

# Processamento de dados do controle de qualidade analítica de laboratórios químicos de água

Eng. Ernesto Werner Fredricksson (1)  
Eng. Federico Jiménez Román (2)

## 1 Introdução

O Controle de Qualidade Analítica aqui abordado baseia-se no sistema desenvolvido pelo Water Research Centre, recomendado pela Organização Mundial da Saúde, e constitui, em princípio, o Capítulo IV do Guia Operacional do Projeto Gems/Água (Global Environmental Monitoring System).

Estabelecidos corretamente os objetivos analíticos, o controle é efetuado com clara definição do parâmetro a ser determinado, sobre a faixa de concentração, a acurácia necessária para os resultados e o limite de detecção.

A metodologia permitirá, numa sequência lógica, uma avaliação, não só do atendimento às metas estabelecidas acima, mas à possível detecção de eventuais anomalias no procedimento analítico.

O controle propriamente dito, da qualidade analítica, inicia-se com um controle intralaboratorial, seguido de uma comparação de soluções-padrão de um centro coordenador. Para que seja garantida a precisão, ao longo do tempo, serão elaboradas "Cartas de Controle", onde se lançam os resultados de análises periódicas de soluções de concentração conhecida.

Assim estruturado, o laboratório poderá participar de um controle interlaboratorial com outros laboratórios, para avaliação de erros sistemáticos conjuntos.

Como esses programas exigem um grande número de cálculos estatísticos, também sujeitos a erros, foi implantado um sistema de processamento de dados, para a realização desses cálculos e apresentação dos resultados através do computador.

## 2 Metodologia

### 2.1 Controle Intralaboratorial

Em linhas gerais, deverão ser realizadas para cada parâmetro, aleatoria-

mente, em duplicatas ou não, seis corridas em dias diferentes, de brancos, soluções-padrão e água natural, com e sem adição-padrão.

Foram programadas diversas alternativas de entrada no computador, uma vez que existem metodologias distintas de análises (Tabela I).

O controle intralaboratorial consiste na estimativa da precisão dos resultados analíticos, determinação do limite de detecção, bem como, através de adição-padrão, verificar fontes de possíveis erros sistemáticos.

O controle visa não somente determinar as estimativas citadas, mas verificar se os resultados se enquadram dentro das metas preestabelecidas.

A metodologia analítica empregada deve atender a uma certa faixa de concentração e, portanto, o "valor de in-

teresse" do parâmetro. As metas são traçadas em função do "valor de interesse", estabelecendo-se, assim, o "valor mínimo de interesse", bem como o "limite de detecção", que deverão ser dez vezes inferiores ao "valor de interesse". O desvio-padrão poderá ser, no máximo, 5% da concentração do parâmetro analisado ou 25% do "valor mínimo de interesse", aquele que for maior. A recuperação poderá variar de 95% a 105%. Além da verificação desse atendimento, há necessidade de análises de variância para constatação da aceitabilidade dos resultados.

Para o processamento dos dados são fornecidas planilhas, onde deverão ser anotados os dados necessários (Quadro 1).

Além dos dados fornecidos pela planilha, o computador imprimirá os resultados analíticos, em forma ordena-

TABELA I

Equação geral para cálculo da concentração ( $Y = AX + B$ )

Código	Método	Unidade de X	A	B
01	Auto-Analyzer	Unidades de carta (UC)	Concentração de fundo de escala	O.
02	Absorção atômica	Absorbância (Absor)	Concentração do padrão de calibração	O.
03	Colorimetria	Transmitância (% T)	Coeficiente angular	Coef. linear
04	Potenciometria	Milivolts (mV)	Coeficiente angular	Coef. linear
05	Volumetria	Mililitros (ml)	Fator de cálculo	O.
06	Outros *	(*)	1.	O.
07	Colorimetria e Absorção atômica	Absorbância (Absor)	Coeficiente angular	Coef. linear

(1) Chefe da Auditoria de Qualidade Analítica da Cetesb.  
(2) Engenheiro da Auditoria de Qualidade Analítica da Cetesb.

(\*) Quando o método não se enquadrar em nenhum dos que constam na tabela [Ex.: DBO, Resíduos, pH etc.], fornecer o resultado final diretamente em concentração. Nesses casos, a "Unidade de X" não será de leitura, mas de concentração (Ex.: DBO = mg/l, Resíduos = mg/l, pH = pH etc.).

da, bem como os testes de aceitabilidade, com cálculos intermediários (Quadro 2), a saber:

- significância;
- grande média;
- desvios dentro de corridas;
- desvios entre corridas;
- desvio total;
- meta;
- coeficiente de variação;
- aceitabilidade;
- limite de detecção;
- MDL;
- recuperação e aceitabilidade;
- número de determinações para comparação de padrões.

A forma utilizada para expressar os resultados é a exponencial, com três

algarismos significativos, garantindo, independentemente da magnitude do valor, erro por arredondamento, nunca superior a 0,5%, o que é suficiente para o controle.

Os dados gerados após o processamento (Quadros 1 e 2) são suficientes para permitir que se faça um diagnóstico da metodologia analítica, no sentido de se identificarem as fontes geradoras de erros que eventualmente levam ao não atendimento das metas estabelecidas.

As variáveis constantes no Quadro 2 são as conclusões dos tratamentos estatísticos a que foram submetidos os resultados analíticos, conforme detalhado a seguir:

— Variáveis: Mo e Ml

Mo representa a variância entre duplicatas e Ml a variância entre corridas (levando-se em consideração as duplicatas).

Estes valores permitirão, após um teste de significância, calcular os desvios-padrão entre duplicatas, entre corridas e a variância total.

— Variável: significância

É a conclusão da aplicação do teste de significância, utilizado para verificar se a variância entre corrida é significativamente maior que entre duplicatas, ou vice-versa.

Se Ml é significativamente maior que Mo, a notação para a variável é \*\*\*\*.

**Quadro 1 — Controle intralaboratorial**

QL01L1 - CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL		PAG. 2
		DATA 14/05/85
-----		
CONTROLE DE QUALIDADE ANALITICA - INTRALABORATORIO		
LABORATORIO - ( 4 )		
-----		
DADOS GERAIS		
-----		
- PARAMETRO . (26003) - FERRO TOTAL		- ESTAVEL
- DATA DE REFERENCIA - 28/03/85		
- METODO ..... ( 3 ) - ORTO-FENANTROLINA		
- EQUIPAMENTO USADO - SPECTRONIC-20 BAUSCH-LOMB 20 GH		
- PADRÃO PROCEDENCIA - SULFATO FERROSO AMONIAICAL FE(NH4)2(SO4)2.6H2O J.T.BAKER		
- PROC.AMOSTRA NATURAL- AGUA DA CAPTAÇÃO DE SANTA FE DO SUL		
- PRESERVAÇÃO AMOSTRA - ACIDO CLORIDRICO PA		
- FAIXA CONCENTRAÇÃO - DE 0.0	A 0.100E 01 (C) MG/L	COMO FE EM FE
- CONSTANTES	C = 0.100E 01 MG/L	- CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DA FAIXA DE TRABALHO
	VMI = 0.300E-01 MG/L	- VALOR MÍNIMO DE INTERESSE
	P = 0.100E 02 MG/L	- CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO PADRÃO ADICIONADA
	VPA = 0.250E 01 ML	- VOLUME DA SOLUÇÃO PADRÃO ADICIONADO
	V = 0.475E 02 ML	- VOLUME DE ÁGUA NATURAL USADA PARA ADICAO
- COEFICIENTES DAS FORMULAS PARA CONVERSAO DE LEITURAS EM CONCENTRAÇÃO		
	A1 = 0.312E 00	B1 = -.120E-02

**Quadro 2 — Controle intralaboratorial**

QL01L1 - CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL		PAG. 5				
		DATA 14/05/85				
-----						
CONTROLE DE QUALIDADE ANALITICA - INTRALABORATORIO						
LABORATORIO - ( 4 )						
-----						
PARAMETRO - FERRO TOTAL						
-----						
TESTE DE ACEITABILIDADE						
-----						
VARIAVEIS	SOLUCAO BRANCO	SOLUCAO PAD.0,9C	SOLUCAO PAD.0,1C	SOLUCAO NAT1	SOLUCAO SOLUCAO NAT1+AD	SOLUCAO
MO	0.285E-04	0.242E-03	0.579E-04	0.101E-03	0.568E-04	
Ml	-	0.193E-03	0.126E-03	0.124E-03	0.375E-03	
SIGNIFICANCIA			NS	NS	*	
GMC (MG/L )	-	0.917E 00	0.956E-01	0.406E 00	0.913E 00	
SD (MG/L )	0.534E-02	0.156E-01	0.761E-02	0.101E-01	0.754E-02	
SE (MG/L )	-	0.0	NS	NS	0.126E-01	
ST (MG/L )	0.534E-02	0.156E-01	0.960E-02	0.106E-01	0.147E-01	
W (MG/L )	0.750E-02	0.459E-01	0.750E-02	0.203E-01	0.456E-01	
CV ( 0/0 )	-	1.7	10.0	2.6	1.6	
ACEITABILIDADE	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	
LIMITE DE DETECCAO	-	LD(BRANCO = 0.294E-01 MG/L	-	ACEITABILIDADE = SIM		
		MDL(0,1C) = 0.261E-01 MG/L	-	ACEITABILIDADE = SIM		
RECUPERACAO DA ADICAO	-	R/D = 105.7 0/0	-	ACEITABILIDADE = SIM		
NUMERO DE DETERMINACOES PARA COMPARACAO DE PADROES	=	6				

Se MI é, possivelmente, significativamente maior que Mo, a notação é "\*\*\*".

Se MI não é significativamente maior que Mo, a notação é "NS".

Se Mo não é significativamente maior que MI, não há notação para a variável.

Se Mo é significativamente maior que MI, a notação será "erro" (toda a metodologia analítica deve ser reexaminada, pois ocorreu um erro anormal).

O teste de significância indica se as variações seguem o comportamento naturalmente esperado, ou seja, devem ser maiores entre corridas (dias distintos) que entre duplicatas (mesmo dia).

— **Variável: GMC**

GMC (grande média corrigida) representa a média de todos os valores, de uma solução, já corrigidos pelo branco analítico.

— **Variáveis: SD, SE e ST**

SD, SE e ST são, respectivamente, estimativas dos desvios-padrão entre duplicatas, entre dias e total.

Estas estimativas de desvio-padrão dão a informação sobre as fontes de erros dominantes.

Por exemplo: SE >> SD pode indicar uma variação na curva de calibração de uma corrida para outra, ou alteração nos reagentes;

SD >> SE pode indicar erros causados por uma contaminação acidental, vidraria mal-lavada ou oscilação na leitura de equipamentos.

— **Variável W**

W é a meta de precisão que se deseja alcançar.

A meta será 5% de GMC ou 25% do VMI-valor mínimo de interesse, assumindo-se aquele que for maior.

— **Variável: CV (%)**

CV é o coeficiente de variação ou desvio-padrão relativo.

Se GMC > 5 VMI, então CV não pode exceder a 5%.

Se VMI < GMC < 5 VMI, então CV varia entre 5% e 25% (máximo).

— **Variável: aceitabilidade**

É a conclusão da verificação do atendimento da meta de precisão, ou seja, o desvio-padrão total (ST) não pode exceder o valor da meta (W).

Portanto:

se GMC > 5 VMI → ST < 0,05 GMC (W)

se GMC < 5 VMI → ST < 0,25 VMI (W)

Caso a condição de aceitabilidade seja satisfeita, a notação para a variável é "sim", caso contrário, a notação será "não".

— **Variável: limite de detecção**

Nesta variável é apresentado o valor do limite de detecção calculado

pela técnica estatística da diferença entre brancos — LD (branco) — e/ou pela técnica do MDL — MDL (0,1C) — MDL (0,01C). Sendo 0,1C ou 0,01C a concentração da solução-padrão utilizada para o cálculo do MDL.

A condição de aceitabilidade do LD ou MDL é que este não exceda o Valor Mínimo de Interesse. Caso a condição seja satisfeita, a notação para a variável é "sim", caso contrário, a notação será "não".

Estes resultados servem de primeira aproximação, como referência. Para determinar o LD ou MDL definitivo deve ser feita nova avaliação, isoladamente, com maior número de replicatas, dentro das técnicas apropriadas.

— **Variável: recuperação da adição**

O teste de adição-padrão permite detectar se existem interferentes na amostra, ou se há algum efeito da matriz desta, que levam os resultados a apresentar erros sistemáticos.

Nesta variável é apresentada a porcentagem de padrão adicionado que foi recuperado (R/D).

A condição de aceitabilidade da recuperação é que esta seja entre 95 e 105% (levando-se em conta que esta medida também está sujeita a erros aleatórios). Caso a condição seja satisfeita, a notação para a variável é "sim", caso contrário, a notação será "não".

— **Variável: número de determinações para comparação de padrões**

Nesta variável é apresentado o número de replicatas a ser realizado na solução-padrão do laboratório central e na do próprio laboratório.

O número de replicatas é função do desvio-padrão entre duplicatas (SD)

da solução 0,9C, pois é nesta concentração que se farão os testes comparativos; é função também da diferença que se vai admitir entre os padrões.

Evidentemente, quanto menor o SD, tanto menos replicatas são necessárias para que se possam comparar os dados confiavelmente, assim como, quanto maior a diferença admitida como meta, menor o número de determinações necessário.

**2.2 Comparação de Padrões**

Cada laboratório elabora sua própria solução-padrão usada para preparação das curvas de calibração, ou fator de calibração.

Estas soluções-padrão são comparadas com uma outra amostra, distribuída por um laboratório central.

Deve ser feito um número suficiente de análises comparativas, de maneira que a diferença entre as concentrações das soluções-padrão seja detectada dentro de um determinado nível de probabilidade. O número de análises deve ser calculado, para que a diferença seja estatisticamente significativa.

O ideal é que a diferença não exceda 2% (1/5 do erro sistemático considerado como meta), mas pode se tolerar até 5%.

O número de replicatas fornecido automaticamente quando do processamento de dados do controle intralaboratorial nunca será inferior a quatro.

Por medida de viabilização prática, o maior número de replicatas por padrão será de 20.

Um exemplo desse processamento é apresentado no Quadro 3.

**Quadro 3 — Comparação de padrões**

QL04L1 - CETESB/CLAB		CONTROLE DE QUALIDADE ANALITICA		DATA 27/05/85
COMPARACAO DE SOLUCOES PADRAO				
IDENTIFICACAO				
- ENTIDADE .....	- CETESB	COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL		
- LABORATORIO ( 4) ..	- DLAMA	DIVISAO DE LABORATORIO DE MARILIA		
- PARAMETRO (26003) ..	- FERRO TOTAL			
- METODO ( 3) .....	- ORTO-FENANTROLINA			
- PADRAO PRIMARIO ....	- SULFATO FERROSO AMONIACAL FE(NH4)2(SO4)2.6H2O	J.T.BAKER		
- DATA DE REFERENCIA ..	- INTRALABORATORIO	= 28/03/85		
	- COMP.SOLUCOES PADRAO	= 20/04/85		
- FORMULA DE CONVERSAO	- COEFICIENTE A = 0.312E 00			
	- COEFICIENTE B = -.120E-02			
LEITURAS (EM O/OT )				
N.OBS.	LEITURAS			
	SOLUCAO A	SOLUCAO B		
1	51.500	52.000		
2	52.000	51.500		
3	52.000	51.500		
4	52.500	52.000		
5	52.500	52.000		
6	51.500	52.000		
BRANCO	100.000			
RESULTADOS				
- VALORES DAS MEDIAS DAS CONCENTRACOES	- MEDIA DO PADRAO DE REFERENCIA	= 0.910E 00	MG/L	
	- MEDIA DO LABORATORIO	= 0.915E 00	MG/L	
- DIFERENCA = 1.6 0/0	- ACEITABILIDADE (MAX. 5 0/0)	= SIM		

A planilha para o processamento dos dados é emitida automaticamente pelo computador, após o processamento do controle intralaboratorial.

No relatório do processamento da comparação de soluções-padrão, serão impressos, além dos dados de planilha, os valores das médias das concentrações de cada solução, a diferença estatisticamente percentual entre ambas e a aceitabilidade diante da meta.

### 2.3 Controle interlaboratorial

O Centro Coordenador distribuirá a todos os laboratórios participantes do controle interlaboratorial, simultaneamente, um máximo de três amostras.

Estas amostras poderão ser soluções-padrão, águas naturais ou sintéticas.

A princípio, tanto a origem quanto a concentração do parâmetro que estiver sendo determinado serão desconhecidas pelos laboratórios participantes.

Juntamente com um branco e uma solução-padrão de controle do próprio laboratório, cada laboratório realiza cinco replicatas em dias consecutivos.

Os resultados de todos os laboratórios são transportados ao centro coordenador, onde é verificado se a média dos resultados obtidos não se afasta mais do que a meta estabelecida para o erro sistemático, levando-se em consideração o desvio total de cada laboratório, que terá também um valor limitado.

Para cada participante, será impresso (Quadro 4):

- média das concentrações;
- desvio-padrão;
- coeficiente de variação (C.V. %);
- meta com a qual se está comparando o desvio-padrão.

A meta estabelecida será 5% da concentração ou 25% do valor mínimo de interesse (ou limite de detecção), aquela que for maior;

— aceitabilidade do desvio-padrão diante da meta.

Esta primeira etapa de verificação do atendimento à meta de precisão é imprescindível para que se possa afirmar, na etapa seguinte (controle interlaboratorial propriamente dito), que os erros verificados são de caráter sistemático e não devidos a uma grande dispersão dos resultados do laboratório participante.

Finalmente, o computador imprime um relatório global de controle interlaboratorial, com as seguintes informações (Quadro 5), para cada amostra (A, B, C), e laboratório:

Quadro 4 — Controle interlaboratorial

QLO5L1 - CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DATA 04/05/85				
CONTROLE DE QUALIDADE ANALITICA - INTERLABORATORIAL				
RESULTADOS E ACEITABILIDADE DA PRECISAO - LABORATORIO * 4				
VARIAVEIS	PADRAO DE CONTROLE	AMOSTRA A SINT.DIL	AMOSTRA B PADRAO	AMOSTRA C SINT.CON
MEDIA (MG/L)	2.705	0.1382	0.4776	0.7977
DESVIO-PADRÃO (MG/L)	0.0344	0.00576	0.0137	0.0162
C.V. (0/0)	1.27	4.17	2.87	2.03
META (MG/L)	0.1353	0.00750	0.0239	0.0399
ACEITABILIDADE	SIM	SIM	SIM	SIM

- média das concentrações;
- limite de confiança a 90% da média;

— máximo erro sistemático possível, em porcentagem.

Após essa listagem, serão calculados e impressos:

— média global: média das concentrações de todos os laboratórios;

— valor de referência: valor real da concentração da amostra, caso esta seja uma solução-padrão, ou valor da média global. Este valor é utilizado para estabelecer a meta de exatidão;

— meta: valor, em concentração, com o qual se está comparando o erro sistemático do laboratório. A meta estabelecida será 10% do valor de referência ou 50% do valor mínimo de interesse, aquela que for maior;

— aceitabilidade diante da meta: a aceitabilidade de cada amostra, para cada laboratório, será indicada na coluna observações ("OBS"), ao lado da coluna do máximo erro sistemático possível.

A impressão de um asterisco (\*) nesta coluna indica que aquele resultado não atende à meta. Se nada for impresso, significa que o resultado atende à meta;

— laboratórios excluídos: serão calculados a média e o desvio-padrão, para cada amostra, dos resultados de todos os laboratórios. Estes dados servem para se estabelecer a faixa de confiança.

Se algum laboratório, em alguma amostra, não estiver dentro desta faixa, terá seu resultado excluído do cálculo da média global.

Os laboratórios e as respectivas amostras excluídas serão listados neste item;

— descrição dos métodos: será impresso o código do laboratório, o código do método e a sua respectiva descrição e equipamento.

Os laboratórios serão identificados pelos códigos e não pelos nomes.

### 3 Discussão

O processamento de dados desenvolvido tornou-se um importante instrumento auxiliar para a dinamização do Controle de Qualidade Analítica, uma vez que a fase mais trabalhosa é a realização de inúmeros cálculos para cada parâmetro estudado.

Com a prática do Controle de Qualidade Analítica, o analista sente-se seguro na sua atividade profissional diante de sua parcela de responsabilidade, e fica respaldado de uma adequada documentação de metodologia empregada, e seu controle.

O sistema adotado não visa apenas à avaliação de erros, mas detectar com racionalidade as origens de anomalias nos procedimentos analíticos. Permite indicar se a metodologia empregada se presta para fornecer resultados analíticos de acordo com os objetivos de sua utilização, bem como, eventualmente, permitir a seleção de metodologias mais econômicas, quando não há exigência de limites de detecção e precisão tão apuradas.

### 4 Referências bibliográficas

- CHEESEMAN, R. V. & WILSON, A. L. — Manual on Analytical Quality Control for Water Industry — W. R. C. — TR 66, 1978.
- GARDINER, J. & WILSON, A. L. — Accuracy required of analytical results for Water Quality data Banks. W. R. C. TR 34, 1976.
- GLASER, J. A. et alii. Trace analyses for waste waters (MDL). Environmental Science & Technology U. S. — Vol. 15 n.º 12 — DEC. 1981.
- OMS, Geneva — GEMS/WATER Operational Guide, Capítulo IV, 1978.

QL05L2

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

DATA 04/06/85

CONTROLE DE QUALIDADE ANALITICA - INTERLABORATORIAL  
PARAMETRO - FERRO TOTAL

CODIGO DO LABORAT.	CODIGO DO METODO	AMOSTRA A - SINTETICA DILUIDA			OBS	AMOSTRA B - PADRAO			OBS	AMOSTRA C - SINTETICA CONCENTRADA		
		MEDIA (MG/L)	LIM.CONF. A 90 0/0 (MG/L)	MAX.ERRO SIST.POSS (0/0)		MEDIA (MG/L)	LIM.CONF. A 90 0/0 (MG/L)	MAX. ERRO SIST.POSS (0/0)		MEDIA (MG/L)	LIM.CONF. A 90 0/0 (MG/L)	MAX.ERRO SIST.POSS (0/0)
1	1	0.1340	0.00522	-8.02		0.4340	0.0145	-8.80		0.7480	0.0104	-5.44
1	3	0.1445	0.00405	6.11		0.4602	0.00656	-1.38		0.7999	0.0118	4.07
1	6	0.0860	0.0109	-46.34	*	0.4560	0.0209	-5.41		0.7600	0.0117	-4.06
2	3	0.1458	0.00686	9.06		0.4747	0.00795	4.92		0.8181	0.00795	5.91
3	6	0.1145	0.00661	-22.91	*	0.4519	0.0103	-4.00		0.8136	0.0101	5.60
4	3	0.1382	0.00550	-5.21		0.4776	0.0131	6.66		0.7977	0.0154	4.25
5	3	0.1424	0.000	1.73		0.4877	0.0170	9.70		0.8456	0.0288	12.10
6	3	0.1407	0.0224	-15.47	*	0.4597	0.0127	-2.82		0.7962	0.0228	-0.85
101	3	0.0749	0.0154	-57.51	*	0.5404	0.0139	20.49	*	0.6297	0.0175	-21.51
MEDIA GLOBAL (MG/L)		0.1409				0.4627				0.7974		
VALOR DE REF.(MG/L)		0.1400				0.4600				0.7800		
META (MG/L)		0.0150				0.0460				0.0780		

SOLUCOES EXCLUIDAS - LABORATORIO	METODO	AMOSTRA
1	6	A
3	6	A
101	3	A
101	3	B
101	3	C

OBSERVACOES - '\*' - NAO ATENDE A META

DESCRICAO DOS METODOS E EQUIPAMENTOS -  
LABOR. METODO DESCRICAO

1	1	COLORIMETRIA COM O-FENANTROLINA - DIGESTAO/REDUCAO
1	3	COLORIMETRIA COM O-FENANTROLINA - DIGESTAO/REDUCAO
1	6	DIGESTAO NITRICA SEM CONCENTRACAO DA AMOSTRA
2	3	COLORIMETRIA COM O-FENANTROLINA - DIGESTAO/REDUCAO
3	6	COLORIMETRIA COM O-FENANTROLINA - DIGESTAO/REDUCAO
4	3	COLORIMETRIA COM O-FENANTROLINA - DIGESTAO/REDUCAO
5	3	COLORIMETRIA COM O-FENANTROLINA - DIGESTAO/REDUCAO
6	3	COLORIMETRIA COM O-FENANTROLINA - DIGESTAO/REDUCAO
101	3	COLORIMETRIA COM O-FENANTROLINA - DIGESTAO/REDUCAO

EQUIPAMENTO

AUTO ANALYZER CSM 6 - LEITURA EM 580 NM - CELA DE 50 MM
SPECTRONIC 20 - LEITURA EM 510 NM - CELA DE 3/4 POL
ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCAO ATOMICA PERKIN ELMER 603
COLEMAN 6/8 - LEITURA EM 510 NM - CELA DE 3/4 POL
SPECTRONIC 20 - LEITURA EM 510 NM - CELA DE 18 MM
SPECTRONIC 20 - LEITURA EM 510 NM - CELA DE 3/4 POL
SPECTRONIC 20 - LEITURA EM 510 NM - CELA DE 18 MM
SPECTRONIC 20 - LEITURA EM 510 NM - CELA DE 1/2 POL
SPECTRONIC 20 - LEITURA EM 510 NM - CELA DE 1/2 POL