 tampas para a realização de testes de resistência. O resultado dos testes revelou que as 8 tampas selecionadas não atingiram a resistência mínima especificada. O que se pode concluir a respeito das 60.000 tampas?

Nível de confiança de 90%. Uma vez que o tamanho da amostra já está definido em 8 tampas, não há necessidade de preencher o campo “Margem de Erro Desejada”.

Aba “Inputs”:

Tipo de variável	Qualitativa Nominal	
Tamanho da população	60.000	
Número de categorias	2 % esperado	50%
Nível de Confiança	90%	
Margem de Erro Desejada (em %)		



Tarefa ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Código MF-SFC-01-02		
	Versão 02	Data 30.01.19	Fl. 18/23

Em seguida, preenchem-se os resultados obtidos na aba “Dados”:

CATEGORIAS	Nº DE OCORRÊNCIAS
Não atingiram a resistência mínima	8
Atingiram a resistência mínima	0

Tipo de teste **Intervalo de Confiança**

Resultado do teste realizado na aba “Inferência”:

TABELA DO INTERVALO DE CONFIANÇA		
Tipo de medida	Variável	Valor
Tipo de variável	Tipo de variável	Qualitativa Nominal
Categoria	Categoria	Não atingiram a resistência mínima
Tendência Central	Proporção	100%
Dispersão	Desvio padrão	0%
-	Tamanho da amostra	8
-	Nível de Confiança	90%
-	Intervalo de Confiança	[69% ; 100%]

Assim, é possível concluir, com confiança de 90%, que pelo menos 41.400 tampas (69%) apresentam resistência inferior à resistência mínima especificada. Analogamente, com 95% de confiança e com 99% de confiança, podemos afirmar que pelo menos 63% (37.800) e 52% (31.200), respectivamente, apresentam resistência inferior à resistência mínima especificada.

5.4.3. Exemplo 3 – Variáveis Qualitativas (mais de 2 categorias)

Deseja-se avaliar a qualidade de determinado fornecimento, que atenderá 50.000 usuários, por meio de uma pesquisa de opinião na qual cada entrevistado deve qualificar o fornecimento em uma das 5 opções (Péssimo, Ruim, Regular, Bom e Ótimo).

Assim, para a estimativa do tamanho da amostra, concilia-se o Nível de Confiança e a Margem de Erro Desejada com os recursos disponíveis.



Tarefa ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Código MF-SFC-01-02		
	Versão 02	Data 30.01.19	Fl. 19/23

Tipo de variável	Qualitativa Ordinal
Tamanho da população	50.000
Número de categorias	5
Nível de Confiança	90%
Margem de Erro Desejada (em %)	10%

TAMANHO DA AMOSTRA: 125
(ESTIMATIVA)

Objetivando selecionar aleatoriamente 125 usuários de uma população de 50.000, utilizamos a aba “Seleção da amostra”:

Número do elemento:	45.751
	13.329
	39.697
	31.864
	6.162
	48.461
	43.785
	954
	23.773
	2.101
	15.837

Tipo de amostra	Aleatória Simples Sem reposição	(Padrão: SEM reposição)
Tamanho da amostra	125	
Tamanho da população	50.000	
Amostra (% da população)	0%	

Selecionar Amostra

Supondo que, após a realização da entrevista com os usuários retro, foram fornecidas as seguintes respostas:

CATEGORIAS	Nº DE OCORRÊNCIAS
Péssimo	5
Ruim	7
Regular	18
Bom	90
Ótimo	5

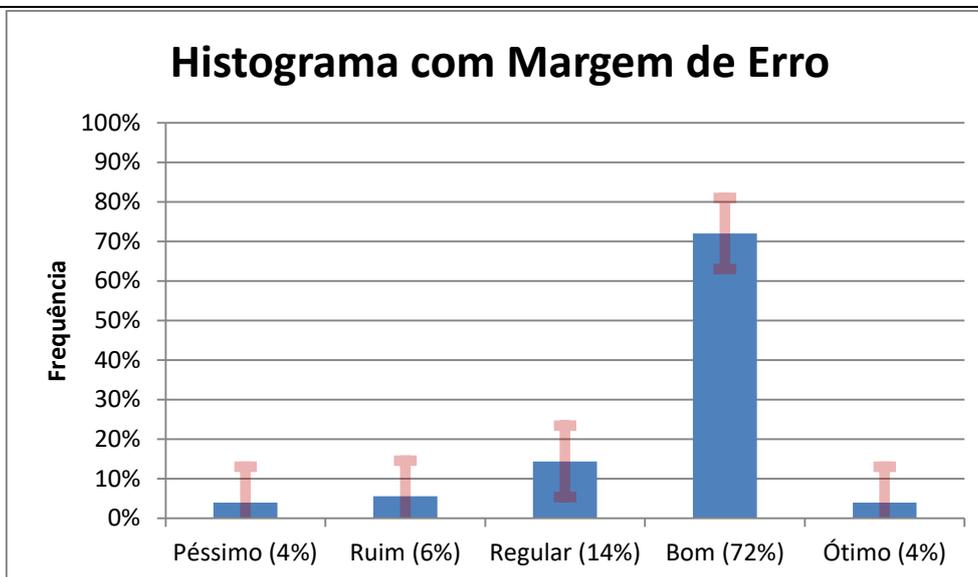
Tipo de teste **Intervalo de Confiança**

O resultado está demonstrado a seguir:

TABELA DO INTERVALO DE CONFIANÇA		
Tipo de medida	Variável	Valor
Tipo de variável	Tipo de variável	Qualitativa Ordinal
-	Tamanho da amostra	125
-	Nível de Confiança	90%
-	Margem de Erro	9%



Tarefa	ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Código		
		MF-SFC-01-02		
		Versão	Data	Fl.
		02	30.01.19	20/23



Assim, é possível concluir, com confiança de 90%, que um valor entre 31.500 (63%) e 40.500 (81%) usuários consideram o fornecimento “Bom”.

5.4.4. Exemplo 4 – Variáveis Quantitativas

Deseja-se estimar o percentual de sobrepreço em um orçamento de edital ou contrato. Após a análise dos itens pelo método da curva ABC (subitem 5.1.1.a), prossegue-se para a realização da estimativa do sobrepreço correspondente à parcela não analisada. Para isso, é realizada uma amostra aleatória simples formada por itens do orçamento que não foram selecionados no método da curva ABC, da qual será feita a extrapolação do percentual de sobrepreço encontrado.

Considerando:

Valor Global do Contrato	R\$ 25.000.000,00
Número total de itens do orçamento	270
Número de itens analisados da Curva ABC	20
Percentual do valor do contrato analisado	50%
Sobrepreço obtido da análise da Curva ABC	R\$ 1.000.000,00

Após preencher os campos na aba “Inputs”, considerando um nível de confiança de 90%, e o fato de que desconhecemos o desvio padrão populacional, é realizada uma amostra



Tarefa ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Código MF-SFC-01-02		
	Versão 02	Data 30.01.19	Fl. 21/23

aleatória de 30 itens do orçamento, considerando apenas aqueles itens que não foram selecionados na curva ABC (250 itens). Aba “Seleção da Amostra”:

Número do elemento

- 142
- 77
- 10
- 197
- 238
- 235
- 78
- 99
- 201
- 45
- 243
- 141
- 91
- 28
- 245
- 61
- 179
- 145
- 12
- 204
- 155
- 115
- 200
- 239
- 33
- 169
- 240
- 215
- 126
- 62

Tipo de amostra **Aleatória Simples Sem reposição** (Padrão: SEM reposição)

Tamanho da amostra **30**

Tamanho da população 250

Amostra (% da população) 12%

Selecionar Amostra

Em seguida, é verificado o sobrepreço nos itens da amostra selecionada.

Item	Sobrepreço (%)	Item	Sobrepreço (%)	Item	Sobrepreço (%)
142	12%	243	2%	155	5%
77	7%	141	4%	115	8%
10	4%	91	18%	200	17%
197	2%	28	5%	239	2%
238	14%	245	6%	33	5%
235	1%	61	14%	169	9%
78	3%	179	-11%	240	7%
99	-6%	145	12%	215	2%
201	4%	12	7%	126	5%
45	7%	204	8%	62	4%

Na aba “Dados”, insere-se os resultados da tabela anterior para o cálculo da inferência do sobrepreço para os 250 itens.



Tarefa ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Código MF-SFC-01-02		
	Versão 02	Data 30.01.19	Fl. 22/23

DADOS

0,12	Tipo de teste Intervalo de Confiança
0,07	
0,04	
0,02	
0,14	
0,01	
0,03	
-0,06	
0,04	
0,07	
0,02	
0,04	
0,18	
0,05	
0,06	
0,14	
-0,11	
0,12	
0,07	
0,08	
0,05	
0,08	
0,17	
0,02	
0,05	
0,09	
0,07	
0,02	
0,05	
0,04	

Gerar Inferência dos Dados

Após clicar em “Gerar Inferência dos Dados”, o resultado é apresentado na aba “Inferência”:

TABELA DO INTERVALO DE CONFIANÇA		
Tipo de medida	Variável	Valor
Tipo de variável	Tipo de variável	Quantitativa
Tendência Central	Média (a)	0,06
Dispersão	Desvio padrão	0,06
-	Tamanho da amostra	30
-	Erro padrão	0,01
-	Margem de Erro (b)	0,02
-	Margem de Erro em % (b/a)	30%
-	Intervalo de Confiança	[0,04 ; 0,08]

Assim, é possível concluir com 90% de confiança que o sobrepreço dos itens não selecionados na curva ABC está entre 4% e 8%.



Tarefa ESTATÍSTICA INFERENCIAL	Código MF-SFC-01-02		
	Versão 02	Data 30.01.19	Fl. 23/23

De forma conservadora, considera-se o limite inferior para o cálculo do sobrepreço total. O sobrepreço estimado da parcela não selecionada na curva ABC será correspondente ao percentual de sobrepreço encontrado na amostra, extrapolado para os 250 itens (4% de R\$ 12.500.000,00 = R\$ 500.000,00).

Sobrepreço obtido da análise da Curva ABC	R\$	1.000.000,00
Sobrepreço da parcela não analisada na Curva ABC	R\$	500.000,00

6. ANEXOS

Anexo	Descrição	Fl.
I	Planilha para auxiliar na generalização (inferência) de dados coletados nas fiscalizações: EstatisticalInferencial.xlsm	http://www.intranet.tcm/Novalnt/ra/SFC/pdf/EstatisticalInferencial.xlsm

7. HISTÓRICO DA ALTERAÇÃO DA VERSÃO

Versão	Data	Itens	Descrição
01	14.12.16	-	Emissão Inicial.
02	30.01.19	-	Alteração do código do normativo de N-SFC-01-02 para MF-SFC-01-02. Ajuste da formatação para adequação à N-EQ-001-01.

8. ANÁLISE E APROVAÇÃO

ANÁLISE CRÍTICA: SFC Lívio Fornazieri Subsecretário	
REVISÃO DO ETQC: Luciana Guerra Coordenadora do ETQC	APROVAÇÃO: Ricardo Panato Secretário Geral