

# CONTRÔLE DE QUALIDADE DE ÁGUA — PLANOS DE AMOSTRAGEM

Eng.º RICARDO IGLESIAS

## SUMARIO

Qualquer atividade de controle deve se basear em dados concretos e consistentes, de modo que possam se traduzir em verdadeiros benefícios e não se perderem em áreas de pequena importância.

Sabemos que muitas vezes o empirismo e a improvisação vencem o planejamento racional, trazendo sérios prejuízos e perda considerável de tempo.

Neste trabalho procuramos colocar de maneira lógica e sequencial um conjunto de fatores e idéias que todo planejador ou equipe de planejamento deve ter em mente antes de elaborar Planos de Amostragem para Controle.

Orientamos os exemplos e alguns tópicos para o problema do Controle Específico da Qualidade de Água, mas na essência as idéias aqui contidas abrangem todo o campo de Amostragem.

## I) INTRODUÇÃO

O problema de controle da contaminação da água é, sem dúvida, de primordial importância para o desenvolvimento econômico e social das comunidades.

A poluição pode ter efeitos altamente desfavoráveis sobre o emprego da água para o abastecimento de populações e indústrias, para proliferação de peixes e outros alimentos de origem aquática, para a instalação de tanques e represas e para as atividades recreativas em praias, rios e lagos.

Por outro lado, qualquer atividade de controle deve se basear em dados concretos e consistentes, de modo que possam se traduzir em

verdadeiros benefícios e não se perderem em áreas de pequena importância.

Um planejamento racional para obtenção de dados surge aqui como necessidade imperiosa, para elaboração de planos de controle realmente eficazes tanto sob o aspecto operacional como econômico.

Neste trabalho procuramos fornecer algumas idéias e técnicas de grande utilidade para elaboração de «planos de amostragem para controle de qualidade de águas». Estes planos de amostragem constituem a pedra fundamental para a implantação de uma atividade de controle e a estrutura necessária para a consolidação da mesma no decorrer do tempo.

Examinamos o assunto de maneira mais geral possível e procuramos enfocá-lo através das técnicas mais recentes de planejamento, organização de atividades, estatística, etc.

## II) FATORES FUNDAMENTAIS

O desenvolvimento e implantação de um sistema deve passar por várias etapas sendo que, nessas passagens alguns fatores são de fundamental importância para sua consolidação.

Dentre os fatores que condicionam a formulação do plano, encontram-se:

### 1) Fator «objetivo-custo»

Dentro deste aspecto devemos decidir qual é o melhor plano que atende os objetivos propostos, levando-se em conta o fator custo do mesmo.

### 2) Fator «prioridade»

Devemos classificar as metas propostas no início do trabalho, segundo um critério de prioridade para execução das atividades à elas relacionadas.

---

Diretor da Divisão de Programas e Avaliação do CETESB. Professor do Departamento de Estatística e Matemática da Universidade de São Paulo — USP.

### 3) Fator «condições atuais»

Dentro do universo em estudo, algumas vezes, encontramos uma série de fatores que o determinam e o explicam satisfatoriamente. Devemos lançar mão de todos os dados e modelos existentes, para auxiliar-nos na elaboração dos planos em questão.

Nesta fase podemos dizer que qualquer dado sobre as condições atuais do sistema em estudo são de fundamental importância, para uma planificação bem feita.

### 4) Fator «recursos disponíveis para elaboração do projeto»

Devemos encarar realisticamente, a capacidade e o «know-how» do pessoal que irá trabalhar na elaboração do plano.

Este dado está diretamente ligado com as pretensões colocadas no início do trabalho; pois, **não devemos pensar** em planos de altíssimo nível, se não possuímos os recursos e conhecimentos suficientes para elaboração dos mesmos.

### 5) Fator «pesquisa bibliográfica»

Nunca devemos esquecer que nem sempre somos os primeiros a elaborar um certo plano para uma certa realidade, portanto devemos pesquisar toda a bibliografia existente (livros, revistas, periódicos, etc.) com o fito de aproveitarmos o que já existe desenvolvido no campo. Esta pesquisa na maioria das vezes nos fornece subsídios que geram economia de tempo e dispersão de esforços.

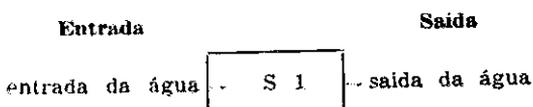
### 6) Fator «Análise do Sistema a ser Controlado».

Dentro deste fator devemos considerar:

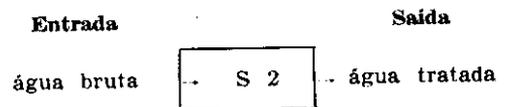
- 1) o sistema a ser controlado é um «**todo integrado**», e sob este ponto de vista deve ser analisado.
- 2) no sistema sempre temos um conjunto de entradas e saídas. Dependendo da natureza do estudo e dos propósitos do controle é que delineamos o que é **entrada**, e o que é **saída** no sistema.

Exemplo:

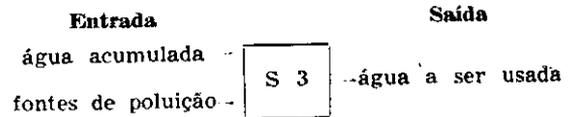
#### 2.1 Controle de reservatórios:



#### 2.2. Controle de um sistema de tratamento:



#### 2.3. Controle de qualidade das águas de uma lagoa:



- 3) Todas as variáveis que exercem influência sobre o **Sistema** analisado devem ser **identificadas e relacionadas** (se possível através de modelos determinísticos e estocásticos).
- 4) O detalhamento da análise depende das metas estipuladas e da precisão desejada na obtenção dos resultados.
- 5) Na análise devemos considerar o tipo de equipamento em disponibilidade para coleta e tratamento de informações, pois sempre devemos ter em mente a relação entre resultados e recursos para execução.

## III) ELABORAÇÃO DO PLANO

### 1. Considerações gerais

Desde que o Sistema esteja perfeitamente delineado (conforme o exposto anteriormente), temos uma **população definida** que sofrerá a **amostragem**, tendo-se em vista um **controle específico**. Podemos citar como principais vantagens de um levantamento por amostragem planejada, em relação a um levantamento total sem planejamento, as seguintes:

- a) possibilidade de fixação de metas mais amplas;
- b) redução no tempo de levantamento de dados;
- c) redução do custo de obtenção de dados.

### 2. Etapas a serem seguidas na elaboração do plano

#### 2.1. Fixação dos objetivos

Devemos fixar de maneira **bastante clara** os objetivos do plano, pois estes condicionarão toda a política de amostragem e tratamento de dados.

Como elemento de orientação, citaremos alguns exemplos de objetivos fixados em «Planos de Amostragem para Contrôlo de Qualidade de Águas».

#### **Exemplo 1 — Contrôlo de Qualidade da Água Distribuída a uma população.**

**OBJETIVO 1** — Obtenção de dados para orientação de uma política de erradicação de focos de contaminação, por um Sistema de «Cloração de Emergência».

**OBJETIVO 2** — Visualização do comportamento do Sistema Distribuidor de Água em um certo período.

**OBJETIVO 3** — Orientação para os Sistemas de Tratamento e Abastecimento d'Água em aspectos físicos, químicos e bacteriológicos, desejáveis na água distribuída.

#### **Exemplo 2 — Contrôlo de Qualidade das Águas de um Rio.**

**OBJETIVO 1** — Visualização da situação atual através do traçado de perfis de OD e BOD.

**OBJETIVO 2** — Avaliação da capacidade depuradora do curso d'água.

**OBJETIVO 3** — Obtenção de dados para uma política de fiscalização de fontes poluidoras.

#### **Exemplo 3 — Contrôlo de Qualidade das Águas de um Manancial (Represa ou Lagóa).**

**OBJETIVO 1** — Visualização global do comportamento de certos parâmetros de medida de poluição em dado período.

**OBJETIVO 2** — Contrôlo de fontes de poluição do manancial.

**OBJETIVO 3** — Estudos ecológicos ligados à qualidade da água, como problema de proliferação de vegetação aquática ou eutrofização do manancial.

Por outro lado, voltamos a frisar que em Planos que envolvem investigações complexas, os objetivos não podem ser confundidos ou relegados a um plano secundário, pois de sua cla-

reza e precisão depende o sucesso ou fracasso de todo o Plano.

### **2.2. Descrição da população a ser estudada**

Dentro desta fase devemos nos basear nos objetivos propostos e pesquisarmos exaustivamente sobre quais pontos exerceremos contrôlo; procurando sempre uma identidade entre a população a ser amostrada e a população sobre a qual se deseja obter informações. Por exemplo:

#### **Exemplo 1 — Sistema — Contrôlo de Qualidade de um Manancial**

**OBJETIVO** — Obtenção de dados físicos, químicos e bacteriológicos das águas do manancial, tendo-se em vista, sua utilização no abastecimento público.

**POPULAÇÃO** — Conjunto de pontos em torno da captação.

#### **Exemplo 2 — Sistema — Estação de Tratamento de Água**

**OBJETIVO** — Avaliar a eficiência da ETA na redução de certas características de água bruta para os limites de potabilidade legais.

**POPULAÇÃO** — Conjunto de pontos de coleta, antes e após cada etapa de tratamento.

### **2.3. Dados a serem colhidos da população em estudo**

Dentro desta etapa, devemos considerar um conjunto de fatores que influem na decisão de quais dados devem ser colhidos, levando-se em conta o Sistema a ser analisado e a População a ser amostrada, devemos considerar que: —

- a) para satisfazer os objetivos propostos, devemos definir apenas os dados que são relevantes para tirada de conclusões, por exemplo, para um contrôlo de qualidade de água distribuída à população não nos interessa determinações de BOD ou condutividade; mas sim características que nos indicam condições de potabilidade, como: turbidez, colimetria, c6r, ferro, etc..
- b) depois de definidos os dados a serem coletados, devemos efetuar uma revisão de tudo o que foi feito, para verificarmos se não omitimos alguma variável importante no comportamento do sistema.

Por outro lado, devemos verificar também, a inclusão de alguma variável desnecessária para os propósitos iniciais; a inclusão da mesma só viria a encarecer o custo operacional do Plano.

- c) não devemos incluir no plano, dados de difícil obtenção ou de determinação imprecisa; pois só complicaríamos o processo de tirada de conclusões.

#### 2.4. Grau de precisão desejada

Considerando-se que toda medida envolve um erro e que apenas uma parte da população será examinada, os resultados obtidos estão sempre sujeitos a alguma incerteza.

Dentro do processo de amostragem, podemos reduzir esta incerteza por vários métodos, entre eles citamos:

##### a) métodos diretamente ligados ao processo de amostragem:

- a.1. utilização de amostras maiores, levando-se em conta que um aumento no número de elementos amostrados normalmente conduz a uma redução da incerteza.
- a.2. utilização de técnicas de tratamento de dados mais sofisticadas: **p. exemplo:** em vez de tratarmos os dados por cálculo manual, usamos Processamento por Computação Eletrônica.

##### b) métodos de medida da variável em questão:

- b.1. utilização de aparelhos ou sistemas de medidas mais precisos.
- b.2. devemos sempre, levar em conta que um aumento na precisão, envolve quase sempre um aumento do custo. O método ótimo é aquele que fornece a máxima precisão com um custo mínimo.

De qualquer forma, o grau de precisão desejado, deve ser fixado «a priori», levando-se em conta sempre os objetivos propostos no início do plano.

#### 2.5. Processos de medida a serem utilizados

A escolha do processo de medida a ser utilizado está condicionado aos objetivos propostos e a precisão estipulada «a priori».

Normalmente podemos optar entre uma série de alternativas de medidas, sendo que na escolha da mais adequada, devemos considerar:

- a) os instrumentos ou técnicas de medida que temos em disposição. **P. exemplo:** se o indivíduo está trabalhando no campo e pretende efetuar uma medida de índice de contaminação bacteriológica de uma certa água, deve utilizar uma técnica exequível no campo — como o da membrana «Millipore» e não «técnicas de tubos múltiplos com diluição em cinco séries».
- b) dentro das técnicas em disposição, devemos procurar aquela que nos oferece o maior grau de precisão nas medidas.

Um estudo preliminar de laboratórios, normalmente oferece dados valiosos nesta etapa.

- c) a obsolescência do método deve ser levado em conta. Não devemos utilizar métodos ultrapassados quando existe possibilidade de lançarmos mão de técnicas mais avançadas. A pesquisa, neste ponto é de fundamental importância, pois é capaz de fornecer informações mais concretas para a nossa decisão.

Dados obtidos por métodos ultrapassados dificilmente em um estudo global, podem ser comparados com resultados obtidos por outras técnicas. **P. exemplo:** em um estudo do grau de salinidade das águas de uma baía, se temos possibilidade de efetuar medidas usando técnicas de mensuração por condutividade, não devemos usar o método volumétrico por precipitação.

#### 2.6. Subdivisão da População em Estudo

Quase sempre a população estudada pode ser subdividida em sub-conjuntos que chamamos de unidades amostrais.

Estas unidades caracterizam-se por terem elementos comuns e perfeitamente identificáveis que os distinguem dos demais elementos da população.

Estes sub-conjuntos, que não devem apresentar superposição, com outros da mesma população, nos servem de base para uma análise mais precisa do Sistema em questão. **P. exemplo:** em uma rede distribuidora:

§ 1 — pontos baixos

§ 2 — pontos de fim de rede

§ 3 — pontos de cobertura (genéricos)

A subdivisão, às vezes, é feita por intermédio de uma hierarquia de valores somente para facilitar a análise e interpretação de dados.

## P. exemplo:

- 1) estado, cidade, distrito, bairro
- 2) bacia, sub-bacia, trecho, ponto

### 2.7. Escolha da Técnica de Amostragem a ser utilizada:

Existe em estatística, dentro da «Teoria de Amostragem», um grande número de técnicas aplicáveis para coleta de informações.

O princípio que deverá nortear a escolha é o da **obtenção da máxima precisão** para um **determinado capital a ser aplicado** no desenvolvimento e implantação do Plano. Dentro deste processo de decisão definimos:

- a) a técnica a ser utilizada
- b) a quantidade de elementos que deverão compor a amostra

As principais técnicas de amostragem e alguns exemplos de custos operacionais, encontram-se em anexo.

### 2.8- Prova Inicial do Plano

Quando existe deficiência de informações a respeito da população quando não se dispõe de experiências sobre amostras semelhantes àquela que se pretende colher é de fundamental importância a realização de um ou mais testes preliminares. Estes testes normalmente consistem na aplicação prévia do planejamento, em pequena escala.

Estas provas nos oferecem elementos sobre:

- a) viabilidade prática da aplicação dos métodos propostos no campo.
- b) reação dos elementos que consistem a população.
- c) variabilidade da população estudada — que fornecerá subsídios para o dimensionamento das amostras.
- d) custo operacional real do método proposto.

### 2.9. Reformulação e Elaboração do Plano Definitivo

Com base nos resultados obtidos nas provas piloto, devemos **reformular** os pontos obscuros do ante-projeto do plano e **completar** as partes que dependiam dos testes preliminares.

Neste estágio, deve-se levar em conta todas as dificuldades surgidas na coleta de informações, de modo que o Plano final seja o mais realístico possível.

Elementos **impossíveis** de serem obtidos, que foram constatados através das provas piloto, devem ser omitidos do plano.

### 2.10. Organização e Planejamento da Parte Operacional do Plano

Todo serviço de campo envolve uma série de problemas de ordem administrativa que devem ser resolvidos «a priori», pois da solução adequada dos mesmos, depende o sucesso ou fracasso do projeto.

Na organização dos trabalhos de campo, devem ser considerados os seguintes fatores:

- a) **pessoal envolvido no trabalho:**
  - a.1. devem estar suficientemente esclarecidos quanto a finalidade do plano.
  - a.2. devem ser treinados no tocante aos métodos de medida, a fim de seguirem uma técnica padrão na obtenção dos dados. Os métodos empregados na obtenção dos dados precisam ser uniformes.
  - a.3. devem ser adequadamente supervisionados no seu trabalho.
  - a.4. devem, sempre que possível, receber manuais de instrução e operação.
- b) **equipamentos e materiais de campo**
  - b.1. devem ser escolhidos os que mais se adequam aos propósitos do Plano.
  - b.2. devem ser levado em conta o problema precisão versus custo do equipamento.
  - b.3. tanto a precisão como os métodos de mensuração estabelecidos em etapas anteriores, **condicionam** esta escolha.
- c) **análise de amostras e serviços de laboratório**
  - c.1. as técnicas de determinação de componentes físicos, químicos e biológicos das amostras retiradas, que deverão ser utilizadas nos laboratórios, devem ser compatíveis com as metas do Plano.

Devemos ter sempre em vista que cada técnica condiciona um tipo de resultado, e uma certa precisão. Na escolha do método de laboratório mais adequado, deveremos unir todos os fatores levando sempre em consideração os custos envolvidos na obtenção de resultados.

Em anexo, fornecemos um conjunto de técnicas disponíveis atualmente no Brasil, juntamente com uma relação dos campos onde elas devem ser aplicadas, assim como o custo estimado para execução de cada uma.

- e.2. as dimensões dos laboratórios disponíveis, assim como a distribuição da nova carga em função dos níveis operacionais anteriores a introdução do Plano.
- c.3. o nível do pessoal e a qualidade do serviço existente. As vezes é necessário uma reformulação na estrutura de laboratórios para comportar a introdução de um plano mais aprimorado de controle.
- c.4. o controle de qualidade que deverá ser exercido nos serviços de laboratório, após o início do Plano, para que possamos ter confiança nos resultados fornecidos.

## 2.11. Acumulação, Tratamento de Dados e Fornecimento de Informações

Nesta etapa, os dados obtidos do levantamento e análises de laboratório, devem ser encaminhados para um grupo de pessoas, que estão diretamente ligadas a elaboração e execução do Plano. Estas pessoas serão aquelas que irão manusear os dados até a emissão de um relatório final.

Dentro deste processo, podemos salientar os seguintes pontos:

- a) o processo de fornecimento de informações deve ser padronizado e enviado em folhas especialmente desenhadas para este fim.
- b) o processo de acumulação de dados deve ser condizente com o volume de informações recebidas em um certo período de tempo. **P. exemplo:** para um volume pequeno podemos usar fichas Kardex ou arquivos. Já para um volume grande, acima de 1.000 informações diárias, devemos utilizar técnicas de computação eletrônica.

c) as tabulações e lançamentos devem seguir uma rotina pré-estabelecida, onde devem ficar bem claro os seguintes pontos:

- 1) tipo e formato de gráficos e tabelas
- 2) precisão desejada nos cálculos
- 3) equipamento a ser utilizado nos lançamentos
- 4) tipo de pessoal que irá manusear os dados.

d) todas tabulações e lançamentos devem vir acompanhados da correspondente interpretação dos dados. Sempre devemos ter em mente que a pessoa que irá ler os relatórios, não tem obrigação de saber analisar os dados lançados.

e) devemos sempre que possível registrar o erro da amostragem esperado das estimativas mais importantes.

f) os relatórios finais devem ser claros e concisos. Só deveremos fornecer as informações que interessam àquele que irá utilizar o relatório.

## 2.12. Considerações Gerais

Devemos sempre considerar que quanto mais informações temos inicialmente sobre uma população, mais fácil é planejar uma amostragem que fornece estimativas exatas relativas a uma população.

Qualquer amostra terminada, é potencialmente um guia para melhorar futuras amostragens, pois nelas aparecem os fatos e erros que foram omitidos no planejamento inicial. E com base nestes dados que iremos aperfeiçoando as técnicas, para que estas falhas não venham ocorrer em futuros levantamentos.

## ANEXO I

### ALGUMAS TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM

#### 1) Amostragem casual simples sem reposição

Desde que fixamos a população com  $N$  unidades amostrais (pontos de controle ou regiões de controle), o processo para retirada de uma amostra de dimensão  $n$  segue as seguintes etapas:

- a) enumeramos todas as  $N$  unidades amostrais (todos os pontos ou regiões sobre as quais

exerceremos contrôle). Assim, a cada unidade corresponde um número de 1, 2, 3, .....N.

- b) sorteamos, usando uma tabela ou gerador de números ao acaso, números contidos no intervalo enumerado acima (de 1 a N).
- c) tomamos como amostra o conjunto de pontos (ou regiões) cujos números são aqueles relacionados na etapa anterior.
- d) coletamos amostras de água nos pontos escolhidos e determinamos a partir destas os parâmetros físicos, químicos ou biológicos que estavam interessados.
- e) acumulamos os dados obtidos na amostragem em fichas, cartões perfurados, fitas magnéticas, etc..
- f) depois de terminada a amostragem, calculamos o:

f.1. estimadores da média e variância da população em estudo:

— Sendo  $y_i$  um elemento  $i$  retirado da população em estudo temos:

$$\text{(média)} \quad \bar{y}_i = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

$$\text{(variância)} \quad S^{*2} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}$$

f.2. intervalo de confiança para a média da população -  $\mu$  = média da população.

$$\bar{y}_i - t_p \cdot \frac{S^*}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{y} + t_p \cdot \frac{S^*}{\sqrt{n}}$$

Onde  $t_p$  é extraído da tabela de distribuição  $y$  de Student, para um nível  $\alpha$  de confiança e  $(n - 1)$  graus de liberdade.

$$S^* = \sqrt{S^{*2}}$$

## 2) Amostragem casual extratificada

Com o fito de se obter estimadores mais justos sobre o comportamento de uma população, devemos agrupar, sempre que possível, os elementos que possuam características comuns

dentro de sub-populações que chamamos de extratos.\*

Se retirarmos uma «amostra casual simples» de cada extrato, o processo passa a ser de «amostragem casual extratificada».

Com este recurso, obteremos uma imagem melhor do conjunto, por adição dos efeitos de cada sub-população que o compõe.

As etapas a serem seguidas no processo são as mesmas explicadas no item anterior para cada extrato. No agrupamento dos estimadores da média e variância dos diversos extratos, para obtermos estimadores de toda a população, devemos efetuar os seguintes cálculos:

Indicando por:

N	tamanho da população
$N_h$	tamanho do h-ésimo extrato
n	tamanho da amostra
$n_h$	tamanho da amostra do h-ésimo extrato

Definimos que:

$$\text{partilha proporcional} = \frac{n_h}{N_h} = \frac{n}{N}$$

$$(h = 1, 2, \dots, H)$$

é aquela em que os tamanhos das amostras tiradas dos vários extratos são proporcionais aos tamanhos dos respectivos extratos:

a) estimador da média proporcional:

$$\bar{y}_e = \frac{\sum_{h=1}^L N_h \bar{y}_h}{N} \quad L = n^o \text{ de extratos}$$

com

$$\bar{y}_h = \frac{\sum_{j=1}^{n_h} n_h y_{hj}}{n_h} \quad (\text{média amostral do extrato } h)$$

Se usarmos partilha proporcional o estimador  $y_e$  é igual a  $y$  dado por

$$\bar{y} = \frac{\sum_{h=1}^L n_h y_h}{n} \quad (\text{média amostral})$$

b) estimador da variância da média amostral:

$$S_n^{*2} = \frac{\sum_{j=1}^{n_h} (y_{hj} - \bar{y}_h)^2}{n_h - 1}$$

## ANEXO II

### 1) CONTROLE DE QUALIDADE BACTERIOLÓGICA

#### A. Em rede distribuidora

	Valor aproximado do custo do exame
a.1. Exame bacteriológico de potabilidade — Coli/total 5 porções padrão/10 ml	16,00
a.2. Exame bacteriológico com confirmação de Coli-fecal (Ocasionalmente)	27,00
a.3. Contagem de colônias em placas	27,00
a.4. Exame bacteriológico completo, incluindo identificação — IMVIC	54,00

#### B. Em mananciais

b.1. Contagem de colônias em agar padrão — 24 horas à 35°C	30,00
b.2. Exame bacteriológico de potabilidade — Coli/total 5 porções padrão/10 ml	16,00
b.3. Exame bacteriológico com confirmação de Coli/fecal	16,00
b.4. Contagem de colônias em placas (ocasionalmente)	27,00
b.5. Exame bacteriológico completo, incluindo identificação — IMVIC	54,00

#### C. Em piscinas

c.1. Contagem de colônias em placas	27,00
c.2. Exame bacteriológico de balneabilidade — Coli/total (em estudo)	16,00
c.3. Exame bacteriológico com confirmação de Coli/fecal	27,00
c.4. Exame bacteriológico com identificação de <i>Streptococcus fecalis</i>	27,00

#### D. Em praias e áreas de recreação

d.1. Exame bacteriológico de balneabilidade — Coli-total (em estudo)	16,00
d.2. Exame bacteriológico com confirmação de Coli/fecal	27,00
d.3. Exame bacteriológico com identificação de <i>Streptococcus fecalis</i>	27,00

### 2) CONTROLE DE QUALIDADE BIOLÓGICA

(em mananciais e reservatórios)

2.1. Contagem com identificação de gênero de microrganismos, principalmente Fito-plancton	54,00
---	-------

### 3) CONTROLE DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA

#### A. Em rede distribuidora:

a.1. Exame completo de potabilidade, conforme determinações exigidas pelo decreto n.º 43.957/B	80,00
a.2. Controle Radioquímico	20,00

#### B. Em mananciais

b.1. Exame completo de potabilidade, conforme determinações exigidas pelo decreto n.º 43.957/B e mais determinações de OD e BOD	120,00
---	--------

#### C. Em rios

Depende do tipo de controle a ser executado — as determinações mais comuns são:

— OD	28,00
— BOD	12,00
— pH	12,00
— SO <sub>4</sub>	18,00
— Óleos e graxas	18,00
— Resíduos (totais, solúveis e sedimentáveis)	9,00
— Material em suspensão	3,00
— COD	42,00

— Acidez .....	18,00
— Alcalinidade .....	18,00
— Ferro Total .....	18,00

— 40 homens/hora de técnicos de nível médio .....	358,00
— 20 homens/hora pessoal de escritório .....	106,00

#### D. Em esgotos

O mais comum é: Análise de esgoto, determinando: temperatura, reação (pH), sólidos totais, resíduo mineral total, matéria volátil total, sólidos dissolvidos e em suspensão e sólidos sedimentáveis, mais determinações de oxigênio consumido (OC) e do oxigênio dissolvido (OD) ..... 120,00

#### 1.3. Elaboração do projeto final do Plano de Amostragem

— 20 homens/hora de engenharia .....	865,00
— 30 homens/hora de pessoal de escritório .....	159,00

#### 2) Coleta de Dados no Campo:

##### 2.1. Gastos com veículos —

custo por Km rodado (gasolina, depreciação, manutenção e óleo lubrificante) = Cr\$ 0,27 p/ Km rodado.

##### 2.2. Gastos com pessoal envolvido nas coletas de amostras —

custo global por hora trabalhada (motorista e coletor) = Cr\$ 13,00.

### ANEXO III

#### CUSTOS APROXIMADOS PARA ELABORAÇÃO DO PLANO E COLETA DE DADOS NO CAMPO

Base: 2.º Semestre de 1970

#### 1) Custo Estimado com base em homem/hora, para elaboração e teste de Planos de Amostragem:

##### 1.1. Ante-projeto (tempos e custos médios obtidos na elaboração de alguns planos pela equipe do CETESB):

— 40 homens/hora de engenharia .....	1.730,00
— 20 homens/hora pessoal escritório .....	106,00

##### 1.2. Para teste do Ante-projeto

— 20 homens/hora de engenharia .....	865,00
--------------------------------------	--------

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BOWKER/LIEBERMAN — Engineering Statistics Prentice Hall.
2. MC. GAUHEY P. H. — Engineering Management of Water Quality Mc. Graw — Hill Book Co.
3. DEMING e WILLIAN — Some Theory of Sampling Dover Publications Inc.
4. SILVA, E. P. C. — Amostragem — Faculdade de Saúde Pública da USP (mimeografada).
5. SLONIM J. MORRIS — Sampling — Simon and Shuster, New York.