Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics

Journal homepage: www.ipebj.com.br/forensicjournal

# O Uso da Amostragem Internacional na Determinação da Massa Líquida de Entorpecentes (Cocaína, "Crack" e Maconha) Apreendidos

## The Use of Intentional Sampling in Determining the Net Mass of Narcotics (Cocaine, Crack and Marijuana) Seized

Flávio de Souza Cotomácio

*Instituto de Criminalística (SPTC-IC)*

E-mail: *flaviocotomacio@uol.com.br*

Received 18 May 2020

**Resumo:** Por força de lei, os laudos periciais de constatação provisória de substâncias entorpecentes apreendidas pelas polícias estaduais, civil e militar, bem como pelas guardas municipais, especialmente a maconha, a cocaína e o "crack", devem informar as respectivas massas líquidas dessas substâncias. A grande quantidade de unidades brutas apreendidas, individualmente embaladas, inviabiliza o procedimento de desembalagem de todas elas para a determinação da massa líquida da apreensão. Com a finalidade de agilizar esse mister, o presente trabalho apresenta uma nova proposta para o cálculo da massa líquida aproximada a partir de uma amostra obtida por amostragem intencional em uma planilha Excel automatizada.

**Palavras-chave:** Amostragem intencional; Constatação provisória; Entorpecentes; Laudo; Massa líquida.

**Abstract:** By law, forensic expert reports of provisional findings of narcotic substances seized by state, civil and military police, as well as by municipal guards, especially marijuana, cocaine and crack, shall inform the respective liquid masses of these substances. The large number of seized raw units, individually packed, makes it impossible to unpack all of them for the determination of the net mass of seizure. In order to expedite this need, this paper presents a new proposal for the calculation of approximate net mass from a sample obtained

http://dx.doi.org/10.17063/bjfs9(4)y2020551-569

by intentional sampling.

**Keywords:** Intentional sampling; Provisional finding; Narcotics; Report; Net mass.

## 1. Introdução

Conforme reza o §1° do Art. 50 da Lei Federal nº 11.343/2006[1], cabe ao perito oficial, ou na falta deste, por pessoa idônea, firmar o laudo de constatação da natureza e quantidade da droga. No que tange à "quantidade da droga", não foi especificado no enunciado da lei se essa quantidade se refere à massa bruta da droga, do modo como foi apreendida; ou à massa líquida da droga apreendida (a massa da substância entorpecente livre de qualquer tipo de embalagem); ou, ainda, à ambas as formas.

Por outro lado, existe a urgência da elaboração do laudo de constatação, vez que o Art. 50 do mesmo diploma legal[1] estabelece que, no caso de prisão em flagrante, referido laudo constitui a base da materialidade do fato delituoso, em que se apoiará a lavratura do auto de prisão em flagrante pela autoridade de polícia judiciária, a qual, por sua vez comunicará ao juiz competente remetendo-lhe cópia do auto lavrado, do qual será dada vista ao órgão do Ministério Público, em 24 h (vinte e quatro horas).

Em contrapartida, a Superintendência de Polícia Técnico-Científica do Estado de São Paulo (SPTC-SP) baixou a Portaria SPTC-63/2015[2] que, em seu Art. 9º, resolve que do laudo de constatação provisória deverão constar os pesos bruto e líquido da droga apreendida. A imposição ao perito criminal é que além de aferir o peso bruto, determinará o peso líquido do entorpecente apreendido, o qual deverá constar no laudo pericial de constatação provisória da substância. Entretanto, na rotina do ofício, esse profissional forense vai enfrentar diversas dificuldades, tais como: em uma apreensão, o número de unidades brutas (embalagem e entorpecente) pode ser muito grande, pode conter diversos tipos de entorpecentes; além disso, quando a apreensão lhe for apresentada, caberá a observação de uma série de detalhes formais exigidos por lei; em seguida, registros manuscritos e realização de fotografias para mostrar o peso bruto de todo o material apreendido exibido no display da balança utilizada e também de que modo o material foi apresentado.

Chega o momento de o perito aferir o peso líquido do entorpecente o que, sem outra alternativa, implica na retirada da embalagem de cada uma das unidades

apreendidas até a última, sendo esta etapa a que demanda muito tempo de manuseio da substância, agravado por vezes pela grande quantidade de pequenas unidades embaladas e pelas dificuldades oferecidas pelos tipos de embalagens.

Junte-se ainda os seguintes agravantes: o mesmo perito que faz o exame de constatação provisória muitas vezes, simultaneamente, é plantonista e está também obrigado ao atendimento de locais de crimes; e as regiões atendidas possuem diversos distritos policiais, de modo que os casos de exames de constatação de entorpecentes podem ser numerosos e se acumularem em um curto intervalo de tempo, fatalmente resultando em um processo de fila e em consequente atraso na expedição do laudo, devido à sobrecarga de trabalho.

Diante do exposto o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de colaborar com trabalho do perito criminal na elaboração do laudo de constatação provisória, no que tange à determinação mais rápida do peso líquido total da droga apreendida, através de uma amostra selecionada por amostragem intencional, efetuando-se três pesagens, oferecendo como resultado final uma planilha Excel automatizada específica, que calcula a massa líquida média e o intervalo em que a massa líquida real do entorpecente deverá se situar, ao nível de confiança de 99%.

## 2. Materiais e métodos

Nesta seção procura-se conhecer os pilares em que se apoia a construção da planilha automatizada, quais sejam: as peculiaridades do material rotineiramente submetido a exame; o critério utilizado para determinar o número de elementos da amostra; a seleção dos elementos da amostra pela técnica da amostragem intencional orientada pela média bruta unitária populacional; a balança utilizada e os erros de medição, todos unidos pela matemática das grandezas proporcionais e pela aplicação do método estatístico.

### 2.1 Características do material apreendido submetido ao exame pericial

Os entorpecentes apreendidos, cotidianamente encaminhados para as EPCs (Equipe de Perícias Criminalísticas), especificamente tratados no presente trabalho, são: a cocaína (em pequenas porções de material sólido particulado); o “crack” (em pequenas porções de material sólido petrificado); a maconha (fragmentos vegetais constituídos de folhas, folíolos, inflorescências, caules e frutos, frequentemente em pequenas porções de erva descompactadas ou compactadas); o “skunk” (pequenas

porções de maconha com alto teor de THC, erva descompactada); e o haxixe (pequenas porções de substância de aspecto resinoso de coloração escura e morfologia irregular, derivada da maconha, em pequenas porções).

Os invólucros comumente utilizados, para acondicionar cada unidade de entorpecente (pequena porção), são variados, a saber: invólucros plásticos translúcidos, fechados por meio de nó (em geral para o "crack"); invólucros translúcidos feitos de plástico do tipo filme retorcido (em geral para a maconha); invólucros feitos de plástico translúcidos fechados por sistema de fecho de pressão (em geral para maconha ou para o "crack"); invólucros plásticos translúcidos, fechados por aquecimento (em geral para cocaína em pó); invólucros feitos de papel alumínio retorcido (em geral para o "crack"); microtubos plásticos dotados cada qual de tampa própria (em geral para cocaína em pó); e pequenos frascos plásticos sem rótulo, dotados cada qual de tampa plástica (em geral para "skunk").

As apreensões de que trata o presente trabalho, via de regra, consistem em um conjunto formado por um dado número **N** de unidades brutas de certo entorpecente (unidade bruta = embalagem + entorpecente), conjunto este que será tratado doravante como população.

### 2.2 Determinação do número de elementos da amostra

A partir do número total de unidades brutas recebidas para exame pericial, **N**, o tamanho da amostra, **n**, a ser selecionada por amostragem intencional, no presente trabalho será dimensionado de acordo com o estabelecido no Procedimento Operacional Padrão (POP) para amostragem e pesagem do NEE do IC da SPTC-SP (2016)[3] e na PORTARIA CONJUNTA DECAP/I.C. no. 01/2012[4], vide Tabela 1 transcrito abaixo. Trata-se, portanto, da variação da aplicação do método descrito no item 5 do capítulo 4, para o dimensionamento de amostras arbitrárias, descrito no UNODOC (2009)[5].

### 2.3 Justificativa da utilização da amostragem intencional

Na prática do exame de constatação provisória de substâncias entorpecentes, para uma apreensão constituída por conjunto de **N** unidades brutas de um mesmo entorpecente (que chamamos de população estatística, ou simplesmente população), o número de elementos da amostra, **n**, é determinado conforme a Tabela 1.

**Tabela 1.** Critério de amostragem adotado pelo Núcleo de Exames de Entorpecentes do IC da SPTC-SP para análise de drogas de abuso apreendidas (cocaína e maconha)[3,4].

| Número total de unidades brutas recebidas para exame pericial (N) | Tamanho da amostra selecionada (n) |
|---|---|
| até 10 embalagens | selecionar todo o material |
| de 11 a 100 embalagens | selecionar 10 embalagens |
| de 101 a 400 embalagens | selecionar 20 embalagens |
| de 401 a 1000 embalagens | selecionar 30 embalagens |
| de 1001 a 2000 embalagens | selecionar 45 embalagens |
| acima de 2000 embalagens (N) | $\sqrt{N}$ |

Por outro lado, o peso bruto total ou massa bruta **M** das **N** unidades brutas deve ser aferido por meio da balança utilizada em laboratório e seu valor consignado no laudo pericial. De posse dos valores numéricos de **M** e de **N**, é sempre possível determinar a média bruta unitária populacional, isto é, a massa bruta média unitária **μ**, através da relação:

$$\mu = \frac{M}{N} \text{ (em gramas por unidade bruta)} \qquad (1)$$

O que se procura aqui é encontrar uma amostra representativa da população estudada, ou seja, um subconjunto de n unidades brutas (**n < N**), que retrate todo o conjunto das **N** unidades brutas apreendidas.

Escolhidos os **n** elementos brutos da amostra selecionada, a massa bruta dessa amostra, $\mathbf{m_S}$, e a massa líquida de entorpecente presente na amostra, $\mathbf{m_D}$ , são aferidas. A experiência prática revela que quanto mais a média da amostra selecionada $\overline{m}_S$ se aproxima da média populacional, **μ,** a quantidade de entorpecente presente na população, calculada proporcionalmente, $\mathbf{M_D}$, também se aproxima do valor real. Daí decorre a decisão de realizar a escolha dos elementos da amostra de modo intencional, orientada pela massa bruta média da população.

### 2.3.1 Amostra selecionada e amostra complementar

A seleção das **n** unidades brutas é intencionalmente controlada, por tentativas e com perspicácia, de modo que formem um conjunto de massa $\mathbf{m_S}$, cuja média aritmética, $\overline{m}_S$ seja igual ou muito próxima à média populacional **μ** calculada com a Eq. (1).

Desse modo, se $m_i$, com: i = 1, 2, 3, ..., n, forem as massas das unidades amostrais brutas intencionalmente selecionadas e por pesagem perfizerem em conjunto a massa $\mathbf{m_S}$, então a média amostral $\overline{m}_S$ será calculada por:

$$\overline{m}_S = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i}{n} = \frac{m_S}{n} \quad , \tag{2}$$

de tal modo que:

$$\overline{m}_S = \mu \quad . \tag{3}$$

Entretanto, quando os elementos brutos da amostra selecionada formada por **n** elementos são apartados da população, naturalmente se cria uma amostra complementar, composta pelos $(N-n)$ elementos remanescentes, cuja massa bruta será dada por $m_C = M - m_S$, amostra essa que terá uma massa média bruta unitária dada por:

$$\overline{m}_C = \frac{m_C}{N-n} = \frac{M-m_S}{N-n} \quad . \tag{4}$$

Por outro lado, pela propriedade das proporções, temos que:

$$\frac{M}{N} = \frac{m_S}{n} \quad \Rightarrow \quad \frac{M}{N} = \frac{m_S}{n} = \frac{M-m_S}{N-n} \quad . \tag{5}$$

Verifica-se que teoricamente que as médias unitárias brutas: populacional, da amostra selecionada e da amostra complementar são iguais., ou seja:

$$\mu = \overline{m}_S \Rightarrow \mu = \overline{m}_S = \overline{m}_C \quad . \tag{6}$$

Porém, na prática, devido às limitações do instrumento de medida de massa bem como ao maior ou menor grau de dificuldade para selecionar os elementos da amostra intencional, $\mathbf{m_S}$ **,** verificamos freqüentemente que:

$$\mu \cong \overline{m}_S \Rightarrow \mu \cong \overline{m}_S \cong \overline{m}_C \quad . \tag{7}$$

O número de agrupamentos que se pode fazer com **N** elementos da população, tomados **n** a **n**, de tal sorte que a soma das massas desses agrupamentos seja uma constante, é indeterminado. Entretanto, em simulações realizadas utilizando o suplemento Solver do Excel e/ou o suplemento Kutools para o Excel, mostraram que são bastante numerosas.

Esses agrupamentos, que determinam a massa da amostra selecionada (com **n** elementos) e a massa da amostra complementar (com **N-n** elementos), ambas apresentando médias iguais ou próximas da média populacional, constituem uma classe de amostras que trazem as proporções de massas das drogas e massas das embalagens mais semelhantes às da população, desde que a amostragem recomendada no presente trabalho tenha sido respeitada.

A amostragem intencional atua como filtro, ou seja, não considera todos os elementos da população, mas todos os subconjuntos (quantidade indeterminada teoricamente) formados por aqueles elementos da população, cujas combinações de n elementos têm as propriedades de interesse acima mencionadas. À união desses subconjuntos vamos denominar de população filtrada.

## 2.4 Procedimentos operacionais para a otimização dos resultados – como selecionar os n elementos da amostra

A massa bruta ideal teórica da amostra a ser selecionada, $m_I = \mu \times n$, serve como parâmetro importante para nortear a seleção intencional dentre os elementos da população; ou seja, por pesagem, os **n** elementos da amostra selecionada devem perfazer a massa bruta $m_S$ mais próxima possível da massa ideal $m_I$. Desse modo, a massa bruta média unitária amostral $\overline{m}_S$ também se aproxima da massa média bruta unitária populacional **μ**.

Outro indicativo da boa amostragem intencional são os números estimados de unidades da população, $\upsilon_S$ e $\upsilon_c$ que podem ser assim calculados:

a) Através da amostra selecionada:

$$\upsilon_S = \frac{M \times n}{m_S} \tag{8}$$

b) Através da amostra complementar:

$$\upsilon_C = \frac{M \times (N - n)}{m_C} \ . \tag{9}$$

Os valores de **N,** $\upsilon_S$ e $\upsilon_C$ devem ser iguais ou tão próximos quanto possível. Servem como sinalização. Quanto mais próximos entre si, menor será o erro cometido.

Contudo, a otimização dos resultados, ou seja, o menor erro obtido da estimativa, ficará subordinada à representatividade da amostra selecionada em

relação à população estudada, quer em relação à sua homogeneidade, quer em relação à sua heterogeneidade.

Se a população for homogênea, será mais fácil selecionar uma amostra intencional que atenda ao requisito acima. De fato, quanto maior a homogeneidade dos elementos da população estudada, maior será a confiabilidade da massa bruta média unitária calculada por (1), principalmente no que tange às proporções constituintes da massa da embalagem e da massa do entorpecente, sendo esta última de fundamental importância para a estimativa pontual da massa líquida total do entorpecente apreendido.

Por ouro lado, caso se constate heterogeneidade da população, é recomendável:

a) Proceder à separação da população em subpopulações afins, buscando identificar e agrupar quer em relação aos tipos de embalagem, quer em relação às dimensões e às massas do entorpecente embalado, aquelas unidades brutas que se assemelham. Este procedimento gerará duas ou mais subpopulações que serão estudadas individualmente; ou

b) Alternativamente, a heterogeneidade da população ficará impressa na amostra intencional se a população for dividida em grupos de elementos homogêneos ou estratos, para depois proceder à amostragem intencional. O número de elementos da amostra intencional deverá ser dividido em partes diretamente proporcionais aos números de elementos dos estratos que compõem a população. Desse modo, a heterogeneidade da amostra retratará a heterogeneidade da população, garantindo a representatividade.

### 2.5 Propriedade da média populacional $\mu$

A média bruta unitária populacional $\mu$ é equivalente à média ponderada das massas brutas médias unitárias das amostras selecionada e complementar, $\overline{m}_S$ e $\overline{m}_C$, tendo como fatores de ponderação os respectivos números de elementos amostrais, **n** e **n'**. Em símbolos:

$$\frac{\overline{m}_S \times n + \overline{m}_C \times n'}{n + n'} = \frac{M}{N} = \mu \ . \qquad (10)$$

### 2.6 As medidas de variabilidade: $\varepsilon_S$, $\varepsilon_C$, $\sigma_P$ e $\sigma$

#### 2.6.1 Cálculo do valor absoluto do desvio da massa bruta média unitária da amostra selecionada em relação à massa bruta média unitária populacional, $\varepsilon_S$

$$\varepsilon_S = \left|\mu - \overline{m}_S\right| = \left|\frac{M}{N} - \frac{m_S}{n}\right| \Leftrightarrow \varepsilon_S = \left|\frac{n \times M - N \times m_S}{n \times N}\right| . \quad (11)$$

#### 2.6.2 Cálculo do valor absoluto do desvio da massa bruta média unitária da amostra complementar em relação à massa bruta média unitária populacional, $\varepsilon_C$:

$$\varepsilon_C = \left|\mu - \overline{m}_C\right| = \left|\frac{M}{N} - \frac{M - m_S}{N - n}\right| \Leftrightarrow \varepsilon_C = \left|\frac{N \times m_S - n \times M}{N \times (N - n)}\right| . \quad (12)$$

#### 2.6.3 Estimativa do desvio padrão das amostras: selecionada e complementar, $\sigma_P$:

O desvio padrão das amostras será estimado de forma ponderada, ou seja, calculando-se a média quadrática ponderada dos desvios absolutos das massas brutas unitárias das amostras selecionada e complementar, $\varepsilon_S$ e $\varepsilon_C$, tendo como fatores de ponderação os respectivos números de elementos amostrais **n** e **n'**.

Lembrando que perdemos em cada amostra um grau de liberdade, o desvio padrão ponderado amostral será calculado por:

$$\sigma_P = \sqrt{\frac{(n-1) \times \varepsilon_S^2 + (N - n - 1) \times \varepsilon_C^2}{N - 2}} . \quad (13)$$

Que implica em:

$$\sigma_P^2 = \frac{n \times \varepsilon_S^2 + (N - n) \times \varepsilon_C^2}{N - 2} - \frac{\varepsilon_S^2 + \varepsilon_C^2}{N - 2} . \quad (14)$$

Porém, considerando que:

$$\frac{\varepsilon_S^2 + \varepsilon_C^2}{N - 2} \cong 0 . \quad (15)$$

Podemos escrever simplesmente:

$$\sigma_P^2 = \frac{(n \times M - N \times m_S)^2}{N^2} \times \left(\frac{N}{n \times (N - n)}\right) \times \frac{1}{N - 2} . \quad (16)$$

### 2.6.4 Estimativa do desvio padrão σ de todas as amostras filtradas (amostras selecionadas e correspondentes amostras complementares)

Tendo em vista o desenvolvimento da relação (16), podemos escrever:

$$\frac{(n \times M - N \times m_s)^2}{N^2 \times (N-2)} = \frac{\sigma_P^2}{\left(\frac{1}{n} + \frac{1}{N-n}\right)} \quad . \tag{17}$$

Infere-se por analogia que a variância de todas as amostras filtradas (amostras selecionadas e correspondentes amostras complementares) no caso em estudo é dada por:

$$\sigma^2 = \frac{(n \times M - N \times m_s)^2}{N^2 \times (N-2)} \tag{18}$$

ou:

$$\sigma^2 = \frac{\frac{n \times \varepsilon_S^2 + n' \times \varepsilon_C^2}{N-2}}{\left(\frac{1}{n} + \frac{1}{N-n}\right)} \quad . \tag{19}$$

### 2.6.5 Propriedade das amostras: selecionada e complementar

Tendo em vista as relações (12) e (13), conclui-se que:

$$n \times \varepsilon_S = (N-n) \times \varepsilon_C \quad . \tag{20}$$

Usando (21) na relação (20), demonstra-se que:

$$\sigma^2 = \frac{n^2 \times \varepsilon_S^2}{N-2} \tag{21}$$

ou que:

$$\sigma^2 = \frac{(N-n)^2 \times \varepsilon_C^2}{N-2} \quad . \tag{22}$$

## 2.7 A balança utilizada, suas características e classificação e tolerâncias segundo o INMETRO e análise dos erros desse instrumento de medida de massa

Para a realização das pesagens foi utilizada a balança digital da marca Shimadzu[6], do modelo UW6200H, classificada, segundo as normas estabelecidas no Anexo 1 da Portaria 236/94 do INMETRO[7], de classe de exatidão classe II (exatidão fina), com capacidades máxima e mínima de pesagem, respectivamente iguais a 6.200,00 g e 0,5 g, apresentando valor de divisão real, d = 0,01 g, e valor de divisão de

verificação, e = 0,1 g. A tolerância da balança em questão, segue o estabelecido no Anexo 1 da portaria mencionada no tocante aos erros máximos permitidos, reproduzida na Tabela 2 a seguir:

**Tabela 2.** Erros máximos permitidos em verificação inicial (Tolerâncias)[7].

| **Erros máximos permitidos em verificação inicial** | **Para as cargas m, expressas em valores de verificação (e)** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Classe I** | **Classe II** | **Classe III** | **Classe IIII** |
| $\pm 0{,}5\,e$ | $0 \le m \le 50\,000$ | $0 \le m \le 5\,000$ | $0 \le m \le 500$ | $0 \le m \le 50$ |
| $\pm 1{,}0\,e$ | $50\,000 < m \le 200\,000$ | $5\,000 < m \le 20\,000$ | $500 < m \le 2\,000$ | $50 < m \le 200$ |
| $\pm 1{,}5\,e$ | $200\,000 < m$ | $20\,000 < m \le 100\,000$ | $2\,000 < m \le 10\,000$ | $200 < m \le 1\,000$ |

Define-se o parâmetro denominado erro máximo (Emáx) de um sistema de medição como a faixa de valores, centrada em torno do zero, que, com uma probabilidade definida, contém o maior erro do qual pode estar afetada qualquer indicação apresentada pelo sistema de medição, considerando os erros sistemáticos e aleatórios em toda a sua faixa de medição, sempre respeitando as condições de operação especificadas pelo seu fabricante. Note que este é um parâmetro característico do sistema de medição e não de um processo de medição em particular.

Diante disso consideramos que a tolerância, Δ, imposta pelo INMETRO[6] é composta pelo erro sistemático e pela incerteza da medição (erro aleatório) do seguinte modo:

**$\Delta = \pm E_{max} = \pm$ (Erro sistemático + Erro aleatório (ou Incerteza da medição))**. (23)

Seja, então, **IT** o intervalo (ou faixa) de tolerância desejável para a grandeza mensurável, dado por:

$$IT = 2 \times E_{máx} \ . \tag{24}$$

Segundo Gonçalves Jr (2008)[8], a experiência prática mostra que um ponto de equilíbrio razoável é atingido quando a incerteza de medição, **IM**, é da ordem de um décimo do intervalo de tolerância, ou seja:

$$IM = \frac{IT}{10} \ . \tag{25}$$

Quando não há informações adicionais suficientes para permitir que seja determinada a forma da distribuição de probabilidades associada incerteza de medição, geralmente assume-se, por segurança, a existência de uma distribuição de probabilidades uniforme (ou retangular), isto é, há a mesma probabilidade do efeito se situar em qualquer ponto dentro dos limites estabelecidos. Desse modo, a incerteza padrão da balança será dada por:

$$u = \frac{IM}{\sqrt{3}} \ . \qquad (26)$$

Desse modo, as incertezas padrão das medições para a balança de classe II são dadas na Tabela 3 abaixo.

**Tabela 3.** Tolerâncias, erros e incertezas por faixa de pesagem para a balança utilizada.

| Massa mensurada, m (em gramas) | Tolerância Δ (em gramas) | Erro sistemático Es (em gramas) | Incerteza da medição IM (em gramas) | Incerteza padrão (u) |
|---|---|---|---|---|
| 0 ≤ m ≤ 500 | 0,05 | 0,04 | 0,01 | 0,005774 |
| 500 < m ≤ 2000 | 0,10 | 0,08 | 0,02 | 0,011547 |
| 2000 < m ≤ 10000 | 0,15 | 0,12 | 0,03 | 0,017321 |

### 2.7.1 Propagação dos erros sistemáticos de medida (erro provável máximo)

A propagação dos erros sistemáticos foi feita com o emprego da equação do erro indeterminado de Gauss. A Tabela 4 abaixo expõe as fórmulas desenvolvidas para os cálculos das propagações dos erros.

**Tabela 4.** Fórmulas de propagação dos erros sistemáticos

| Grandeza | Propagação do erro |
|---|---|
| $\overline{m}_D = \frac{m_{DS}}{n}$ | $\Delta\overline{m}_D = \frac{\Delta m_{DS}}{n}$ (27) |
| $\mu = \frac{M}{N}$ | $\Delta\mu = \frac{\Delta M}{N}$ (28) |
| $\overline{m}_S = \frac{m_S}{n}$ | $\Delta\overline{m}_S = \frac{\Delta m_S}{n}$ (29) |
| $p = \frac{m_{DS}}{m_S}$ | $\Delta p = \frac{\Delta m_{DS}}{m_S} + \frac{\Delta m_S \times m_{DS}}{(m_S)^2}$ (30) |
| $(\mu \times p)$ | $\Delta(\mu \times p) = \Delta\mu \times p + \mu \times \Delta p$ (31) |

**2.8 Massa líquida de drogas da amostra selecionada, $m_{DS}$.**

Após remover as embalagens das unidades brutas componentes da amostra selecionada, poderemos aferir a massa líquida de drogas da amostra utilizando a balança.

**2.9 Cálculo da massa líquida média unitária da amostra selecionada, $\overline{m}_D$**

$$\overline{m}_D = \frac{m_{DS}}{n} \quad . \tag{32}$$

**2.10 Estimativa da proporção de drogas na amostra selecionada, p**

$$p = \frac{m_{DS}}{m_S} \tag{33}$$

ou equivalentemente:

$$p = \frac{\overline{m}_D}{\overline{m}_S} . \tag{34}$$

**2.11 Determinação do intervalo de confiança da estimativa da massa líquida unitária de drogas da população através das médias das amostras selecionadas e complementares, filtradas pela amostragem intencional**

A distribuição das médias amostrais é normal, independentemente do tipo de distribuição probabilística da população estudada, com média μ e desvio padrão σ.

O intervalo de variação da média μ estimado através da média $\overline{m}_S$, ao nível de confiança determinado pelas constantes **k**, dadas por:

$$k = \begin{cases} \text{t, coeficiente t - Student ao nível de} \\ \text{confiança de 99\%, para (n - 1) graus de} \\ \text{liberdade e } n \leq 30 \\ \text{ou} \\ \text{z, coeficiente z da distribuição normal} \\ \text{ao nível de confiança de 99\%, para } n > 30 \end{cases}$$

Entretanto, como **0 < p < 1**, podemos escrever $\left| \mu_D - \overline{m}_D \right| < k \times \sigma$, o que implica em:

$$\overline{m}_D - k \times \sigma < \mu_D < \overline{m}_D + k \times \sigma . \tag{35}$$

### 2.12 Expansão da incerteza estatística

Associada à mencionada incerteza estatística, está a incerteza estatística padrão da medição, **u**, decorrente da balança utilizada, calculada conforme a Eq. 27.

Conjugando as duas incertezas mencionadas, resulta a incerteza combinada, $\mathbf{u_c}$, calculada pela expressão a seguir:

$$u_c = \sqrt{\sigma^2 + u^2}\,. \tag{36}$$

Ao nível de confiança de 99%, para uma população finita constituída de **N** elementos e uma amostra composta por **n** elementos, a incerteza expandida, **u**, é dada por:

$$u = k \times u_c \times \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}\ \text{, se } \frac{n}{N} > 0,1\ ;$$

$$u = k \times u_c\ \text{, se } \frac{n}{N} \le 0,1. \tag{37}$$

### 2.13 Intervalo de confiança considerando também a expansão dos erros sistemáticos devido à tolerância da balança utilizada

Desse modo o intervalo de confiança do valor real da massa líquida de droga média unitária, $\mu_D$, cuja estimativa pontual é a média unitária, $\overline{m}_D$, fica assim determinado:

$$\overline{m}_D - \Delta\overline{m}_D - \Delta(\mu \times p) - u < \mu_D < \overline{m}_D + \Delta\overline{m}_D + \Delta(\mu \times p) + u\,. \tag{38}$$

Multiplicando todos os termos da desigualdade acima por **N**, vem:

$$N \times \overline{m}_D - N \times [\Delta\overline{m}_D + \Delta(\mu \times p) + k \times u] < N \times \mu_D < N \times \overline{m}_D + N \times [\Delta\overline{m}_D + \Delta(\mu \times p) + k \times u]\,. \tag{41}$$

Reconhecendo que $N \times \overline{m}_D = \overline{M}_D$ é a estimativa da massa líquida média de drogas da população e $N \times \mu_D = W_D$ é a massa líquida real de drogas da população, podemos finalmente escrever o intervalo de confiança para a o valor real da massa líquida de drogas da população, $W_D$, cuja estimativa pontual é a média $\overline{M}_D$:

$$\overline{M}_D - N \times [\Delta\overline{m}_D + \Delta(\mu \times p) + k \times u] < W_D < \overline{M}_D + N \times [\Delta\overline{m}_D + \Delta(\mu \times p) + k \times u]\,. \tag{39}$$

Admitindo que $\pi = \frac{\mu_D}{\mu}$ seja o valor real da proporção da massa de drogas na população bruta, também podemos estabelecer o intervalo de confiança dessa proporção, partindo da relação (69), do seguinte modo:

$$\frac{\overline{m}_D - \Delta\overline{m}_D - \Delta(\mu \times p) - u}{\mu} < \pi < \frac{\overline{m}_D + \Delta\overline{m}_D + \Delta(\mu \times p) + u}{\mu} \tag{40}$$

## 3. Resultados – a planilha automatizada

O presente estudo apresenta uma nova proposta para o cálculo da massa líquida de drogas apreendidas, a partir da amostragem intencional, especialmente a maconha, a cocaína e o “crack”, em grandes quantidades de pequenas unidades embaladas.

Como resultado, foi construída a presente planilha de cálculo automatizada, específica para uma balança de classe II, de capacidade de 6200 gramas, com resolução de 0,01 grama, realizando-se três pesagens. Entretanto, pode ser adaptada para qualquer classe de balanças. As células de fundo amarelo podem ser preenchidas e modificadas pelo usuário; as demais se encontram protegidas.

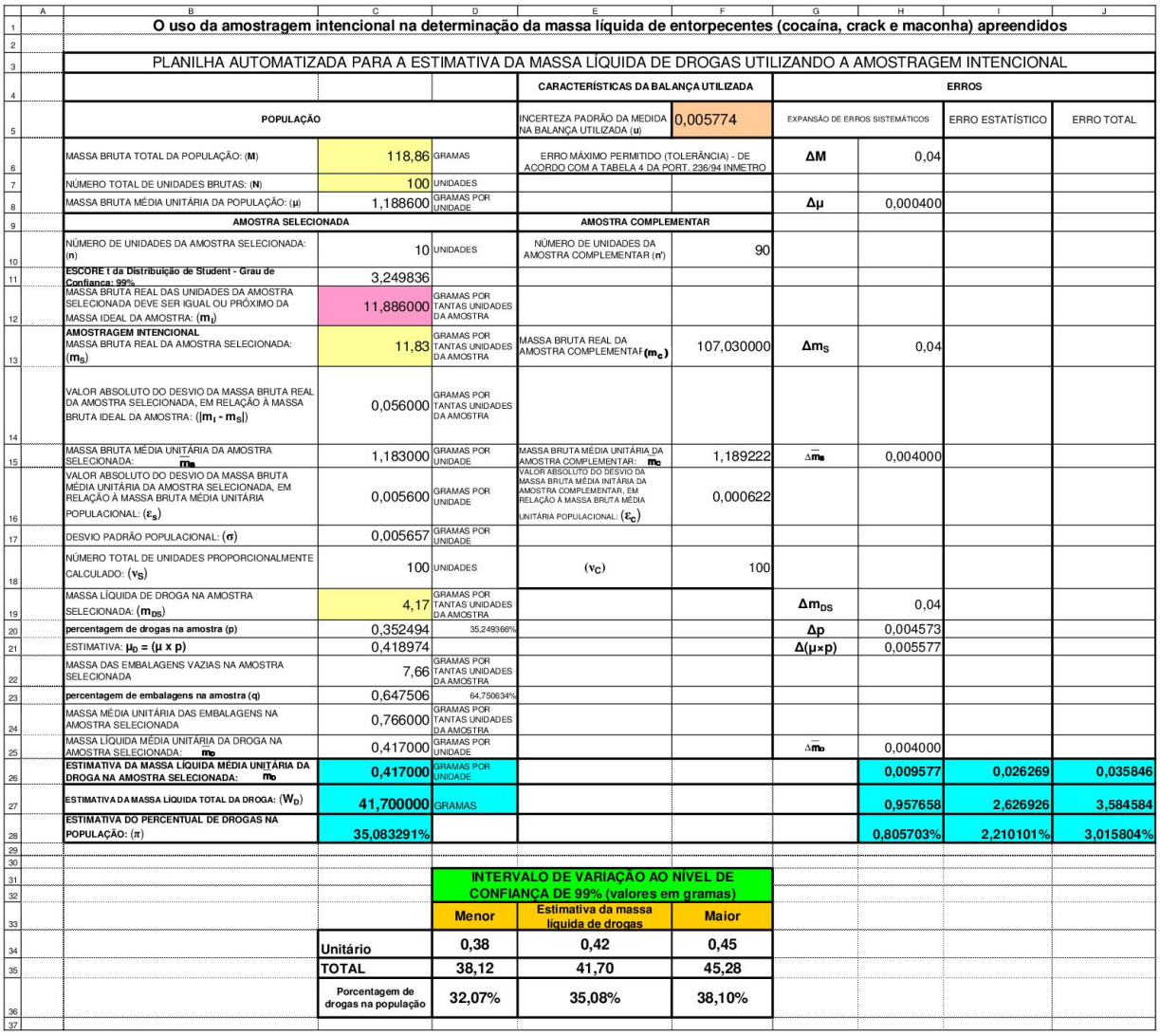
Com os objetivos de: mostrar o aspecto da planilha e como lançar os dados; descrever os procedimentos da amostragem intencional; exemplificar como os resultados são nela expostos e se concatenam, vai o seguinte caso extraído da prática pericial: Foram apresentados à perícia o total de 100 (cem) unidades de microtubos plásticos, em quatro tamanhos diferentes, cada qual com tampa própria e contendo em seu interior uma porção de substância pulverizada (no caso, cocaína).

Em primeiro lugar, foi aferida a massa bruta total da população na balança descrita neste trabalho, obtendo-se o valor: 118,86 g, o qual foi lançado na célula C6 da planilha. Em seguida, os elementos da população foram separados em quatro estratos, o número de elementos da população conferido e o valor 100 lançado na célula C7. Instantaneamente surgem: na célula C8 o valor da massa bruta média da população: 1,188600 g; na célula C10 o número de elementos da mostra: 10 unidades, e na célula C12, o valor da massa ideal da amostra a ser selecionada por amostragem intencional: 11,886000 g.

A escolha dos dez elementos da amostra conservou a heterogeneidade da população com relação aos quatro tamanhos dos microtubos, preservando tanto quanto possível na amostra as proporções da população. Dessa forma, os dez elementos da amostra foram escolhidos de modo que a massa bruta total da amostra se aproximasse tanto quanto possível da massa ideal: 11,886000g; os elementos selecionados perfizeram a massa bruta de 11,83 g, valor este digitado na célula C13.

Em continuidade, os dez microtubos da amostra selecionada foram esvaziados e os seus respectivos conteúdos reservados para pesagem, revelando que a massa de drogas da amostra selecionada é de 4,17 g, valor este, lançado na

célula C19. Após este último lançamento, a planilha se completa totalmente oferecendo os resultados visualizados na Figura 1.



| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **O uso da amostragem intencional na determinação da massa líquida de entorpecentes (cocaína, crack e maconha) apreendidos** | | | | | | | | | | |
| PLANILHA AUTOMATIZADA PARA A ESTIMATIVA DA MASSA LÍQUIDA DE DROGAS UTILIZANDO A AMOSTRAGEM INTENCIONAL | | | | | | | | | | |
| | | | | **CARACTERÍSTICAS DA BALANÇA UTILIZADA** | | **ERROS** | | | | |
| **POPULAÇÃO** | | | | INCERTEZA PADRÃO DA MEDIDA NA BALANÇA UTILIZADA (u) | 0,005774 | EXPANSÃO DE ERROS SISTEMÁTICOS | | ERRO ESTATÍSTICO | ERRO TOTAL | |
| MASSA BRUTA TOTAL DA POPULAÇÃO: (M) | 118,86 | GRAMAS | | ERRO MÁXIMO PERMITIDO (TOLERÂNCIA) - DE ACORDO COM A TABELA 4 DA PORT. 236/94 INMETRO | | ΔM | 0,04 | | | |
| NÚMERO TOTAL DE UNIDADES BRUTAS: (N) | 100 | UNIDADES | | | | | | | | |
| MASSA BRUTA MÉDIA UNITÁRIA DA POPULAÇÃO: (μ) | 1,188600 | GRAMAS POR UNIDADE | | | | Δμ | 0,000400 | | | |
| **AMOSTRA SELECIONADA** | | | | **AMOSTRA COMPLEMENTAR** | | | | | | |
| NÚMERO DE UNIDADES DA AMOSTRA SELECIONADA: (n) | 10 | UNIDADES | | NÚMERO DE UNIDADES DA AMOSTRA COMPLEMENTAR (n') | 90 | | | | | |
| **ESCORE t da Distribuição de Student - Grau de Confiança: 99%** | 3,249836 | | | | | | | | | |
| MASSA BRUTA REAL DAS UNIDADES DA AMOSTRA SELECIONADA DEVE SER IGUAL OU PRÓXIMO DA MASSA IDEAL DA AMOSTRA: ($m_I$) | 11,886000 | GRAMAS POR TANTAS UNIDADES DA AMOSTRA | | | | | | | | |
| **AMOSTRAGEM INTENCIONAL** MASSA BRUTA REAL DA AMOSTRA SELECIONADA: ($m_S$) | 11,83 | GRAMAS POR TANTAS UNIDADES DA AMOSTRA | | MASSA BRUTA REAL DA AMOSTRA COMPLEMENTAF ($m_C$) | 107,030000 | $\Delta m_S$ | 0,04 | | | |
| VALOR ABSOLUTO DO DESVIO DA MASSA BRUTA REAL DA AMOSTRA SELECIONADA, EM RELAÇÃO À MASSA BRUTA IDEAL DA AMOSTRA: ($\lvert m_I - m_S \rvert$) | 0,056000 | GRAMAS POR TANTAS UNIDADES DA AMOSTRA | | | | | | | | |
| MASSA BRUTA MÉDIA UNITÁRIA DA AMOSTRA SELECIONADA: $\bar{m}_a$ | 1,183000 | GRAMAS POR UNIDADE | | MASSA BRUTA MÉDIA UNITÁRIA DA AMOSTRA COMPLEMENTAR: $\bar{m}_c$ | 1,189222 | $\Delta\bar{m}_a$ | 0,004000 | | | |
| VALOR ABSOLUTO DO DESVIO DA MASSA BRUTA MÉDIA UNITÁRIA DA AMOSTRA SELECIONADA, EM RELAÇÃO À MASSA BRUTA MÉDIA UNITÁRIA POPULACIONAL: ($\varepsilon_a$) | 0,005600 | GRAMAS POR UNIDADE | | VALOR ABSOLUTO DO DESVIO DA MASSA BRUTA MÉDIA INITÁRIA DA AMOSTRA COMPLEMENTAR, EM RELAÇÃO À MASSA BRUTA MÉDIA UNITÁRIA POPULACIONAL: ($\varepsilon_C$) | 0,000622 | | | | | |
| DESVIO PADRÃO POPULACIONAL: ($\sigma$) | 0,005657 | GRAMAS POR UNIDADE | | | | | | | | |
| NÚMERO TOTAL DE UNIDADES PROPORCIONALMENTE CALCULADO: ($v_S$) | 100 | UNIDADES | | ($v_C$) | 100 | | | | | |
| MASSA LÍQUIDA DE DROGA NA AMOSTRA SELECIONADA: ($m_{DS}$) | 4,17 | GRAMAS POR TANTAS UNIDADES DA AMOSTRA | | | | $\Delta m_{DS}$ | 0,04 | | | |
| **percentagem de drogas na amostra (p)** | 0,352494 | 35,249366% | | | | Δp | 0,004573 | | | |
| ESTIMATIVA: $\mu_D = (\mu \times p)$ | 0,418974 | | | | | Δ(μ×p) | 0,005577 | | | |
| MASSA DAS EMBALAGENS VAZIAS NA AMOSTRA SELECIONADA | 7,66 | GRAMAS POR TANTAS UNIDADES DA AMOSTRA | | | | | | | | |
| **percentagem de embalagens na amostra (q)** | 0,647506 | 64,750634% | | | | | | | | |
| MASSA MÉDIA UNITÁRIA DAS EMBALAGENS NA AMOSTRA SELECIONADA | 0,766000 | GRAMAS POR TANTAS UNIDADES DA AMOSTRA | | | | | | | | |
| MASSA LÍQUIDA MÉDIA UNITÁRIA DA DROGA NA AMOSTRA SELECIONADA: $\bar{m}_D$ | 0,417000 | GRAMAS POR UNIDADE | | | | $\Delta\bar{m}_D$ | 0,004000 | | | |
| **ESTIMATIVA DA MASSA LÍQUIDA MÉDIA UNITÁRIA DA DROGA NA AMOSTRA SELECIONADA: $\bar{m}_D$** | **0,417000** | GRAMAS POR UNIDADE | | | | | **0,009577** | **0,026269** | **0,035846** | |
| **ESTIMATIVA DA MASSA LÍQUIDA TOTAL DA DROGA: ($W_D$)** | **41,700000** | GRAMAS | | | | | **0,957658** | **2,626926** | **3,584584** | |
| **ESTIMATIVA DO PERCENTUAL DE DROGAS NA POPULAÇÃO: (π)** | **35,083291%** | | | | | | **0,805703%** | **2,210101%** | **3,015804%** | |
| | | | **INTERVALO DE VARIAÇÃO AO NÍVEL DE CONFIANÇA DE 99% (valores em gramas)** | | | | | | | |
| | | | **Menor** | **Estimativa da massa líquida de drogas** | **Maior** | | | | | |
| | **Unitário** | | **0,38** | **0,42** | **0,45** | | | | | |
| | **TOTAL** | | **38,12** | **41,70** | **45,28** | | | | | |
| | **Porcentagem de drogas na população** | | **32,07%** | **35,08%** | **38,10%** | | | | | |

**Figura 1.** Reprodução da interface para lançamento dos dados em uma planilha automatizada, a qual está disponibilizada em formato Excel como material suplementar do presente artigo.

Finalizando o exemplo acima, posteriormente, os noventa microtubos restantes da população foram esvaziados e juntados ao conteúdo da amostra selecionada, de maneira que a quantidade total de drogas presente na população aferida na balança deu 42,06 gramas. Em outras palavras, a massa de drogas de fato aferida na balança, 42,06 g, se encontra bastante próxima do valor médio calculado, 41,70 g, bem como está situada entre o limite inferior e o limite superior do intervalo de confiança, respectivamente: 38,12 g e 45,28 g.

Uma planilha eletrônica foi desenvolvida para realizar os cálculos do exemplo anterior. Esta planilha está disponível como material suplementar do presente artigo e contém as equações explicitadas na Seção 2, automatizando os cálculos para o usuário interessado em reproduzir o método aqui proposto.

## 4. Discussão

Este trabalho se apoia na amostragem intencional, não aleatória, que procura selecionar uma amostra representativa da população, cuja média bruta unitária seja tão próxima quanto possível da média bruta unitária populacional, dispensando a pesagem individual dos elementos da amostra para calcular o desvio padrão amostral e populacional.

Constatou-se que, quando a amostra intencional tem composição similar à da população e as médias amostral e populacional também são próximas, então a amostra guardará proporções da massa da embalagem e da massa do entorpecente semelhantes às da população, fato este ensinado por Milone (2004)[9], "... método bom é aquele em que a amostra é representativa, isto é, parece uma miniatura da população em estudo, denunciando suas propriedades e proporções" e corroborado por Nagae (2007)[10], "o método de amostragem intencional baseia-se na fundamentação de que devemos controlar a seleção amostral sempre que houver conhecimento suficiente para garantir boas inferências de quantidades conhecidas e de alguma forma correlacionadas com aquelas desconhecidas e de interesse".

## 5. Conclusão

A determinação da massa líquida de drogas apreendidas com o emprego da amostragem intencional associada ao uso da planilha automatizada acelera a produção do laudo de constatação provisória, oferecendo uma estimativa confiável e um erro que pode ser muito pequeno, ambos subordinados a um procedimento simples envolvendo três pesagens.

O erro pode ser minimizado, quando são observados os seguintes quesitos:

a) Selecionar uma amostra obtida por amostragem intencional, que seja representativa da população estudada, cuja média amostral $\overline{m}_s$ seja tão próxima quanto possível da massa bruta média unitária da população $\mu$.

b) Utilizar uma balança mais precisa. No presente trabalho utilizou-se uma balança de classe II, ou classe de exatidão fina, com resolução de um centésimo de grama. Entretanto, o erro de medida depende do grau de exatidão da balança, portanto, utilizar uma balança de classe I, ou classe de exatidão especial, com resolução de um milésimo de grama, tornará o intervalo de confiança mais estreito, produzindo menores erros sistemáticos e aleatórios.

c) Efetuar as pesagens respeitando as boas práticas operacionais, dentre elas ressaltam-se: assegurar que o ambiente de trabalho seja livre de correntes de ar e utilizar equipamento de medição devidamente calibrado.

Finamente, considerando que os órgãos oficiais de perícias criminais do país contam hoje com sistemas informatizados de gestão de laudos que permitem a emissão automática desses documentos, a planilha apresentada com as devidas adaptações, bem poderia ser incorporada nessas plataformas, para oferecer valores médios estimados compreendidos entre os extremos de um intervalo, com grau de confiança de 99%.

## Referências

1. BRASIL. Lei nº 11.343, de 23 de agosto de 2006. Institui o Sistema Nacional de Políticas Públicas sobre Drogas – Sisnad. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 ago. 2006.
2. SÃO PAULO (Estado). Portaria da Superintendência da Polícia Técnico-Científica SPTC-63 de 30 de abril de 2015, DOESP, 05 de maio de 2005.
3. POP – Procedimento Operacional Padrão – Procedimento para amostragem e pesagem de cocaína e maconha – Núcleo de Exames de Entorpecentes – do IC da SPTC-SP. 2016.
4. Portaria conjunta DECAP/I.C. no. 01 – Cria e Implementa Novo Sistema de constatação de Drogas nas unidades territoriais da Polícia Civil no âmbito do Departamento de Polícia Judiciária da Capital, de 13 de março de 2012, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 17 de março de 2012. Poder Executivo, Seção I, v. 122, n. 52, p. 18.
5. UNODC. Guidelines on representative drug sampling. 2009. Disponível em: <http://www.unodc.org/documents/scientific/Drug_Sampling.pdf>. Acesso em: 2019-03-19.
6. SHIMADZU CORPORATION, Eletronic balance instruction manual uw series ux series.

7. Portaria INMETRO nº 236 de 22 de dezembro de 1994, disponível em
8. http://inmetro.gov.br/rtac/pdf/RTAC000180.pdf, Acesso em 2019-03-25.
9. Gonçalves Jr AA, Sousa AR. Fundamentos de metrologia científica e industrial, 1ª Ed., Manole, 2008.
10. Milone G. Estatística: geral e aplicada, 1ª ed. São Paulo, Cengage Learning, 2004.
11. Nagae CY. Amostragem intencional. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. https://doi.org/10.11606/D.45.2007.tde-06122007-205037