

AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DO CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO EM SERVIÇOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO



Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde



Associação Nacional dos
Serviços Municipais de Saneamento

**Cooperação Técnica Convênio
FUNASA/ASSEMAE 2005**

**Avaliação dos Custos do Controle de Qualidade da
Água para o Consumo Humano em Serviços
Municipais de Saneamento**

Copyright © 2007 ASSEMAE

1ª Edição tiragem: XXX exemplares.

Projeto gráfico e editoração eletrônica

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Avaliação dos custos do controle de qualidade da água para consumo humano em serviços municipais de saneamento / Rafael Kopschitz Xavier Bastos, Daniel Cobucci de Oliveira, Luis Eduardo do Nascimento. Brasília: Assemae, 2007.
XXX p.: il.

ISBN
XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXX

1. Água para consumo humano. 2. Controle de qualidade. 3. Custos. I. Bastos. II. Rafael Kopschitz Xavier.

Avaliação técnica do controle da qualidade da água para consumo humano em serviços públicos municipais de saneamento

Estudo 2

Avaliação dos custos do controle de qualidade da água para consumo humano em serviços municipais de saneamento

**Convênio de Cooperação Técnica
Funasa/Assemae 2005**



ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS SERVIÇOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO



MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS
FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE SAÚDE PÚBLICA - DENSP

Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento – Assemae

Presidente: Silvano Silvério da Costa

Diretores: Carlos Pedro Bastos

Flávio Ferreira Presser

Dóris Aparecida Garisto Lins

Luiz Augusto Castrillon de Aquino

Wilson Laurindo de Souza

Marcus Vinícius Caberlon

Antônio da Costa Miranda Neto

Luiz Antônio Castro dos Santos

João Moreno Passetti

Talita Costa Jorge

Carlos Eduardo Carneiro Macedo

Jackson Buss

Marcos Domingues

Darci Schitz

Harley Xavier Nascimento

Rider Xavier Cedro

Marcos Tullius Bandeira de Menezes

Oswaldo Bittencourt Júnior

Joalmir Jorge Rosalino

Ildefonso Nunes de Andrade

Artur Uliano

Osny Zago

Jorge Massuyama

José Carlos Soares

Sergio Antonio Gonçalves

Carlos Germano Weinmann

Carlos Atílio Todeschini

Neri Chilanti

Édio Elói Frizzo

Autores

Rafael Kopschitz Xavier Bastos

Daniel Cobucci de Oliveira

Luis Eduardo do Nascimento

Colaboradores

Raquel Vilarino Reis

Nolan Ribeiro Bezerra

Equipe de apoio da Assemae: (é com vocês)

Introdução

A atual legislação brasileira sobre controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano resulta do processo de revisão da Portaria GM nº 36 de 19 de janeiro de 1990 (BRASIL, 1990), coordenado, no ano de 2000, pelo Ministério da Saúde e pela Representação no Brasil da Organização Panamericana da Saúde (OPAS), com ampla participação dos setores de saúde e de saneamento, das universidades e instituições de pesquisa, de órgãos ambientais e de entidades da sociedade civil. De fato, a Portaria MS nº 518 de 25 de março de 2004 (BRASIL, 2004) é, essencialmente, uma reedição da Portaria MS nº 1469 de 29 de dezembro de 2000 (BRASIL, 2001), com pequenas alterações relacionadas à transferência de competências da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) para a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) e à prorrogação de prazos para o cumprimento de alguns quesitos.

A Portaria MS nº 518/2004 é amplamente reconhecida como um avanço em termos de instrumento normativo, por: (i) procurar incorporar o que há de mais recente no conhecimento científico; (ii) assumir um caráter efetivo e simultâneo de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, em consonância com a estrutura de vigilância ambiental em saúde em pleno processo de implementação no país e com o princípio de descentralização previsto no SUS; (iii) induzir a atuação harmônica e integrada entre os responsáveis pelo controle e pela vigilância da qualidade da água, sempre sob a perspectiva da avaliação de riscos à saúde humana; (iv) preencher lacunas de atribuições de competência e responsabilidades perante a legislação e o público consumidor (BASTOS et al., 2001).

O princípio básico da revisão foi o de que a legislação deveria constituir um instrumento efetivo de proteção à saúde, a partir das seguintes premissas: universalidade de aplicação, funcionalidade, atualidade, aceitação, aplicabilidade, e equidade.

Dentre as atribuições dos responsáveis pelo controle da qualidade da água para consumo humano, inclui-se a obrigatoriedade da elaboração, aprovação junto às autoridades de saúde pública e execução de planos de amostragem para o controle laboratorial da qualidade da água, os quais sofreram alterações consideráveis na “passagem” da Portaria GM nº 36/90 à Portaria MS nº 1469/2000 e, portanto, à Portaria MS nº 518/2004.

O potencial de aceitação teve início no próprio processo de construção da Portaria MS nº 1469/2000 e visivelmente prossegue, por meio de diversos seminários, oficinas e cursos de capacitação, os quais vêm sendo organizados no âmbito dos setores Saúde e Saneamento, no sentido de debater os desafios para a plena e efetiva implementação da referida Portaria 518/2004.

Entretanto, há que se reconhecer que a escassez de estudos de avaliação de custos do controle de qualidade da água para consumo humano dificulta um melhor juízo sobre o impacto, e mesmo a factibilidade, do pleno cumprimento das exigências da Portaria MS nº 518/2004.

No sentido de avaliar o nível atual de implementação da Portaria MS nº 518/2004 no âmbito dos Serviços Municipais de Saneamento e de identificar as principais dificuldades para o seu cumprimento, a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), por meio do Departamento de Saúde Pública (DENSP), e a Associação Nacional de Serviços Municipais de Saneamento (ASSEMAE) firmaram um convênio de cooperação técnica para a realização de dois estudos: (i) Estudo I - Diagnóstico Nacional das Práticas de Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano em Sistemas de Abastecimento Operados por Serviços Municipais de Saneamento; (ii) Estudo II - Avaliação dos Custos do Controle de Qualidade da Água para Consumo Humano em Serviços Municipais de Saneamento. Esta publicação apresenta uma síntese dos resultados obtidos no Estudo II.

A título de contextualização do trabalho, no capítulo 1 são reproduzidas as exigências de planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 para o controle de qualidade da água para consumo humano. Além disso, apresenta-se um breve panorama da evolução da legislação brasileira e de sua inserção no cenário do continente americano.

No capítulo 2 descreve-se o universo amostral dos Serviços Municipais de Saneamento sobre o qual se trabalhou e, ainda que sucintamente, a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho. Este registro é importante na medida que facilita a interpretação dos resultados obtidos, em seu alcance e limitações.

No capítulo 3 apresenta-se também um breve panorama das informações levantadas sobre o cumprimento dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 nos Serviços Municipais de Saneamento, sobre o que, para informações mais detalhadas, deve-se recorrer aos resultados do Estudo I do convênio FUNASA / ASSEMAE - Diagnóstico Nacional das

Práticas de Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano em Sistemas de Abastecimento Operados por Serviços Municipais de Saneamento.

No capítulo 4 são sistematizadas as informações obtidas sobre gestão financeira nos Serviços Municipais de Saneamento, essencialmente receitas tarifárias e despesas correntes, com vistas a subsidiar uma das discussões centrais que aqui se pretende: as relações de gastos com programas de controle de qualidade da água e receitas tarifárias nos Serviços Municipais.

O capítulo 5 traz o foco central do trabalho: o levantamento e a estimativa de custos dos programas de controle de qualidade da água para consumo humano nos Serviços Municipais de Saneamento. São discutidos os impactos dos gastos com o controle de qualidade da água sobre as receitas tarifárias dos Serviços e as dificuldades de implementação dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004, de acordo com o porte dos Serviços. São ainda simulados diferentes cenários objetivando a implementação gradual dos planos de amostragem em laboratório próprio e, nesse sentido, procurou-se disponibilizar uma ferramenta prática de subsídio à tomada de decisões em termos de custos de investimento e custos correntes – uma planilha eletrônica cuja descrição e exemplos de utilização encontram-se no Anexo dessa publicação .

Espera-se, enfim que essa publicação venha contribuir para uma melhor apropriação de custos do controle laboratorial da qualidade da água para consumo humano e fornecer subsídios para o planejamento de ações por parte dos Serviços Municipais, da FUNASA e do Ministério da Saúde, nesse caso, incluindo o permanente processo de atualização da norma de qualidade da água para consumo humano.

Capítulo 1

Portaria MS nº 518/2004 - Planos de amostragem para o controle de qualidade da água para consumo humano.

A Portaria MS nº 518/2004 apresenta a seguinte distinção entre sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água para consumo humano.

Sistema de abastecimento de água para consumo humano – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão.

Solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano – toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical.

Assim, por sistema de abastecimento de água entendem-se as ‘soluções clássicas’, sob a responsabilidade do poder público. As soluções alternativas podem ser providas ou desprovidas de distribuição por rede. As soluções desprovidas de distribuição por rede, em geral, encontram-se associadas à fonte, poços ou chafarizes comunitários. Entretanto, existem muitos casos de instalações particulares, condomínios horizontais e verticais, hotéis, clubes, dentre outros exemplos, que optam por implantar e operar instalações próprias, por vezes completas. Portanto, do ponto de vista físico, determinados tipos de soluções alternativas podem ser idênticos aos sistemas de abastecimento e, nesse caso, a diferenciação estaria apenas no fato de a responsabilidade não ser do poder público.

Com base nas definições acima, a Portaria MS nº 518/200 estabelece planos de amostragem diferenciados para sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água para consumo humano. Discussões sobre os argumentos para esta abordagem podem ser encontradas em Bastos et al. (2005) e Bastos et al. (2006). Para os objetivos desse trabalho, basta reconhecer

que os Serviços Municipais de Saneamento operam sistemas de abastecimento de água e, portanto, somente os planos de amostragem destes serão aqui abordados.

O artigo 18 da Portaria MS nº 518/2004 estabelece que “os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema de abastecimento de água devem elaborar e aprovar, junto à autoridade de saúde pública, o plano de amostragem de cada sistema, respeitando os planos mínimos de amostragem” expressos nas Tabelas 1.1 a 1.3.

Tabela 1.1. Número mínimo de amostras para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial

Parâmetro	Tipo de manancial	Saída do tratamento (número de amostras por unidade de tratamento)	Sistema de distribuição (reservatórios e rede)		
			População abastecida (habitantes)		
			< 50.000	50.000 a 250.000	> 250.000
Cor Turbidez pH	Superficial	1	10	1 para cada 5.000 hab.	40 + (1 para cada 25.000 hab.)
	Subterrâneo	1	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)
CRL ⁽¹⁾	Superficial	1	(Conforme § 3º do artigo 18).		
	Subterrâneo	1			
Fluoreto	Superficial ou Subterrâneo	1	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)
Cianotoxinas	Superficial	1 (Conforme § 5º do artigo 18)	-	-	-
Trihalometanos	Superficial	1	1 ⁽²⁾	4 ⁽²⁾	4 ⁽²⁾
	Subterrâneo	-	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾
Demais parâmetros ⁽³⁾	Superficial ou Subterrâneo	1	1 ⁽⁴⁾	1 ⁽⁴⁾	1 ⁽⁴⁾

(1) Cloro residual livre. (2) As amostras devem ser coletadas, preferencialmente, em pontos de maior tempo de detenção da água no sistema de distribuição. (3) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial. (4) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e, ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

Tabela 1.2. Frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial

Parâmetro	Tipo de manancial	Saída do tratamento (número de amostras por unidade de tratamento)	Sistema de distribuição (reservatórios e rede)		
			População abastecida (habitantes)		
			< 50.000	50.000 a 250.000	> 250.000
Cor	Superficial	A cada 2 horas	Mensal	Mensal	Mensal
Turbidez	Subterrâneo	Diária	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)
pH					
Fluoretos					
CRL ⁽¹⁾	Superficial	A cada duas horas	(Conforme § 3º do artigo 18).		
	Subterrâneo	Diária			
Cianotoxinas	Superficial	Semanal (Conforme § 5º do artigo 18)	-	-	-
Trihalometanos	Superficial	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
	Subterrâneo	-	Anual	Semestral	Semestral
Demais parâmetros ⁽²⁾	Superficial ou Subterrâneo	Semestral	Semestral ⁽³⁾	Semestral ⁽³⁾	Semestral ⁽³⁾

(1) Cloro residual livre. (2) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial. (3) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e, ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

Tabela 1.3. Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida.

Parâmetro	Sistema de distribuição (reservatórios e rede)			
	População abastecida (habitantes)			
	< 5.000	5.000 a 20.000	20.000 a 250.000	>250.000
Coliformes totais	10	1 para cada 500 hab.	30+(1 para cada 2.000 hab.)	105+(1 para cada 5.000 hab.) Máximo de 1.000

Nota: na saída de cada unidade de tratamento devem ser coletadas, no mínimo, duas amostras semanais, recomendando-se a coleta de, pelo menos, quatro amostras semanais.

Merecem ainda destaque as seguintes disposições da Portaria MS nº 518/2004.

Artigo 12 § 3º - O atendimento ao percentual de aceitação do limite de turbidez da água pós-filtração ou pré-desinfecção deve ser verificado, mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida, preferivelmente, em qualquer caso, no efluente individual de cada unidade de filtração.

Artigo 18 § 2º - No número mínimo de amostras coletadas na rede de distribuição não se incluem as amostras extras (recoletas) [para a análise de coliformes] .

Artigo 18 § 3º - Em todas as amostras coletadas para análises microbiológicas deve ser efetuada, no momento da coleta, medição de cloro residual livre ou de outro composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro.

Artigo 18 § 4º - Para uma melhor avaliação da qualidade da água distribuída, recomenda-se que, em todas as amostras referidas no § 3º deste artigo, seja efetuada a determinação de turbidez.

Art. 19 - Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas de abastecimento supridos por manancial superficial devem coletar amostras semestrais da água bruta, junto do ponto de captação, para análise de acordo com os parâmetros exigidos na legislação vigente de classificação e enquadramento de águas superficiais, avaliando a compatibilidade entre as características da água bruta e o tipo de tratamento existente.

Artigo 19 § 1º - O monitoramento de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, deve obedecer frequência mensal, quando o número de cianobactérias não exceder 10.000 células / mL (ou $1\text{mm}^3 / \text{L}$ de biovolume), e semanal, quando o número de cianobactérias exceder este valor.

Artigo 18 § 5º - Sempre que o número de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, exceder 20.000 células / mL ($2\text{mm}^3 / \text{L}$ de biovolume), durante o monitoramento que trata o § 1º do artigo 19, será exigida a análise semanal de cianotoxinas na água na saída do tratamento e nas entradas (hidrômetros) das clínicas de hemodiálise e indústrias de injetáveis, sendo que esta análise pode ser dispensada quando não houver comprovação de toxicidade na água bruta por meio da realização semanal de bioensaios em camundongos.

Artigo 30 - O responsável pela operação do sistema de abastecimento de água pode solicitar à autoridade de saúde pública a alteração na frequência mínima de amostragem de determinados parâmetros estabelecidos nesta Norma.

Parágrafo único. Após avaliação criteriosa, fundamentada em inspeções sanitárias e, ou, em histórico mínimo de dois anos do controle e da vigilância da qualidade da água, a autoridade de saúde pública decidirá quanto ao deferimento da solicitação, mediante emissão de documento específico.

Artigo 31 - Em função de características não conformes com o padrão de potabilidade da água ou de outros fatores de risco, a autoridade de saúde pública competente, com fundamento em

relatório técnico, determinará ao responsável pela operação do sistema de abastecimento de água que amplie o número mínimo de amostras, aumente a frequência de amostragem ou realize análises laboratoriais de parâmetros adicionais.

Portanto, de acordo com o Artigo 19, os responsáveis pelo controle de qualidade da água devem avaliar semestralmente a qualidade da água bruta, de acordo com os parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005).

Bastos (2003) observa que a legislação brasileira acompanha a tendência internacional de tornar-se mais rigorosa ao longo do tempo (em termos de parâmetros regulados), como resultado do contínuo aparecimento de novos produtos e substâncias químicas e do avanço do conhecimento científico na avaliação dos riscos à saúde associados (Figura 1.1). De fato, a atual legislação brasileira encontra-se dentre as mais rigorosas na América Latina, mas ainda com um grau de exigência bem inferior àquela de países desenvolvidos do continente americano, como, por exemplo, Estados Unidos e Canadá (BASTOS et al., 2004; PINTO et al., 2005) (Figura 1.2).

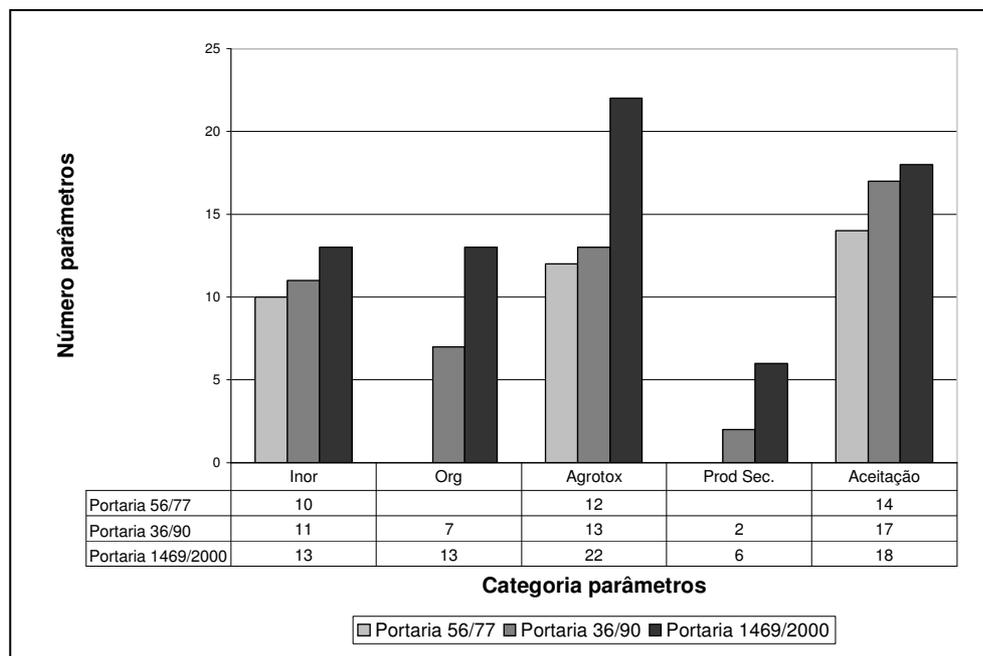


Figura 1.1 - Evolução do padrão de potabilidade brasileiro - número de substâncias químicas de monitoramento obrigatório.

Fonte: Bastos (2003)

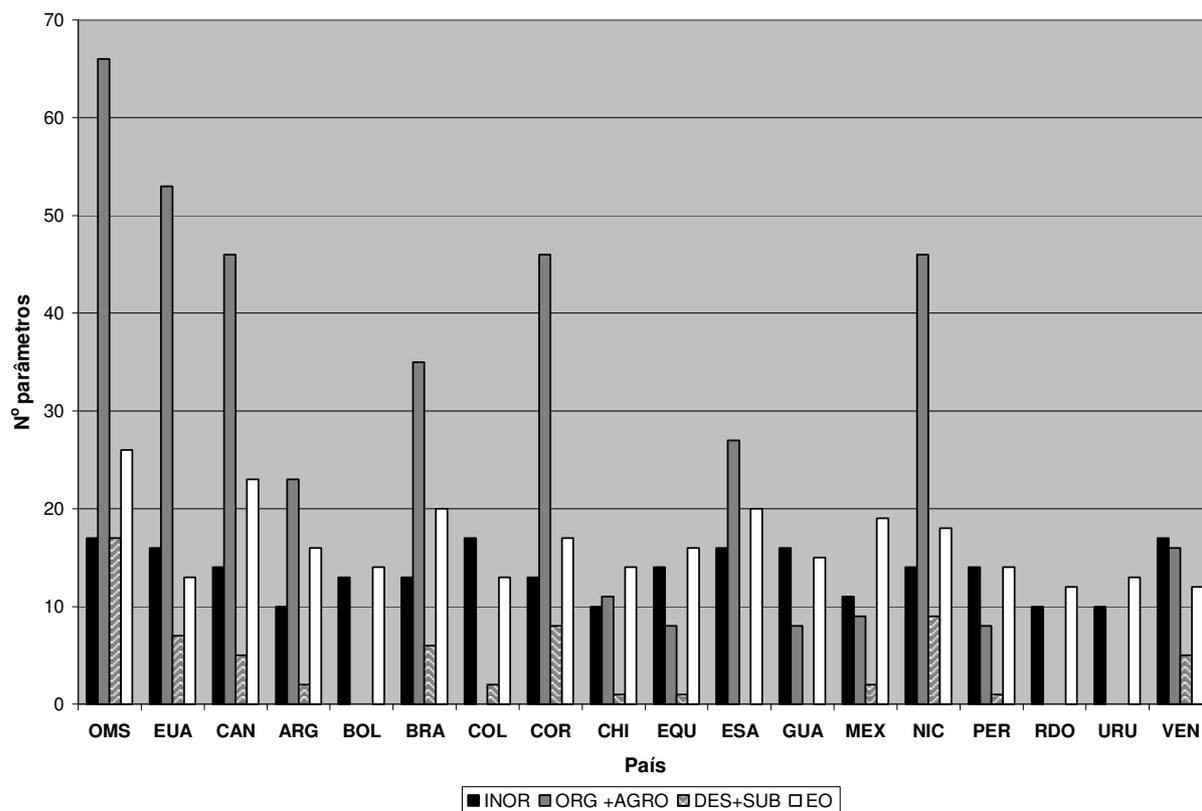


Figura 1.2 – Padrões de potabilidade vigentes em países da América e nos Guias da OMS, parâmetros físicos e químicos

(1) INOR: substâncias químicas inorgânicas de importância para a saúde; ORG: substâncias químicas orgânicas de importância para a saúde; AGRO: agrotóxicos; DES+SUB: desinfetantes e produtos secundários da desinfecção; EO: parâmetros físicos e químicos de natureza estética e, ou organoléptica (padrão de aceitação para consumo) (2) OMS: Guias da Organização mundial da Saúde, 2ª edição; EUA: Estados Unidos; CAN: Canadá; ARG: Argentina; BOL: Bolívia; BRA: Brasil; COL: Colômbia; COR: Costa Rica; CHI: Chile; EQU: Equador; ESA: El Salvador; GUA: Guatemala; MEX: México; NIC: Nicarágua; PER: Peru; RDO: República Dominicana; URU: Uruguai; VEN: Venezuela.

Fonte: Bastos et al. (2004)

Bastos et al. (2001) identificam algumas das principais alterações nos planos de amostragem introduzidas na Portaria MS nº 1469/2000 (e, portanto, na Portaria MS nº 518/2004): (i) o agrupamento dos parâmetros a serem analisados: ‘parâmetros operacionais’ (turbidez, cor, pH); ‘parâmetros bacteriológicos’ (turbidez pós-filtração, coliformes e cloro residual), ‘parâmetros de especial interesse para a saúde’ (fluoreto, cianotoxinas, trihalometanos), ‘demais parâmetros’; (ii) o estabelecimento de planos diferenciados para mananciais subterrâneos e superficiais; (iii) a redefinição dos pontos de amostragem: água bruta no ponto

de captação, pós-filtração ou pré-desinfecção, saída do tratamento, sistema de distribuição (reservatórios e rede).

Os mesmos autores destacam ainda o que julgam ser os principais impactos decorrentes das alterações nos planos de amostragem: (i) aumento do número de amostras para o controle ‘operacional’ e ‘microbiológico’ (coliformes, turbidez, cor, cloro residual e pH) para os sistemas de menor porte e, por outro lado, o estabelecimento de um patamar máximo de amostragem para os sistemas de maior porte; (ii) a exigência de análise semestral e completa da água bruta, de outro lado, a exigência de análise de todos os ‘demais parâmetros’ no sistema de distribuição apenas quando os mesmos forem detectados no manancial ou na saída do tratamento; (iii) a exigência de análises mensais da água bruta para cianobactérias e, quando detectados riscos de saúde, semanais para cianotoxinas na saída do tratamento; (iv) a redução considerável das exigências de análise de trihalometanos; (v) a exigência de análise de turbidez da água filtrada ou pré-desinfecção, entendida como um controle de ordem sanitária e não meramente estética (indicador da remoção de protozoários por meio da filtração e da eficiência da desinfecção para a inativação de vírus).

Capítulo 2

Metodologia

2.1. Coleta de informações

O trabalho foi desenvolvido, essencialmente, por meio de dois procedimentos complementares:

- (i) coleta de informações em amostra pré-definida e representativa de Serviços Municipais de Saneamento, por meio de um questionário aplicado à distância.
- (ii) tomada de preços no mercado referentes aos custos de equipamentos de laboratório, reagentes, vidraria e de terceirização de serviços de análises laboratoriais.

Para o cumprimento do primeiro procedimento foi elaborado um questionário com vistas ao levantamento das seguintes informações:

- (i) Caracterização dos sistemas de abastecimento de água de cada município, incluindo: número de sistemas, tipo de manancial, porte do sistema.
- (ii) Dados de gestão dos Serviços, incluindo: receita tarifária, faturamento e despesas correntes.
- (iii) Análises laboratoriais realizadas no manancial, na saída do tratamento e no sistema de distribuição: parâmetros analisados, frequência, se executadas em laboratório próprio ou por meio de contratação de serviços de terceiros.
- (iv) Custos dos programas de controle de qualidade da água, coleta e análises laboratoriais, incluindo as seguintes informações: custos de transporte, material de consumo e mão-de-obra ; serviços próprios ou terceirizados.

O questionário foi aplicado em uma amostra dos Serviços Municipais, procurando a melhor representação possível, considerando as variáveis ‘porte dos serviços’ e ‘distribuição regional’ (as grandes Regiões do país). A estratificação da amostra por porte procurou guardar alguma

correspondência com as faixas populacionais estabelecidas nos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004.

Para a tomada de preços de equipamentos de laboratório, reagentes e vidraria foram consultados fornecedores de tradição no mercado brasileiro.

Para a tomada de preços de terceirização de análises laboratoriais procurou-se realizar, nas diferentes Regiões do país, um levantamento de laboratórios capacitados para atender todo o plano de amostragem exigido pela Portaria MS nº 518/2004 e pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

2.2. Definição da amostra de Serviços Municipais de Saneamento para a aplicação dos questionários.

Como referência inicial recorreu-se à amostra definida para o Estudo I do convênio FUNASA / ASSEMAE (Diagnóstico Nacional das Práticas de Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano em Sistemas de Abastecimento Operados por Serviços Municipais de Saneamento), procurando verificar, do total da amostra de Serviços, sua distribuição de frequência por porte (com referência às faixas populacionais estabelecidas na Portaria MS nº 518/2004) e por Região do país.

A natureza do estudo (levantamento de custos de programas de controle de qualidade da água) exigia ainda o envio direcionado de questionários para Serviços Municipais que: (i) efetivamente implementam programas de controle de qualidade da água; (ii) possuem laboratório próprio em diferentes graus de complexidade

Com base nesses critérios foram selecionados 95 municípios, contemplando 24 de um total de 35 categorias (faixa populacional x Região), ou seja, 69% das categorias inicialmente imaginadas foram preenchidas com pelo menos um município. Por outro lado, onze categorias (municípios de determinado porte e de determinada Região) não se fizeram representadas, com destaque para a Região Norte. De fato, a maioria dos municípios identificados como selecionáveis concentrava-se nas Regiões Sudeste e Sul.

Ao final do estudo, 65 Serviços dentre os 95 consultados, ou seja 68%, tinham respondido ao questionário, sendo 37 da Região Sudeste, 16 da Região Sul, cinco da Região Centro Oeste, dois da Região Norte e cinco da Região Nordeste. De acordo com o porte dos Serviços, os questionários respondidos obedeceram a seguinte distribuição: nove Serviços acima de

400.000 habitantes, oito na faixa de 250.000 a 400.000 habitantes, seis de 100.000 a 250.000 habitantes, onze de 50.000 a 100.000 habitantes, 18 de 20.000 a 50.000 habitantes, 13 de 5.000 a 20.000 habitantes e nenhum abaixo de 5.000 habitantes (Tabela 2.1).

Cabe registrar que os 65 municípios que responderam aos questionários nem sempre os preencheram por completo, de forma que os diferentes blocos de perguntas incluem índices de respostas variados. Além disso, como a amostra selecionada não é revestida de princípio amostral estatístico, os resultados deste estudo não devem ser interpretados como representativos do universo dos Serviços Municipais do país, seja nas análises por porte, seja por Região.

2.3. Sistematização das informações

Com base nos planos de amostragem estabelecidos na Portaria MS nº 518/2004, procurou-se agrupar os parâmetros com vistas a simulações de implementação gradual de programas de controle de qualidade da água. Nesse sentido, levando em consideração a complexidade analítica, os custos de determinação de cada parâmetro (ou grupos de parâmetros) e a frequência de amostragem exigida na Portaria MS nº 518/2004, foram definidos módulos de infraestrutura laboratorial, ou seja, a capacidade instalada necessária à realização das análises, as quais seriam gradualmente executadas em laboratório próprio em detrimento da terceirização de serviços.

Os módulos de complexidade laboratorial foram definidos como a seguir.

Módulo I – Laboratório de Baixa Complexidade: realização por parte do prestador de serviço das análises de parâmetros físicos e químicos considerados de rotina e contratação das demais análises. Tal agrupamento leva em consideração a simplicidade e o relativo baixo custo das análises, além da importância de alguns parâmetros, tais como: turbidez e cloro residual como indicadores da qualidade microbiológica da água, flúor por seu significado de saúde e pelo fato de ser incorporado à água.

Nesse módulo, os parâmetros a serem analisados seriam: (i) cloro residual; (ii) cor; (iii) pH; (iv) turbidez; (v) flúor.

Módulo II – Laboratório de Média Complexidade I: realização por parte do prestador de serviço das análises dos parâmetros do Módulo I, mais os parâmetros bacteriológicos;

contratação das demais análises. Assim, os parâmetros a serem determinados nesse módulo seriam: (i) cloro residual; (ii) cor; (iii) pH; (iv) turbidez; (v) flúor; (vi) coliformes; (vii) contagem de bactérias heterotróficas.

As análises bacteriológicas foram incorporadas por seu óbvio significado de saúde, além da elevada frequência de amostragem, o que, em tese, justificaria o investimento.

Módulo III – Laboratório de Média Complexidade II: realização por parte do prestador de serviço da análise dos parâmetros dos módulos anteriores e outros parâmetros físicos e químicos que podem ser determinados por titulometria, gravimetria e espectrofotometria de luz visível, e que já demandam um investimento inicial mais elevado em termos de equipamentos e capacitação de mão-de-obra (essencialmente os parâmetros que necessitam de digestão das amostras e aqueles determináveis em espectrofotômetro de luz visível - substâncias químicas inorgânicas); contratação das demais análises. Os parâmetros a serem analisados seriam: (i) cloro residual; (ii) cor; (iii) pH; (iv) turbidez; (v) flúor; (vi) coliformes; (vii) contagem de bactérias heterotróficas; (viii) oxigênio dissolvido; (ix) DBO; (x) cloretos; (xi) dureza; (xii) sólidos; (xiii) fósforo; (xiv) amônia; (xv) parâmetros inorgânicos diversos – ferro, manganês, alumínio, arsênio, cianeto, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, nitratos, nitritos, selênio, zinco.

Modulo IV – Laboratório de Alta Complexidade: realização da análise completa dos parâmetros estabelecidos na Portaria MS nº 518/2004 e na Resolução CONAMA nº 357/2005, à exceção de organismos patogênicos (opcional) e parâmetros radioativos (circunstancial). Como esse módulo incluiria análises de parâmetros de mais alta complexidade, tais como compostos orgânicos, além de recursos humanos qualificados, far-se-iam necessários investimentos consideráveis em equipamentos, a exemplo de espectrofotômetro de absorção atômica e cromatógrafo a gás.

De início procurou-se sistematizar as informações obtidas dos questionários em termos de distribuição proporcional e estatística descritiva, e, na medida do possível, agregar os dados por porte dos Serviços e por Região do país. Entretanto, em alguns casos, devido a limitações da própria amostra inicial ou à não obtenção de respostas, as informações são apresentadas de forma mais simples, ainda descritiva (médias, amplitude de variação, máximos, mínimos, etc.). É importante registrar também que nem sempre os questionários recebidos incluíam

respostas para todas as perguntas e, assim, em várias situações a agregação por porte e, ou por Região não foi possível.

Com base nos custos e preços levantados desenvolveu-se uma planilha eletrônica (Programa Excel) para a estimativa dos custos de implementação e execução de programas de controle de qualidade da água, de acordo com os planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 (considerando o porte dos Serviços) e com os módulos de complexidade laboratorial pré-definidos (Anexo). Para a determinação da viabilidade de implementação de análises laboratoriais foram considerados os gastos com equipamentos e vidrarias (investimentos) com base em preços tomados no mercado; os gastos com execução do plano de amostragem dizem respeito aos custos informados no questionário para a coleta de amostras e a realização das análises - nesses itens estão incluídos gastos com combustível e manutenção da frota envolvida na coleta, manutenção de equipamentos, reposição de vidraria e gastos com mão-de-obra envolvida tanto na coleta quanto nas análises laboratoriais. A atual versão da planilha não incorpora custos relativos a infraestrutura física de laboratório, ou seja, a construção das edificações e respectivos detalhamentos internos; entretanto, esta é uma adaptação de relativa facilidade.

Tabela 2.1- Distribuição da amostra de Serviços Municipais por região e porte, questionários respondidos.

Porte (habitantes)	Região															Total		
	CO			N			NE			S			SE			N	%	
	N	%		N	%		N	%		N	%		N	%			N	%
		(1)	(2)		(1)	(2)		(1)	(2)		(1)	(2)		(1)	(2)	(3)		(4)
< 5.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.001 a 20.000	1	20,0	7,7	0	0	0	2	40,0	15,3	5	31,4	38,5	5	13,5	38,5	13	20,0	100
20.001 a 50.000	2	40,0	11,1	0	0	0	2	40,0	11,1	6	37,6	33,4	8	21,6	44,4	18	26,1	100
50.001 a 100.000	2	40,0	18,2	1	50,0	9,1	0	0	0	1	6,2	9,1	7	18,9	63,6	11	16,9	100
100.001 a 250.000	0	0	0	0	0	0	1	20,0	16,7	1	6,2	16,7	4	10,8	66,6	6	9,2	100
250.001 a 400.000	0	0	0	1	50,0	12,5	0	0	0	2	12,4	25	5	13,5	62,5	8	13,9	100
> 400.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6,2	11,1	8	21,7	88,9	9	13,9	100
Total	N	%		N	%		N	%		N	%		N	%		65	100	100
		(5)	(6)		(5)	(6)		(5)	(6)		(5)	(6)						
	5	100	7,7	2	100	4,6	5	100	7,7	16	100	23,1	37	100	56,9			

N: número de Serviços

- (1) percentual de Serviços em uma determinada faixa populacional e em uma determinada Região em relação ao total de Serviços (todas as faixas populacionais) na Região considerada.
- (2) percentual de Serviços em uma determinada faixa populacional e em uma determinada Região em relação ao total de Serviços (todas as Regiões) na faixa populacional considerada.
- (3) percentual de Serviços na faixa populacional considerada em relação ao total de Serviços (todas as faixas populacionais)
- (4) percentual de Serviços na faixa populacional considerada
- (5) percentual de Serviços na Região considerada
- (6) percentual de Serviços na Região considerada em relação ao total de Serviços (todas as Regiões)

Capítulo 3

Um breve panorama do cumprimento dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004

O questionário foi formulado de maneira a captar informações as mais próximas possíveis dos blocos de parâmetros identificáveis na Resolução CONAMA nº 357/2005 e na Portaria MS nº 518/2004:

- mananciais: (i) parâmetros orgânicos, inorgânicos e agrotóxicos; (ii) turbidez, cor, pH; (iii) DBO, OD, sólidos; (iv) cianobactérias; (v) clorofila, (vi) óleos e graxas; (vii) coliformes.
- saída do tratamento: (i) parâmetros orgânicos, inorgânicos e agrotóxicos; (ii) turbidez, cor, pH; (iii) cianotoxinas, fluoretos, trihalometanos; (iv) cloro residual; (v) coliformes; (vi) desinfetantes e produtos secundários da desinfecção; (vii) padrão de aceitação.

Cumprе esclarecer que o termo ‘desinfetantes e produtos secundários da desinfecção’ (tal como expresso da Portaria MS nº 518/2004) refere-se aqui a outros produtos além do cloro e dos trihalometanos. Por sua vez, o termo ‘padrão de aceitação’ (também tal como expresso da Portaria MS nº 518/2004) inclui uma série de parâmetros tomados em conjunto, à exceção de turbidez e cor, considerados à parte.

- sistema de distribuição: (i) turbidez, cor, pH; (ii) fluoretos e trihalometanos; (iii) cloro residual; (iv) coliformes; (v) contagem de bactérias heterotróficas.

Em relação a esse item vale registrar que os planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 incluem a exigência de determinação de ‘demais parâmetros’, incluindo-se nessa categoria todos os parâmetros a serem determinados na saída da estação de tratamento, quando aí detectados. Porém em virtude da fragilidade das respostas obtidas (quantitativa e qualitativamente), as mesmas não foram consideradas.

Os resultados estão expressos em termos de percentuais médios de parâmetros analisados nos municípios que responderam o questionário (observada ainda a distribuição por porte), ou

seja, quais e quantos parâmetros são analisados, independentemente da frequência de amostragem (Figuras 3.1 a 3.6).

Como comentários de ordem geral, podem ser destacados

- (i) os elevados percentuais de contratação de serviços para a execução das análises
- (ii) os elevados percentuais de não cumprimento das exigências dos planos de amostragem, em termos de parâmetros analisados
- (iii) os crescentes percentuais não cumprimento das exigências dos planos de amostragem em municípios de menor porte, em termos de parâmetros analisados
- (iv) os relativamente mais elevados percentuais de execução em laboratório próprio das análises de menor complexidade e, ou, de maior frequência de amostragem, tais como, cloro residual, pH, turbidez, cor, coliformes e fluoretos

As mesmas informações veiculadas nas Figuras 3.1 a 3.6 foram reorganizadas de forma a se obter uma visão geral do cumprimento dos planos de amostragem por região e por ponto de monitoramento - manancial, saída do tratamento e sistema de distribuição. Mais uma vez os dados foram sistematizados em termos de médias nos municípios em cada categoria considerada (Figura 3.7).

Em geral podem ser notados programas mais intensos de monitoramento nas Regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste e mais precários no Norte e no Nordeste. Percebe-se também uma atenção menor no monitoramento do manancial.

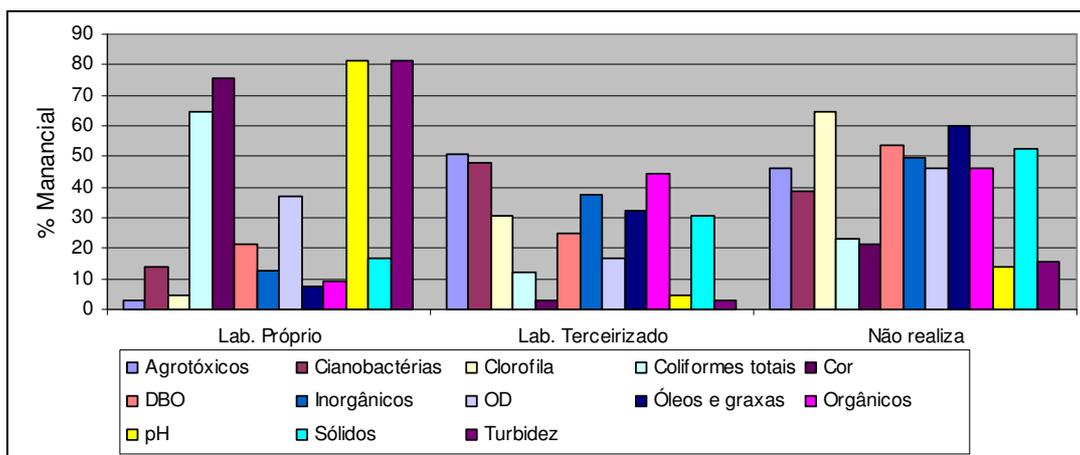


Figura 3.1 - Percentual de parâmetros analisados no manancial em relação às exigências dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 e da Resolução CONAMA nº 357/2005.

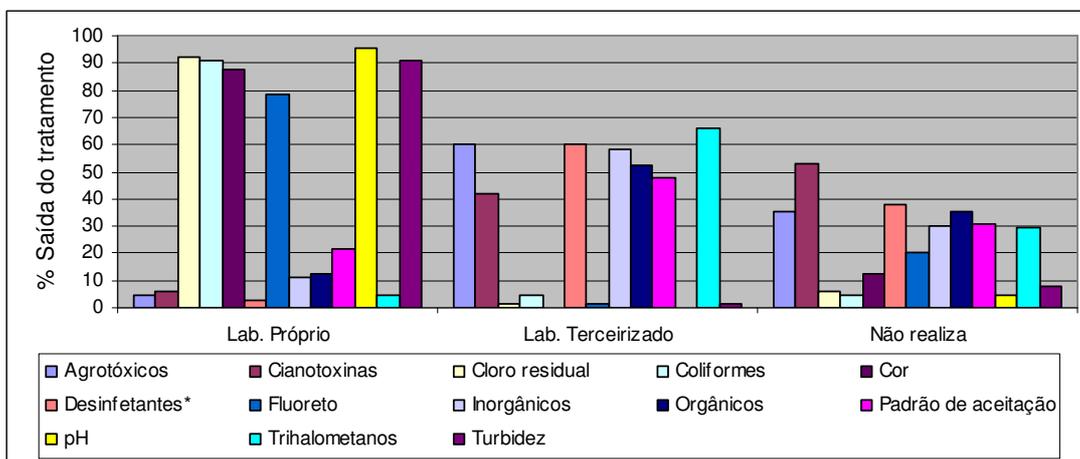


Figura 3.2 - Percentual de parâmetros analisados na saída do tratamento em relação às exigências dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 (* desinfetantes e produtos secundários da desinfecção: exceto cloro e trihalometanos).

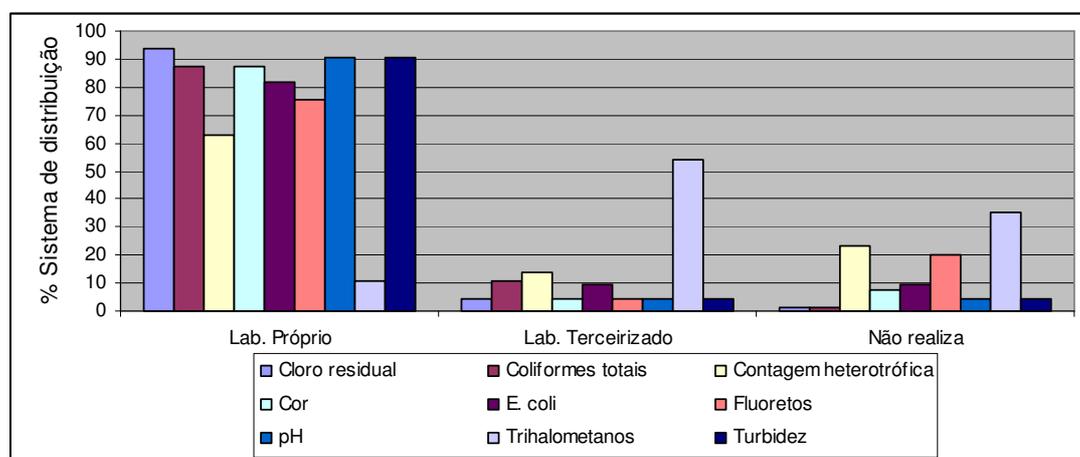


Figura 3.3 - Percentual de parâmetros analisados no sistema de distribuição em relação às exigências dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004

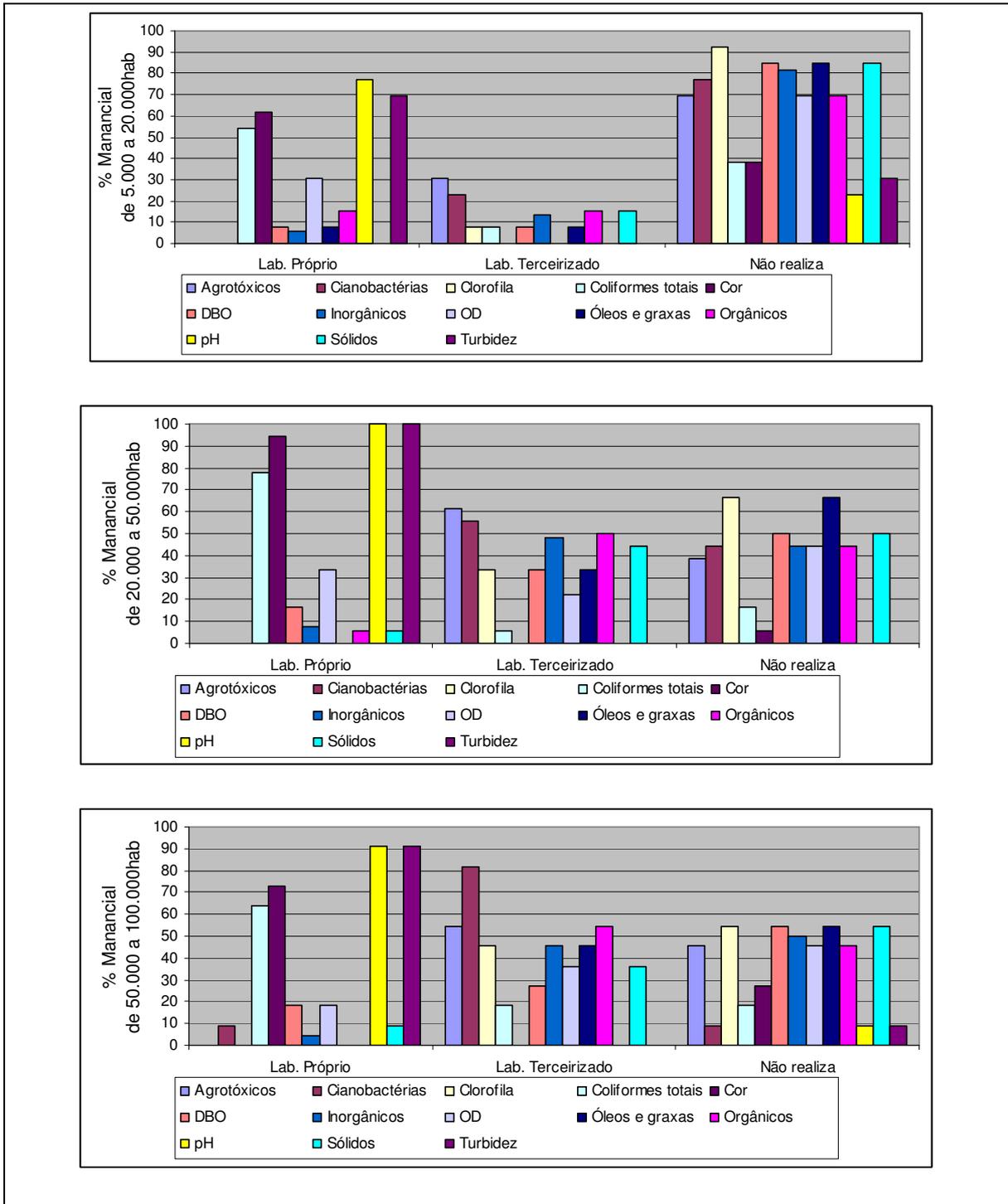


Figura 3.4 - Percentual de parâmetros analisados no manancial em relação às exigências dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 e da Resolução CONAMA nº 357/2005, distribuição por porte do município.

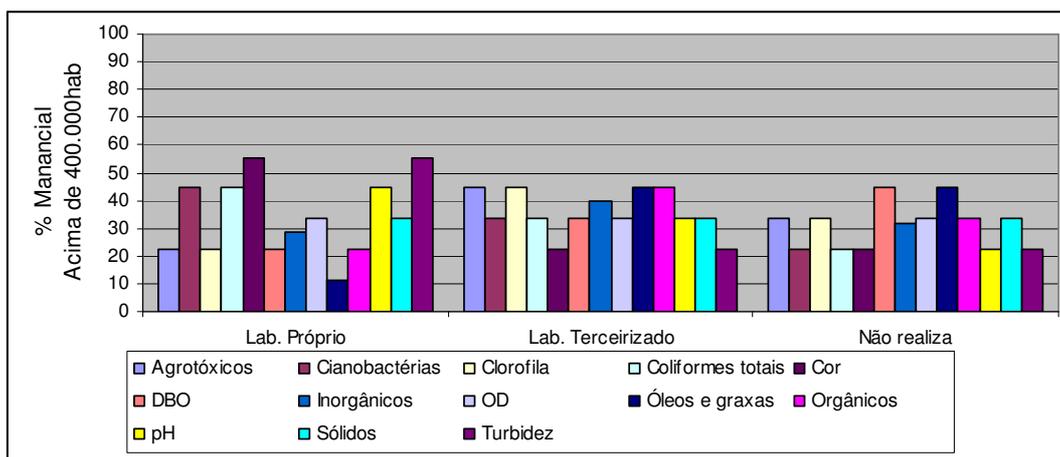
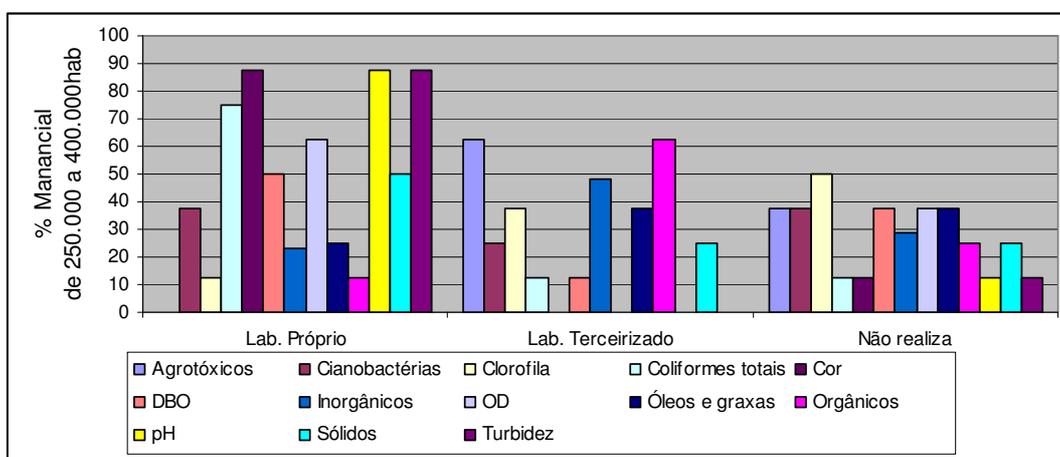
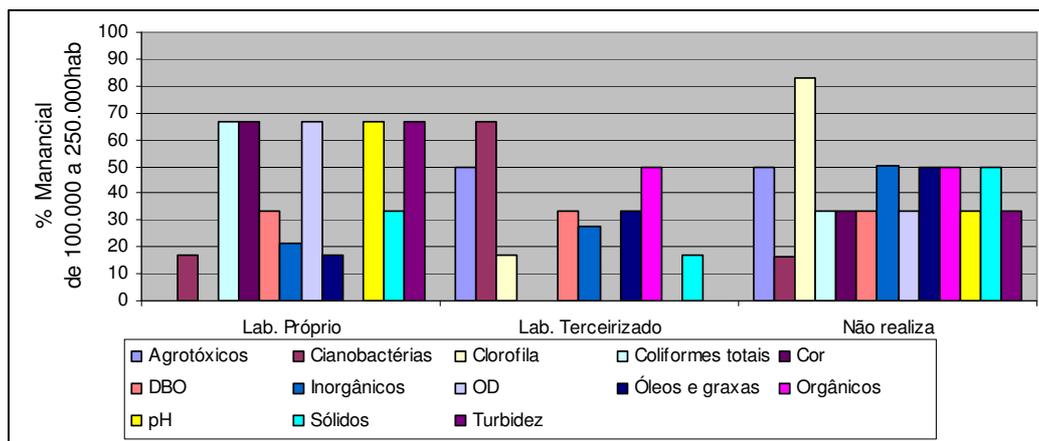


Figura 3.4 - Percentual de parâmetros analisados no manancial em relação às exigências dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 e da Resolução CONAMA nº 357/2005, distribuição por porte do município (continuação).

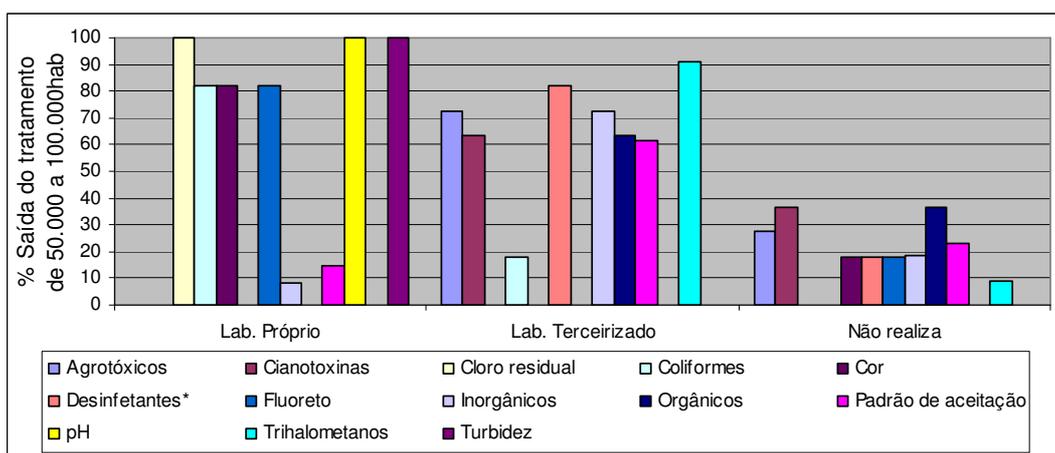
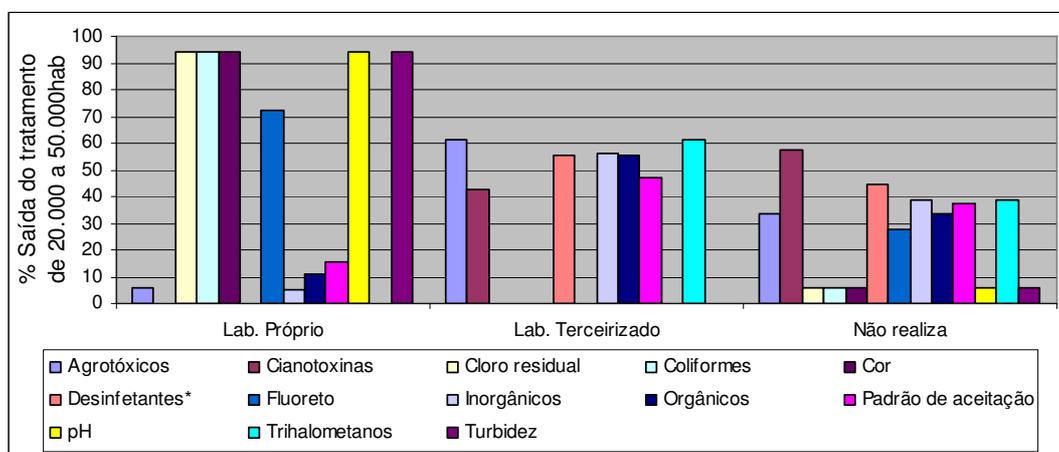
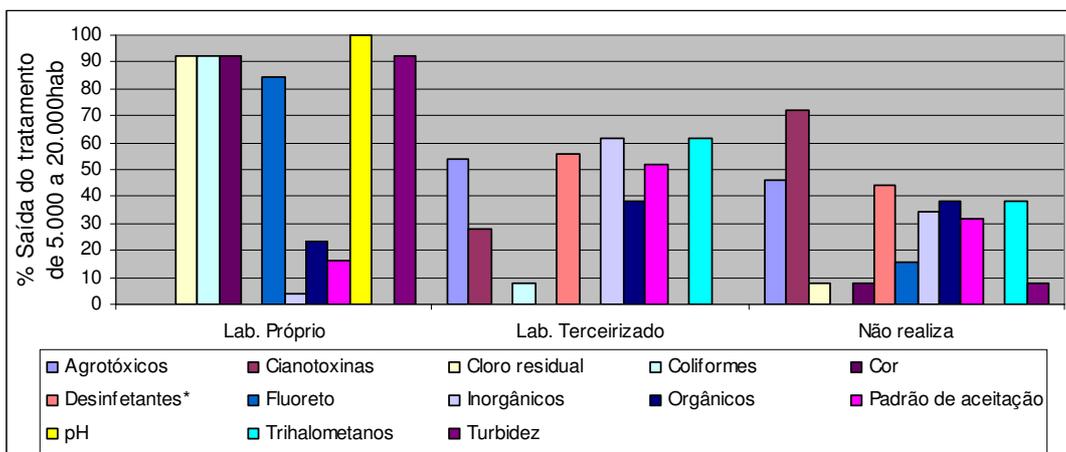


Figura 3.5 - Percentual de parâmetros analisados na saída do tratamento em relação às exigências dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004, distribuição por porte do município. (*desinfetantes e produtos secundários da desinfecção: exceto cloro e trihalometanos).

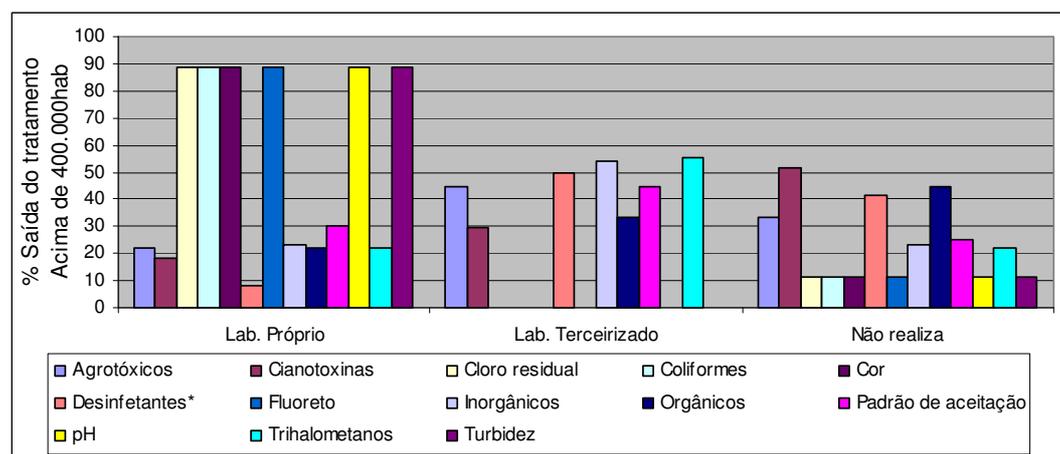
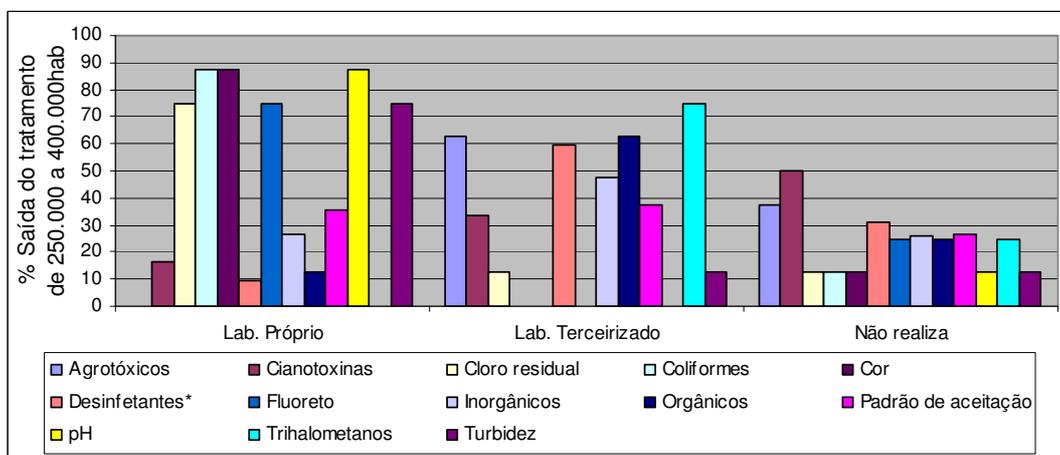
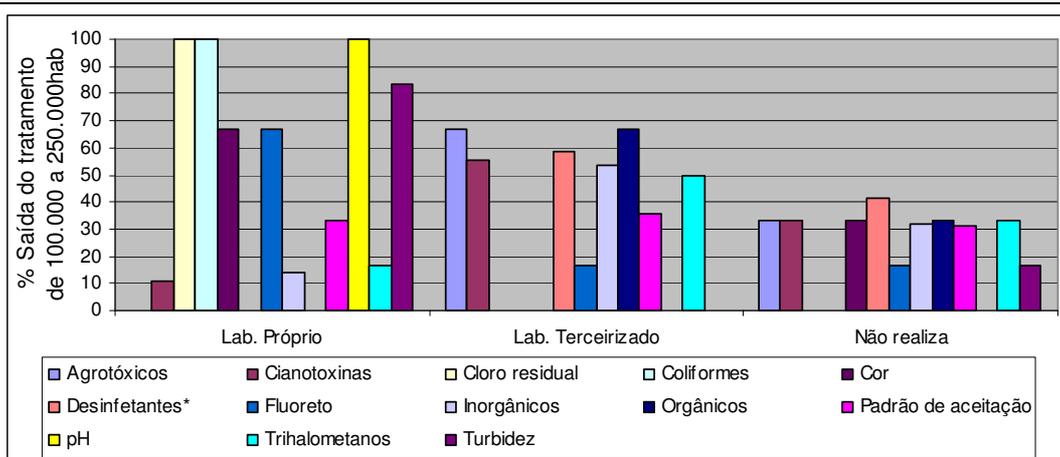


Figura 3.5 - Percentual de parâmetros analisados na saída do tratamento em relação às exigências dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004, distribuição por porte do município (continuação). (*desinfetantes e produtos secundários da desinfecção exceto cloro e trihalometanos)

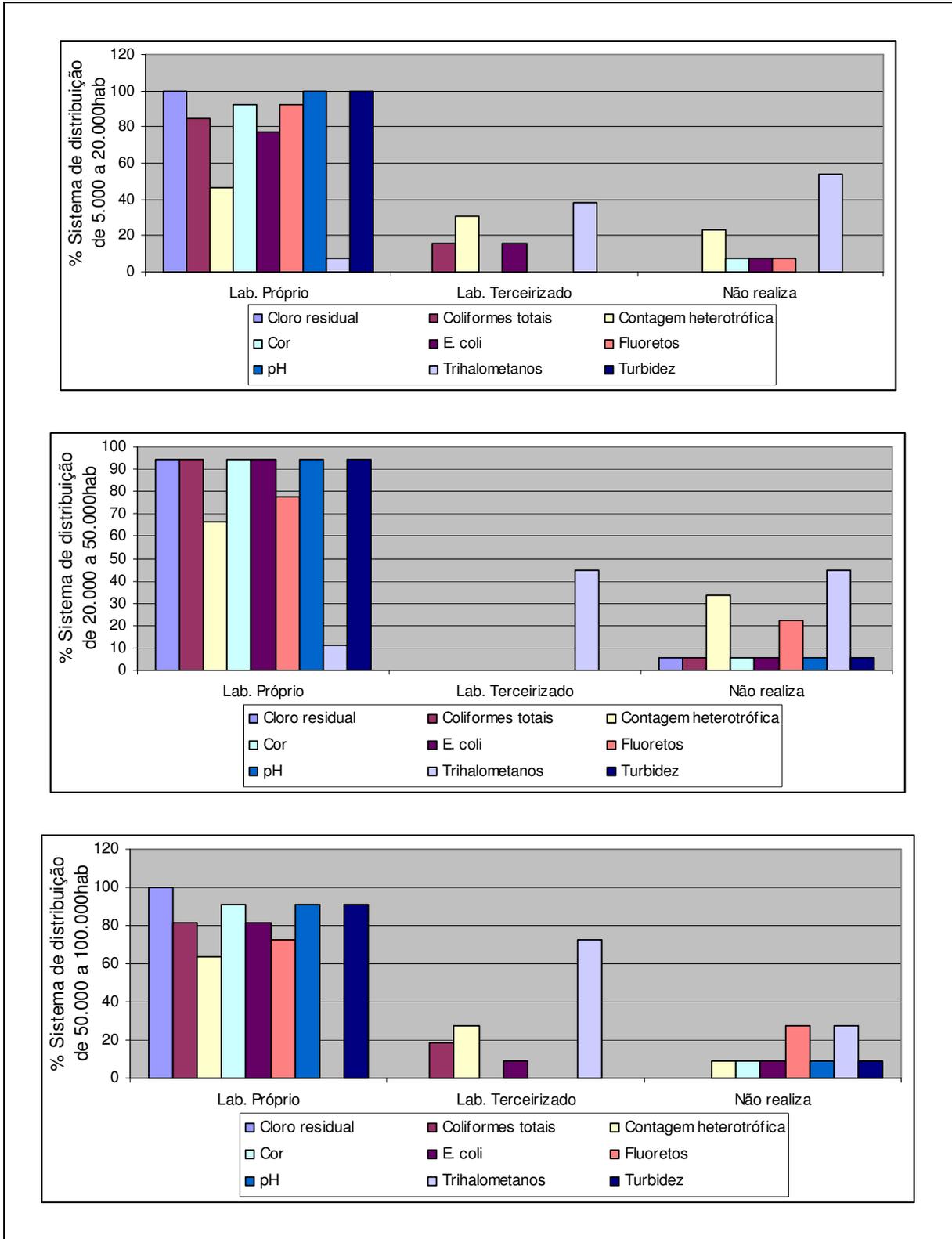


Figura 3.6 - Percentual de parâmetros analisados no sistema de distribuição em relação às exigências dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004, distribuição por porte do município.

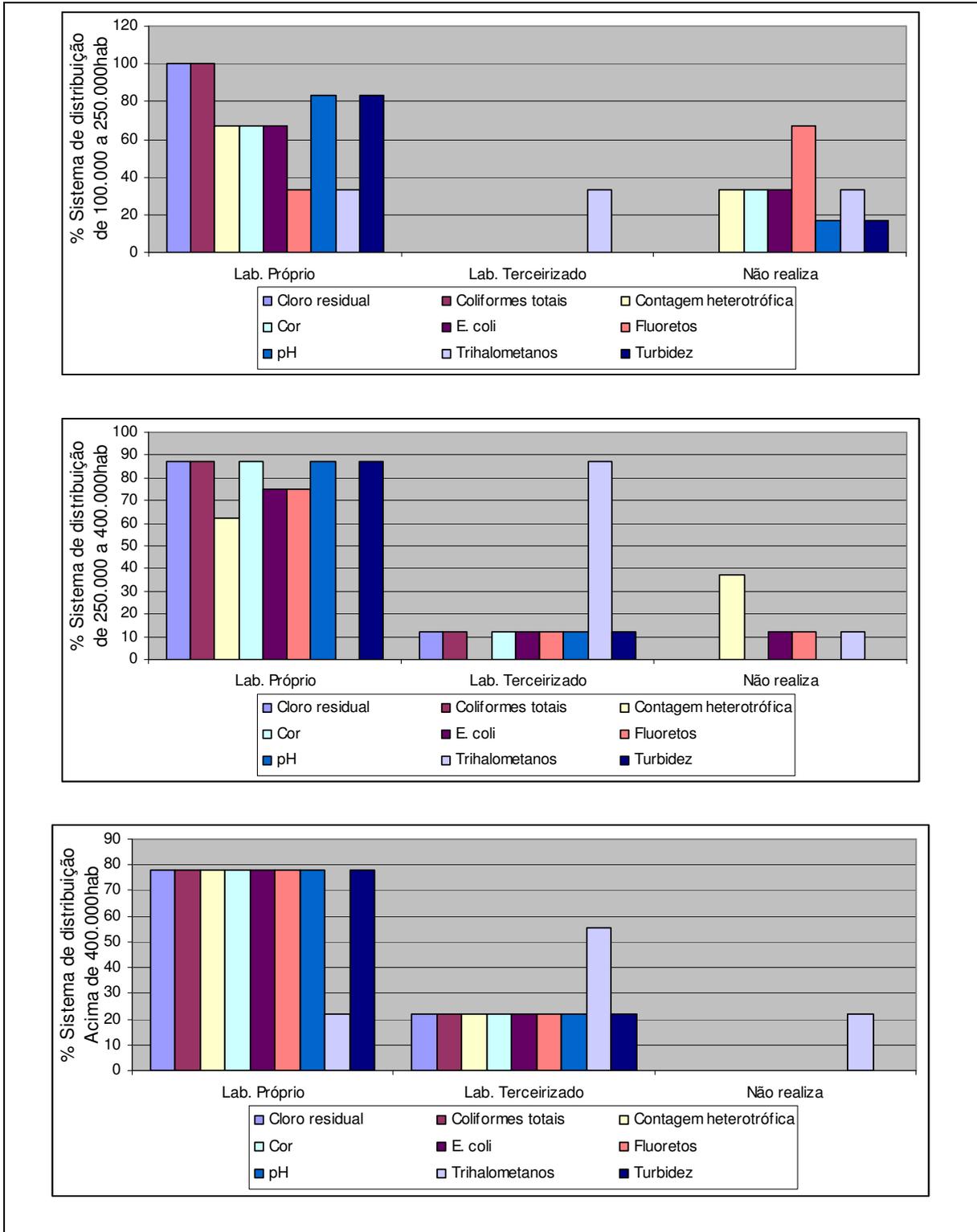


Figura 3.6 - Percentual de parâmetros analisados no sistema de distribuição em relação às exigências dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004, distribuição por porte do município (continuação).

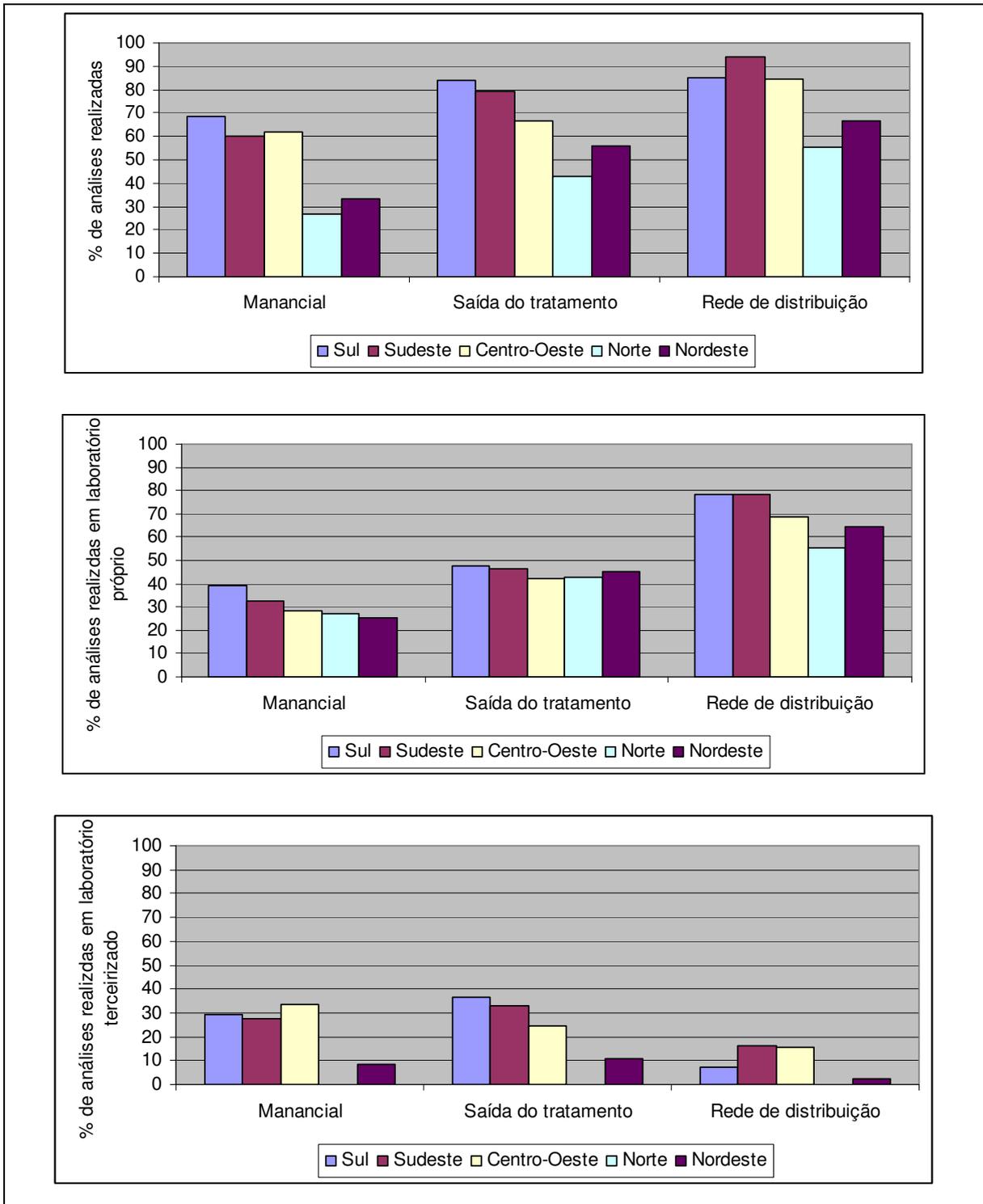


Figura 3.7 - Percentual de parâmetros analisados no manancial, na saída do tratamento e no sistema de distribuição em relação aos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 e da Resolução CONAMA nº 357/2005, média geral dos Serviços avaliados, distribuição por Região.

Capítulo 4

Receitas tarifárias e despesas correntes nos Serviços Municipais de Saneamento

Por meio do questionário aplicado na amostra dos Serviços Municipais de Saneamento foram levantadas informações sobre receitas tarifárias (61 serviços informaram valores referentes à tarifa de água e 49 à de água + esgotos) (Tabelas 4.1 e 4.2), faturamento (idem) (Tabelas 4.3 e 4.4) e despesas correntes anuais (63 questionários respondidos com informações sobre despesas referentes a produtos químicos aplicados no tratamento da água, energia elétrica e reagentes químicos utilizados nas análises laboratoriais; 53 sobre gastos de manutenção com os sistemas de abastecimento de água e 35 com gastos de manutenção com os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário) (Tabelas 4.6, 4.7 e 4.8)

Tabela 4.1 – Estatística descritiva dos dados de receita anual tarifária de água (R\$) nos Serviços que responderam o questionário, distribuição por porte (valores arredondados, novembro de 2006).

Parâmetro	Faixa populacional (mil habitantes)					
	5 a 20	20 a 50	50 a 100	100 a 250	250 a 400	> 400
10% ⁽¹⁾	222.000	929.000	3.065.000	3.259.000	12.977.000	30.263.000
25% ⁽¹⁾	361.000	1.400.000	3.492.000	4.850.000	19.401.000	35.656.000
50% ⁽¹⁾	516.000	1.910.000	3.714.000	8.336.000	25.851.000	44.190.000
75% ⁽¹⁾	742.000	2.148.000	3.902.000	13.110.000	27.482.000	105.473.000
90% ⁽¹⁾	1.151.000	2.946.000	4.065.000	17.822.000	28.367.000	142.137.000
Mínimo	208.000	295.000	2.880.000	1.995.000	10.668.000	25.626.000
Máximo	1.328.000	4.058.000	4.666.000	21.781.000	29.375.000	176.237.000
Média	627.000	1.905.000	3.693.000	9.806.000	22.809.000	73.116.000
Desvio-padrão	365.000	922.000	489.000	7.290.000	7.240.000	55.033.000
n	13	16	11	6	7	8

(1) valor abaixo do qual se encontram (i) % dos dados informados; n = número de Serviços que responderam ao questionário.

Tabela 4.2 – Estatística descritiva dos dados de receita anual tarifária de água + esgotos (R\$) nos Serviços que responderam o questionário, distribuição por porte (valores arredondados, novembro de 2006)

Parâmetro	Faixa populacional (mil habitantes)					
	5 a 20	20 a 50	50 a 100	100 a 250	250 a 400	> 400
10% ⁽¹⁾	312.000	1.295.000	4.061.000	10.130.000	18.102.000	58.340.000
25% ⁽¹⁾	339.000	1.702.000	4.097.000	10.362.000	24.626.000	66.470.000
50% ⁽¹⁾	685.000	2.362.000	5.509.000	19.637.000	29.476.000	104.610.000
75% ⁽¹⁾	1.090.000	3.064.000	5.877.000	23.767.000	43.793.000	197.465.000
90% ⁽¹⁾	1.265.810	3.710.000	6.833.000	25.131.000	50.098.000	241.312.000
Mínimo	264.000	432.000	3.940.000	9.976.000	13.726.000	57.590.000
Máximo	1.429.000	5.478.000	8.041.000	26.041.000	52.538.000	242.591.000
Média	755.000	2.478.000	5.400.000	17.957.000	33.225.000	133.238.000
Desvio-padrão	429.000	1.317.000	1.333.000	7.472.000	14.191.000	81.117.000
n	9	12	9	5	7	7

(1) valor abaixo do qual se encontram (i) % dos dados informados; n = número de Serviços que responderam ao questionário.

Tabela 4.3 – Estatística descritiva dos dados de faturamento anual (água) (R\$) nos Serviços que responderam o questionário, distribuição por porte (valores arredondados, novembro de 2006).

Parâmetro	Faixa populacional (mil habitantes)					
	5 a 20	20 a 50	50 a 100	100 a 250	250 a 400	> 400
10% ⁽¹⁾	327.000	1.097.000	3.534.000	7.249.000	18.102.000	48.000.00
25% ⁽¹⁾	397.000	1.702.000	4.015.000	10.072.000	24.626.000	58.528.000
50% ⁽¹⁾	686.000	2.170.000	4.984.000	14.999.000	29.476.000	89.354.000
75% ⁽¹⁾	1.090.000	3.063.000	5.702.000	22.734.000	43.793.000	175.969.000
90% ⁽¹⁾	1.218.000	3.612.000	6.531.000	24.904.000	50.098.000	241.099.000
Mínimo	264.000	432.000	2.880.000	4.522.000	13.726.000	25.626.000
Máximo	1.428.000	5.478.000	8.041.000	26.041.000	52.538.000	242.591.000
Média	740.000	2.390.000	5.001.000	15.718.000	33.226.000	119.786.000
Desvio-padrão	393.000	1.231.000	1.493.000	8.645.000	14.191.000	84.187.000
n	13	16	11	6	7	8

(1) valor abaixo do qual se encontram (i) % dos dados informados; n = número de Serviços que responderam ao questionário.

Tabela 4.4 – Estatística descritiva dos dados de faturamento anual (água + esgotos) (R\$) nos Serviços que responderam o questionário, distribuição por porte (valores arredondados, novembro de 2006).

Parâmetro	Faixa populacional (mil habitantes)					
	5 a 20	20 a 50	50 a 100	100 a 250	250 a 400	> 400
10% ⁽¹⁾	499.000	624.000	4.187.000	11.636.000	17.992.000	68.201.000
25% ⁽¹⁾	540.000	1.821.000	4.342.000	14.387.000	25.044.000	82.480.000
50% ⁽¹⁾	685.000	2.411.000	5.034.000	21.515.000	29.851.000	117.609.000
75% ⁽¹⁾	1.197.000	3.230.000	6.397.000	26.231.000	57.627.000	235.788.000
90% ⁽¹⁾	1.351.000	3.925.000	8.146.000	28.450.000	60.666.000	277.499.000
Mínimo	341.000	468.000	3.832.000	9.803.000	13.277.000	63.321.000
Máximo	1.429.000	7.226.000	8.429.000	29.929.000	61.360.000	279.959.000
Média	866.000	2.635.000	5.715.000	20.373.000	38.547.000	156.775.000
Desvio-padrão	401.000	1.792.000	1.661.000	8.284.000	19.880.000	93.472.000
n	9	12	9	5	7	7

(1) valor abaixo do qual se encontram (i) % dos dados informados; n = número de Serviços que responderam ao questionário.

Tomando como referência os valores das medianas em cada faixa de porte considerada, registra-se que 50% dos Serviços que responderam ao questionário apresentaram receitas tarifárias anuais de água até as seguintes cifras aproximadas: R\$ 520.000 (5.000 a 20.000 habitantes), R\$ 1.900.000 (20.000 a 50.000 habitantes), R\$ 3.700.000 (50.000 a 100.000 habitantes), R\$ 8.400.000 (100.000 a 250.000 habitantes), R\$ 25.900.000 (250.000 a 400.000 habitantes), R\$ 44.2000.000 (acima de 400.000 habitantes).

Embora não seja objetivo específico deste trabalho, confrontando as informações de faturamento e receitas tarifárias de água (Tabela 4.5), há indícios de elevada inadimplência no pagamento das contas de água, principalmente nos municípios de maior porte (Tabela 4.5).

Tabela 4.5 – Estatística descritiva da relação receita / faturamento das contas de água nos Serviços que responderam o questionário, distribuição por porte, novembro de 2006 ⁽¹⁾.

Parâmetro	Faixa populacional (mil habitantes)					
	5 a 20	20 a 50	50 a 100	100 a 250	250 a 400	> 400
25% ⁽²⁾	0,90	0,82	0,88	0,48	0,80	0,61
50% ⁽²⁾	0,75	0,88	0,75	0,56	0,88	0,50
75% ⁽²⁾	0,68	0,70	0,68	0,58	0,63	0,60
Média	0,85	0,80	0,74	0,62	0,69	0,61

(1) valores computados com base na estatística descritiva dos dados de receita e faturamento das contas de água e na média de população em cada faixa populacional; (2) valor abaixo do qual se encontram (i) % dos dados informados.

A seguir apresentam-se as informações obtidas em relação às despesas correntes anuais dos Serviços Municipais, considerando os seguintes itens: produtos químicos utilizados no tratamento da água, reagentes utilizados nas análises laboratoriais, energia elétrica, custos de manutenção dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário (Tabelas 4.6 a 4.8).

Tabela 4.6 – Estatística descritiva dos dados de despesas correntes anuais (R\$) (produtos químicos aplicados no tratamento da água, reagentes químicos utilizados nas análises laboratoriais e energia elétrica) nos Serviços que responderam o questionário, distribuição por porte (valores arredondados, novembro de 2006).

Parâmetro	Faixa populacional (mil habitantes)					
	5 a 20	20 a 50	50 a 100	100 a 250	250 a 400	> 400
10% ⁽¹⁾	80.000	197.000	746.000	1.416.000	1.501.000	1.655.000
25% ⁽¹⁾	91.000	282.000	770.000	1.505.000	3.695.000	2.811.000
50% ⁽¹⁾	138.000	373.000	1.004.000	1.998.000	5.620.000	10.714.000
75% ⁽¹⁾	166.000	597.000	1.315.000	3.428.000	9.090.000	23.421.000
90% ⁽¹⁾	193.000	962.000	1.551.000	5.591.000	13.328.000	28.167.000
Mínimo	64.000	60.000	467.000	1.357.000	1.080.000	510.000
Máximo	218.000	1.391.000	1.940.000	7.412.000	16.079.000	31.246.000
Média	133.000	497.000	1.081.000	3.002.000	6.833.000	13.091.000
Desvio-padrão	48.000	360.000	422.000	2.342.000	5.127.000	11.510.000
n	13	16	11	6	8	9

(1) valor abaixo do qual se encontram (i) % dos dados informados; n = número de Serviços que responderam ao questionário.

Tabela 4.7 – Estatística descritiva dos dados de despesas correntes anuais (R\$) (gastos de manutenção com os sistemas de abastecimento de água) nos Serviços que responderam o questionário, distribuição por porte (valores arredondados, novembro de 2006).

Parâmetro	Faixa populacional (mil habitantes)					
	5 a 20	20 a 50	50 a 100	100 a 250	250 a 400	> 400
10% ⁽¹⁾	39.000	134.000	287.000	NA	150.000	1.298.000
25% ⁽¹⁾	55.000	266.000	434.000	NA	321.000	1.713.000
50% ⁽¹⁾	118.000	517.000	522.000	NA	2.808.000	17.979.000
75% ⁽¹⁾	238.000	667.000	612.000	NA	9.960.000	29.464.000
90% ⁽¹⁾	296.000	775.000	1.488.000	NA	12.740.000	32.728.000
Mínimo	12.000	28.000	267.000	281.000	43.000	754.000
Máximo	590.000	1.118.000	3.307.000	2.128.000	13.902.00	35.700.00
Média	164.000	488.000	835.000	1.205.000	5.232.000	16.684.000
Desvio-padrão	158.000	292.000	1.009.000	NA	6.155.000	15.349.000
n	13	17	8	2	6	7

(1) valor abaixo do qual se encontram (i) % dos dados informados; n = número de Serviços que responderam ao questionário; NA: não se aplica (escassez de informações).

Tabela 4.8 – Estatística descritiva dos dados de despesas correntes anuais (R\$) (gastos de manutenção com os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário) nos Serviços que responderam o questionário, distribuição por porte (valores arredondados, novembro de 2006).

Parâmetro	Faixa populacional (mil habitantes)					
	5 a 20	20 a 50	50 a 100	100 a 250	250 a 400	> 400
10% ⁽¹⁾	33.000	175.000	424.000	NA	627.000	3.216.000
25% ⁽¹⁾	52.000	276.000	533.000	NA	1.110.000	7.974.000
50% ⁽¹⁾	80.000	434.000	595.000	NA	10.387.000	28.609.000
75% ⁽¹⁾	150.000	662.000	739.000	NA	11.749.000	46.079.000
90% ⁽¹⁾	220.000	1.144.000	2.535.000	NA	13.070.000	48.761.000
Mínimo	19.000	148.000	351.000	NA	305.000	1.849.000
Máximo	298.000	1.225.000	3.732.000	NA	13.950.000	49.107.000
Média	114.000	531.000	1.190.000	402.000	7.500.000	26.862.000
Desvio-padrão	96.000	372.000	1.428.000	NA	6.336.000	21.478.000
n	7	11	5	1	5	6

(1) valor abaixo do qual se encontram (i) % dos dados informados; n = número de Serviços que responderam ao questionário; NA: não se aplica (escassez de informações).

Nas Tabelas 4.9 e 4.10 as informações sobre receitas e despesas com os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são resumidas em termos de médias e medianas, de forma a facilitar a discussão em torno das relações despesas / receitas.

Tabela 4.9 – Resumo dos dados médios (medianas e médias) de receitas e despesas anuais (R\$) com os serviços de abastecimento de água nos Serviços que responderam o questionário (valores arredondados, novembro de 2006).

Parâmetro	Faixa populacional (mil habitantes)					
	5 a 20	20 a 50	50 a 100	100 a 250	250 a 400	> 400
Receitas água						
Mediana	516.000	1.910.000	3.714.000	8.336.000	25.851.000	44.190.000
Média	627.000	1.905.000	3.693.000	9.806.000	22.809.000	73.116.000
Despesas água (produtos químicos aplicados no tratamento da água, reagentes químicos utilizados nas análises laboratoriais e energia elétrica)						
Mediana	138.000	373.000	1.004.000	1.998.000	5.620.000	10.714.000
Média	133.000	497.000	1.081.000	3.002.000	6.833.000	13.091.000
Despesas água (manutenção)						
Mediana	118.000	517.000	522.000	NA	2.808.000	17.979.000
Média	164.000	488.000	835.000	1.205.000	5.232.000	16.684.000
Despesas água (total)						
Mediana	256.000	890.000	1.526.000	3.203.000	8.425.000	28.693.000
Média	297.000	985.000	1.196.000	4.207.000	12.065.000	29.775.000
Despesas / Receitas						
Mediana	0,50	0,47	0,41	0,38	0,33	0,65
Média	0,47	0,52	0,33	0,43	0,53	0,41

NA: não se aplica (escassez de informações)

Tabela 4.10 – Resumo dos dados médios (medianas e médias) de receitas e despesas anuais (R\$) com os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos Serviços que responderam o questionário (valores arredondados, novembro de 2006).

Parâmetro	Faixa populacional (mil habitantes)					
	5 a 20	20 a 50	50 a 100	100 a 250	250 a 400	> 400
Receitas água + esgotos						
Mediana	685.000	2.362.000	5.509.000	19.637.000	29.476.000	104.610.000
Média	755.000	2.478.000	5.400.000	17.957.000	33.225.000	133.238.000
Despesas água (produtos químicos aplicados no tratamento da água, reagentes químicos utilizados nas análises laboratoriais e energia elétrica)						
Mediana	138.000	373.000	1.004.000	1.998.000	5.620.000	10.714.000
Média	133.000	497.000	1.081.000	3.002.000	6.833.000	13.091.000
Despesas água + esgotos (manutenção)						
Mediana	80.000	434.000	595.000	NA	10.387.000	28.609.000
Média	114.000	531.000	1.190.000	NA	7.500.000	26.862.000
Despesas água + esgotos (total)						
Mediana	218.000	807.000	1.599.000	2.400.000	16.007.000	39.323.000
Média	247.000	1.028.000	2.271.000	3.404.000	14.333.000	39.953.000
Despesas / Receitas						
Mediana	0,32	0,34	0,29	NA	0,54	0,38
Média	0,33	0,41	0,42	NA	0,43	0,30

NA: não se aplica (escassez de informações)

Na Tabela 4.11 são resumidas as informações acima, em conjunto com as referentes às despesas de manutenção dos serviços de água e esgotos, e expressas em termos de médias.

Tabela 4.11 – Resumo dos dados médios de despesas anuais com os serviços de água e esgotos (R\$) nos Serviços que responderam ao questionário (valores arredondados, novembro de 2006).

Faixa populacional (mil habitantes)					
5 a 20	20 a 50	50 a 100	100 a 250	250 a 400	> 400
Despesas água (produtos químicos aplicados no tratamento da água)					
23.000	65.000	139.000	607.000	1.032.000	1.334.000
Despesas água (reagentes químicos utilizados nas análises laboratoriais)					
4.800	9.000	11.000	22.000	30.000	35.000
Despesas água (energia elétrica)					
103.000	279.000	874.000	1.715.000	3.807.000	8.088.000
Despesas água + esgotos (manutenção)					
114.000	531.000	1.190.000	NA	7.500.000	26.862.000
Despesas total					
244.800	884.000	2.214.000	2.746.000	12.369.000	36.319.000
Despesas energia elétrica / Total despesas					
0,42	0,32	0,39	0,62	0,31	0,22
Despesas com manutenção dos sistemas de água e esgotos / Total despesas					
0,47	0,60	0,54	NA	0,61	0,74

NA: não se aplica (escassez de informações)

Em linhas gerais podem ser destacados os seguintes pontos:

As despesas com energia elétrica respondem por cerca 30% a 50 % do total dos itens considerados.

As despesas com a manutenção dos sistemas de água e esgotos respondem por cerca 40% a 70 % do total dos itens considerados.

A relação despesas / receitas dos serviços de abastecimento de água varia em torno de 30% a 50% e, a julgar pelos valores das medianas, em geral decresce com o aumento do porte dos municípios.

Considerando os valores de receitas e despesas relativas aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, a relação despesas / receitas varia em torno de 30% a 40% e, novamente, parece decrescer com o aumento do porte dos municípios.

Capítulo 5

Custos dos programas de controle de qualidade da água para consumo humano nos Serviços Municipais de Saneamento

5.1. Levantamento dos custos dos programas de controle de qualidade da água para consumo humano executados em Serviços Municipais de Saneamento.

Por meio do questionário aplicado em uma amostra dos Serviços Municipais de Saneamento foram levantadas informações sobre custos envolvidos na execução de programas de controle de qualidade da água, incluindo os seguintes itens: (i) programa de coleta de amostras – veículos, recipientes para coleta de amostras e mão-de-obra; (ii) análises laboratoriais – execução das análises, vidraria, mão-de-obra.

O índice de respostas a essas questões foi bastante variável e, em geral, baixo impossibilitando a realização de análises mais detalhadas (por exemplo, a avaliação do peso relativo de cada grupo de parâmetros constantes na Portaria MS nº 518/2004 ou a avaliação dos custos por Região do país). Assim, todos os resultados e respectivas discussões a seguir devem ser acompanhados da devida cautela e compreendidos nos limites do banco de dados disponível.

Na Tabela 5.1 apresenta-se um resumo das informações possíveis de serem reunidas, expressas em termos de médias, sem considerar a distribuição por Região e sem discriminar os itens de custos.

Tabela 5.1 – Valores médios anuais (R\$) das informações sobre custos de execução de programas de controle de qualidade da água nos Serviços que responderam o questionário, detalhamento por custos totais de coleta de amostras e de análises laboratoriais e por porte do Serviço.

Faixa populacional					
5.000 – 20.000 habitantes		20.000 – 50.000 habitantes		50.000 – 100.000 habitantes	
Coleta	Análise	Coleta	Análise	Coleta	Análise
6.000	60.000	46.000	119.000	254.000	150.000
Faixa populacional					
100.000 - 250.000 habitantes		250.000 - 400.000 habitantes		> 400.000 habitantes	
Coleta	Análise	Coleta	Análise	Coleta	Análise
254.000	322.000	52.000	263.000	90.000	1.180.000

A relação dos custos dos programas de controle da qualidade da água (despesas com coleta e análises laboratoriais, médias anuais) e receitas tarifárias anuais é apresentada nas Figuras 5.1 a 5.3, considerando a distribuição por porte dos Serviços.

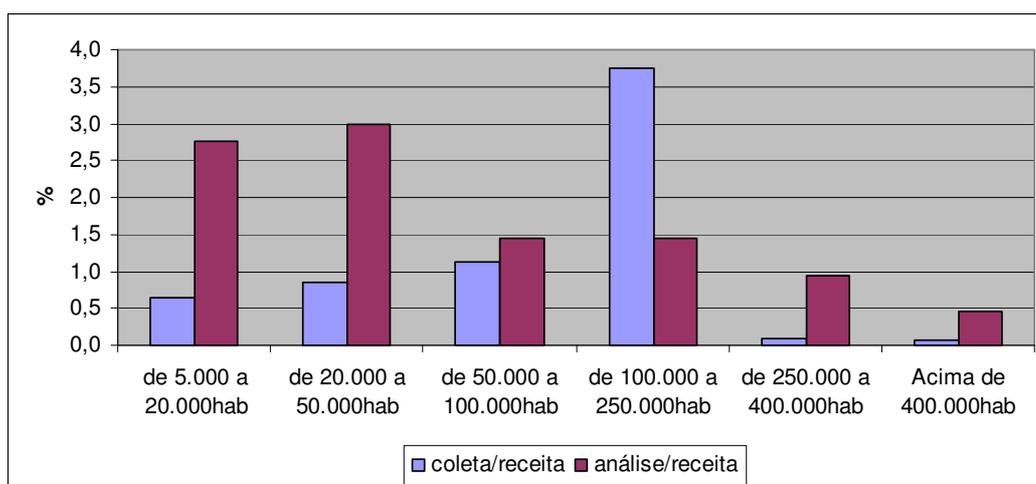


Figura 5.1 - Relação entre os custos dos programas de controle de qualidade da água (coleta de amostras e análises laboratoriais) executados pelos Serviços que responderam o questionário e as receitas tarifárias de água, médias anuais por porte dos Serviços.

Em que pese a fragilidade do banco de dados, as informações levantadas bem sugerem o efeito do fator escala nos custos de execução de programas de controle de qualidade da água. Em relação ao item ‘coleta de amostras’ um fator determinante é o número de mananciais e sistemas e, particularmente, a amostra avaliada na faixa populacional de 100.000-250.000 habitantes inclui exemplos com elevado número de mananciais e sistemas.

A julgar pelos dados disponíveis, em geral, pode-se perceber o seguinte: (i) os custos de realização das análises laboratoriais superam os de coleta de amostras; (ii) os custos referentes às análises laboratoriais seguem uma tendência decrescente com o aumento do porte do município, representando cerca de 3,0% das receitas tarifárias de água nos Serviços entre 5.000 - 50.000 habitantes, 1,5% nos Serviços entre 50.000 - 250.000 habitantes e entre 0,5% a 1,0% nos municípios que atendem mais que 250.000 habitantes; (iv) ao contrário, os custos com coleta de amostras crescem até um determinado porte de Serviço (com valores que representam de 0,5% a 3,5% das receitas tarifárias de água) e, a partir de então, decrescem (até menos de 0,5%) .

Na Figura 5.2 as informações são reorganizadas, computando-se os custos totais de execução dos programas de controle de qualidade da água (coleta de amostras + análises laboratoriais). Não fosse a exceção já destacada (faixa de 100.000-250.000 habitantes) os dados obtidos bem demonstrariam o também já mencionado fator escala, com a relação custo / receita decrescendo com o aumento do porte dos Serviços.

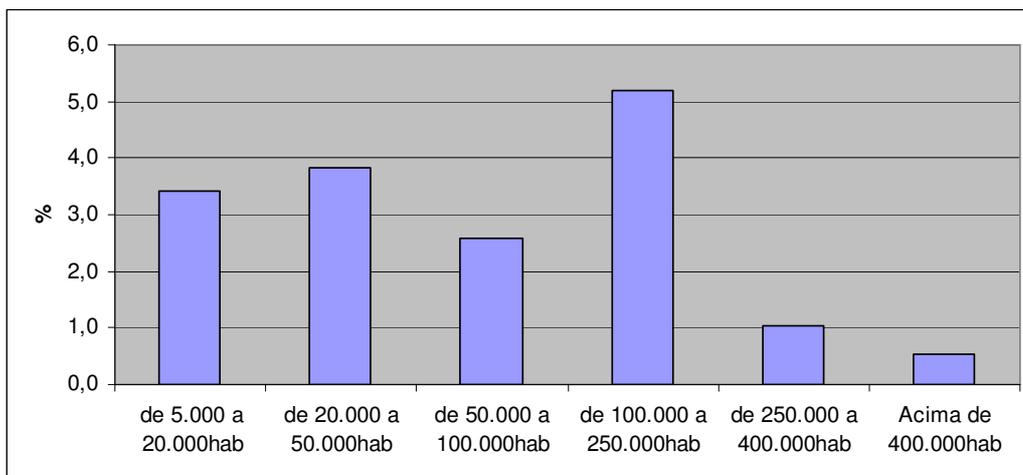


Figura 5.2 - Relação entre custos dos programas de controle de qualidade da água (coleta de amostras + análises laboratoriais) executados pelos Serviços que responderam o questionário e receitas tarifárias de água, médias anuais por porte dos Serviços.

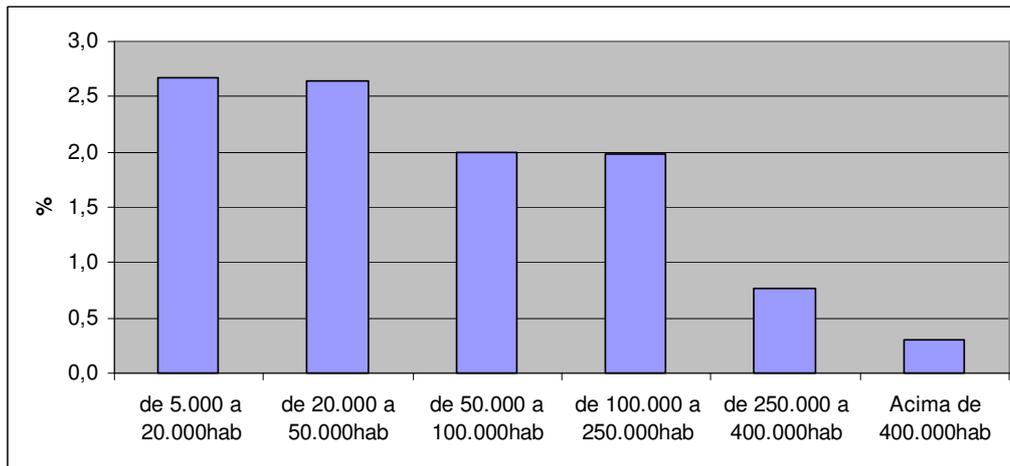


Figura 5.3 - Relação entre os custos dos programas de controle de qualidade da água (coleta de amostras + análises laboratoriais) executados pelos Serviços que responderam o questionário e receitas tarifárias de água + esgotos , médias anuais por porte dos Serviços.

As informações reunidas sugerem que os custos de programas de controle de qualidade da água atualmente executados em Serviços Municipais de Saneamento não superam cerca de 5% das receitas tarifárias de água, sendo os valores mais recorrentes da ordem de 2 a 3% na faixa de 5.000 a 100.000 habitantes e de 1% ou menos em Serviços que atendem mais de 250.000 habitantes.

Considerando as receitas tarifárias de água e esgotos, os custos de execução de programas de controle de qualidade da água não superariam cerca de 2,5% das receitas em municípios com até 50.000 habitantes, decrescendo até menos de 1% ou 0,5 % em municípios de maior porte, acima 250.000 habitantes.

Porém, há que se lembrar que a análise acima, com base nas informações extraídas dos questionários, não necessariamente inclui os custos referentes ao cumprimento integral da Portaria MS nº 518/2004, aliás, na maioria das vezes, de fato não inclui. A limitação dessa análise é compensada mais adiante com exercícios de estimativas de custos para o cumprimento integral da Portaria MS nº 518/2004 (ver item 5.3.2).

5.2. Levantamento do custo das análises em laboratórios particulares – tomada de preços no mercado

De trinta laboratórios contatados, dezessete responderam a consulta realizada, a maioria com atuação da Região Sudeste. As cotações de preços recebidas, em sua maioria, envolveram o valor total do serviço (análises da Portaria MS nº 518/2004 e da Resolução CONAMA nº 357/2005), sem detalhar os preços por parâmetros.

Na Tabela 5.2 apresenta-se um resumo das cotações de preços e serviços recebidos, notando-se uma grande variação entre os laboratórios consultados.

Tabela 5.2 - Custos para a realização de uma análise de todos os parâmetros especificados Portaria MS nº 518/2004 e na Resolução CONAMA nº 357/2005, preços tomados no mercado (R\$), outubro de 2006.

Região	Laboratório	Portaria 518	CONAMA 357	Total
Sul	Laboratório 1	2.672,00	4.355,00	7.027,00
	Laboratório 2	3.977,60	2.803,30	6.780,90
Sudeste	Laboratório 3	1.435,80	1.575,60	3.011,40
	Laboratório 4	2.400,00	2.610,00	5.010,00
	Laboratório 5	1.800,00	2.500,00	4.300,00
	Laboratório 6	2.700,00	4.176,00	6.876,00
	Laboratório 7	2.200,00	3.320,00	5.520,00
	Laboratório 8	2.000,00	1.050,00	3.050,00
	Laboratório 9	1.366,00	1.560,00	2.926,00
	Laboratório 10	1.150,00	1.600,00	2.750,00
	Laboratório 11	1.300,00	1.250,00	2.550,00
	Laboratório 12	1.800,00	1.900,00	3.700,00
	Laboratório 13	5.117,00	2.262,00	7.379,00
	Laboratório 14	3.210,00	4.820,00	8.030,00
	Laboratório 15	1.855,30	1.270,00	3.125,30
	Laboratório 16	2.465,41	2.372,19	4.837,60
Nordeste	Laboratório 17	1.961,50	5.474,00	7.435,50

A partir das informações dos laboratórios que forneceram orçamento mais bem detalhado, os preços foram especificados por grupos de parâmetros (ou categorias do padrão de potabilidade) estabelecidos na Portaria MS nº 518/2004 (Figura 5.4).

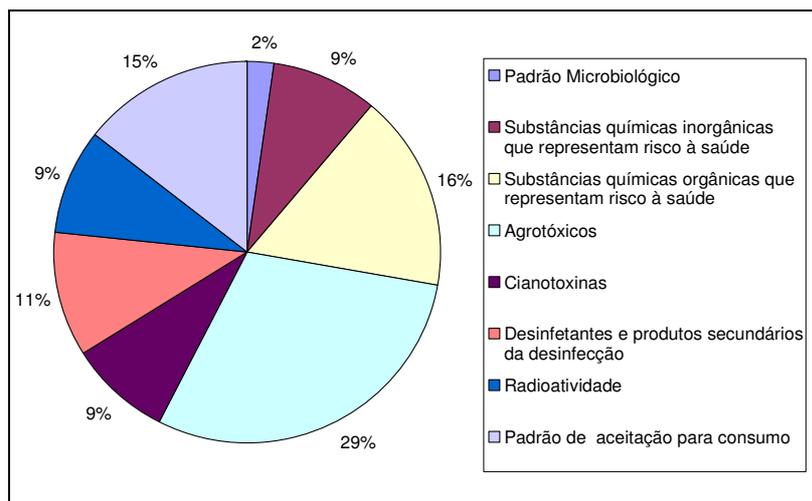


Figura 5.4 - Percentual médio dos preços para terceirização de serviços de análises laboratoriais, por grupos de parâmetros especificados Portaria MS nº 518/2004, preços tomados no mercado (outubro de 2006).

5.3. Previsão de custos para a implementação de programas de controle de qualidade da água

5.3.1 Infra-estrutura necessária

A seguir apresenta-se uma relação estimada da capacidade instalada necessária à realização das análises referentes a cada módulo de complexidade laboratorial idealizado (ver capítulo 2) e uma estimativa dos respectivos custos (equipamentos, reagentes e vidraria). Os custos referem-se à média de orçamentos de três fornecedores. Os quantitativos de material de consumo baseiam-se na experiência dos responsáveis por este estudo e em atividades desenvolvidas em laboratórios de pequeno a médio porte.

Tabela 5.3 - Infraestrutura de laboratório e respectivos custos; Módulo I – Laboratório de Baixa Complexidade, outubro de 2006.

Equipamentos / material consumo	R\$
Equipamentos	
Barrilete para água destilada	101,00
Comparador portátil para análise de cloro residual	240,00
Comparador portátil para análise de cor	750,00
Comparador portátil para análise de flúor (apenas o disco para ser usado no aparelho de cor)	156,00
Destilador elétrico	924,00
Potenciômetro microprocessado com eletrodo específico para pH	2100,00
Turbidímetro	4.500,00
Subtotal equipamentos (1)	8.771,00
Material de consumo	
Vidraria	
Becker 100mL	5,10 (x10)
Pipeta graduada 5mL	3,20 (x20)
Pipeta graduada 10mL	4,10 (x20)
Pizeta 500mL	2,50 (x 5)
Subtotal vidraria (2)	209,50
Reagentes	
Kit padrão turbidez (duração de 1 ano)	900,00
Kit análise cloro (100 análises)	91,50
Kit análise flúor (100 análises)	117,00
Tampão pH (duração de 1 ano)	50,00
Subtotal reagentes (3)	1.158,50
Subtotal material de consumo (2) + (3)	1.368,00
Total (1) + (2) + (3)	10.139,00

Os equipamentos orçados para os parâmetros, cloro, flúor e cor referem-se a comparadores visuais (métodos semiquantitativos) que apresentam preços mais baixos sem, no entanto, comprometer a qualidade dos resultados. Entretanto, sempre há a opção por equipamentos digitais portáteis, os quais para a determinação de cloro e cor, apresentam custos da ordem de R\$ 2.000,00.

Tabela 5.4 - Infraestrutura de laboratório e respectivos custos, Módulo II – Laboratório de Média Complexidade I, outubro de 2006.

Equipamentos/material consumo	R\$
Equipamentos	
Custos Módulo I	8.771,00
Balança de precisão	3.500,00
Estufa de secagem	2.300,00
Refrigerador	1.000,00
Autoclave vertical	4.500,00
Banho Maria para tubos	2.450,00
Capela de fluxo laminar	12.000,00
Estufa bacteriológica	2.300,00
Contador de colônias de bactérias	800,00
Subtotal equipamentos (1)	37.621,00
Material de consumo	
Vidraria	
Custos Módulo I	209,50
Balão volumétrico 1000mL	23,00 (x 5)
Balão volumétrico 500mL	17,00 (x 5)
Bastão de vidro	1,00 (x 10)
Becker 1000mL	9,75 (x 10)
Becker 250mL	5,10 (x 10)
Becker 500mL	5,80 (x 10)
Erlenmeyer 1000mL	14,30 (x 10)
Erlenmeyer 250mL	6,30 (x 20)
Erlenmeyer 500mL	7,20 (x 10)
Pêra de sucção	8,00 (x 5)
Pipeta graduada 10mL	4,10 (x 20)
Pipeta graduada 2mL	3,10 (x 20)
Pipeta graduada 5mL	3,20 (x 20)
Proveta 100mL	8,30 (x 20)
Proveta 250mL	18,30 (x 10)
Proveta 500mL	25,15 (x 10)
Tubos de ensaio 20x200mm	1,30 (x100)
Tubos de ensaio 18x180mm	1,00 (x300)
Tubos de Durhan	0,44 (x500)
Tampas p/ tubos 20x200mm	1,30 (x100)
Tampas p/ tubos 16x150mm	0,45 (x300)
Placas de petri	3,00 (x50)
Subtotal vidraria (2)	2.880,50
Reagentes	
Custos Módulo I	1.158,50
Meios de cultura coliformes – técnica da fermentação da lactose por tubos múltiplos (90 amostras)	631,00
Meio de cultura contagem bactérias heterotróficas (100 amostras)	200,00
Subtotal reagentes (3)	1.989,50
Subtotal material de consumo (2) + (3)	4.870,00
Total (1) + (2) + (3)	42.491,00

O orçamento para a determinação de coliformes leva em conta a técnica de menor custo. Naturalmente existem outras opções mais caras, como, por exemplo, métodos cromogênicos por tubos múltiplos para as quais estima-se um custo em torno de R\$ 1.700,00 por 195 amostras.

Tabela 5.5 - Infraestrutura de laboratório e respectivos custos, Módulo III – Laboratório de Média Complexidade II, outubro de 2006.

Equipamentos/material consumo	R\$
Equipamentos	
Custos Módulo II	37.621,00
Banho Maria	1.300,00
Bomba a vácuo elétrica	1.150,00
Capela para substâncias tóxicas corrosivas	2.500,00
Deionizador	490,00
Destilador de Nitrogênio	2.500,00
Espectrofotômetro	15.000,00
Estufa incubadora de DBO	4.000,00
Mufla	3.000,00
Sistema de filtração	3.270,00
Subtotal equipamentos (1)	70.831,00
Material de consumo	
Vidraria	
Custos Módulo II (vidraria + material de consumo)	4.870,00
Bureta 25mL	33,00 (x 5)
Cadinho	13,40 (x 15)
Cone Imhoff	100,00 (x3)
Dessecador	1.210,00
Frasco de DBO	56,40 (x 30)
Haste universal	50,00 (x 5)
Kitasato	62,40 (x 3)
Pipeta volumétrica 100mL	34,90 (x 20)
Pipeta volumétrica 10mL	12,50 (x 20)
Pipeta volumétrica 1mL	5,80 (x 20)
Pipeta volumétrica 50mL	24,00 (x 20)
Pipeta volumétrica 5mL	9,00 (x 20)
Subtotal material de consumo (2)	10.599,20
Total (1) + (2)	81.430,20

Nesse módulo não foram computados os custos de reagentes para as análises dos parâmetros químicos, porém, no caso da aquisição de kits-padrão para uso em espectrofotômetro, podem significar custos nada desprezíveis. Entretanto, esses preços estão considerados na planilha eletrônica desenvolvida para a estimativa de custos de cumprimento dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 (Anexo).

Tabela 5.6 - Infraestrutura de laboratório e respectivos custos, Modulo IV – Laboratório de Alta Complexidade, outubro de 2006.

Equipamentos	R\$
Equipamentos	
Custos Modulo IV	81.430,20
Cromatógrafo a gás (CG/MS)	272.957,44
HPLC	401.063,04
Absorção atômica	150.250,24
Purificador de água ultrapura	17.300,00
Total	923.000,92

Nesse módulo não foram computados os custos de reagentes para as análises dos parâmetros químicos, porém, no caso da aquisição de padrões para a análise em cromatografia e espectrofotometria, os mesmos são consideráveis.

5.3.2 Estimativa de custos para a implementação gradual dos planos de amostragem

Como especificado capítulo 2, com base nos preços tomados no mercado para a execução das análises e os custos informados no questionário para a coleta de amostras desenvolveu-se uma planilha eletrônica (Programa Microsoft Excel) para a estimativa dos custos de implementação e execução de programas de controle de qualidade da água, de acordo com os planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 (considerando o porte dos Serviços) e com módulos de complexidade laboratorial pré-definidos.

Em resumo, a planilha facilita a avaliação, em termos de custo-benefício, da pertinência da instalação de laboratórios próprios para a realização de análises físicas, químicas e microbiológicas, confrontado essa opção com a de contratação desses serviços.

A descrição da planilha e de sua rotina de utilização encontra-se no Anexo desta publicação. A seguir, apresentam-se simulações com o uso da planilha para situações de municípios de porte diferenciado.

Tabela 5.7 - Custos de investimento e de execução das análises laboratoriais para a implementação gradual dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004.

Terceirização integral dos planos de amostragem				
População abastecida	4.000 hab	20.000 hab	100.000 hab	500.000 hab
Custo análises terceirizadas	27.537,59	28.647,59	30.457,59	65.717,59
Módulo I				
População abastecida	4.000 hab	20.000 hab	100.000	500.000
Investimento	8.980,50			
Custo análises conta própria	2.107,20	2.134,65	2.129,24	2.828,10
Custo análises terceirizadas	2.034,76	2.904,76	4.174,76	30.854,76
Total	4.141,96	5.039,01	6.304,04	33.682,86
Módulo II				
Investimento Módulo I	8.980,50			
Investimento adicional	31.521,00			
Custo análises conta própria	2.237,40	2.487,19	2.778,22	10.295,30
Custo análises terceirizadas	1.540,59	1.540,59	1.650,59	1.650,59
Total	3.777,99	4.027,78	4.428,81	11.945,89
Módulo III				
Investimento Módulos I e II	40.501,50			
Investimento adicional	39.770,20			
Custo análises conta própria	2.247,04	2.496,82	2.787,85	10.304,93
Custo análises terceirizadas	1.348,68	1.348,68	1.458,68	1.458,68
Total	3.595,72	3.845,50	4.246,53	11.763,61

Obs.: as simulações não incluem custos de coleta de amostras.

A terceirização integral do plano de amostragem é por demais dispendiosa, sendo que o peso maior de custos mensais, recai sobre as análises de rotina realizadas na saída do tratamento (cor, turbidez, pH, cloro residual e fluoretos). Portanto, as vantagens de realização dessas análises são inegáveis (os custos de sua realização em laboratório próprio são baixos) e justificariam plenamente o investimento em equipamentos (Módulo I - menos de R\$ 10.000,00).

Para a incorporação das análises bacteriológicas (Módulo II) seria necessário um investimento adicional de aproximadamente R\$ 30.000,00 em equipamentos, sendo que as vantagens de tal investimento (recuperação relativamente rápida) se fazem sentir de forma crescente nos municípios de maior porte, notando-se aqui a importância do fator escala. De toda maneira é de

se destacar a importância das análises bacteriológicas e a maior segurança e controle em realizá-las em laboratório próprio. Além disso, os custos por amostra das análises de coliformes em laboratório próprio (em torno de R\$ 7,00, considerando o emprego da técnica de tubos múltiplos e apenas os custos de reagentes – ver Tabela 5.4) são bem inferiores aos custos de terceirização dessas análises (ver Tabela 5.2 e Figura 5.4).

A passagem do Módulo II para o Módulo III, com a incorporação de análises de parâmetros físicos e químicos determinados por titulometria, gravimetria e espectrofotometria de luz visível, demanda um investimento adicional de aproximadamente R\$ 40.000,00. Poder-se-ia, a princípio, especular que a economia possível de ser obtida com a realização dessas análises em laboratório próprio dependerá do fator escala, ou seja, o número de análises deve orientar a decisão mais adequada.

Há que se considerar que a exigência de amostragem dos parâmetros a serem incorporados neste módulo é apenas semestral. Algumas análises, essencialmente os parâmetros de determinação analítica por titulometria, não são de fato análises complexas e dispendiosas, mas por outro lado, requerem um relativamente laborioso processo de preparação de soluções e reagentes para serem utilizados com pouca frequência e larga periodicidade e que, além do mais, apresentam prazo de validade. Para vários desses parâmetros existem disponíveis no mercado kits-reagentes pré-preparados (para uso em espectrofotômetro de luz visível). Se por um lado os kits tendem a aumentar os custos analíticos, por outro lado tem-se uma diminuição dos custos com mão de obra. Outra consideração é a de que os kits são comprados em pacotes fechados para até 100 amostras e, assim como qualquer produto químico envolvido na realização de análises, possuem prazos de validade. Portanto, há de se avaliar os custos levando em consideração o número de análises a serem realizadas, dentro do período de validade dos reagentes.

Em relação ao Módulo IV, a incorporação das análises de compostos orgânicos e agrotóxicos, apesar da necessidade de apropriação dos custos em laboratório próprio, parece não ser atrativa, a não ser em casos específicos de laboratórios centrais de grandes empresas de saneamento, tendo em vista o elevado capital envolvido na compra de equipamentos.

O exercício de avaliação de custos de execução de programas de controle de qualidade da água pode ser complementado como a seguir, incluindo todos os componentes de custos considerados na elaboração da planilha eletrônica para análises laboratoriais. A Figura 5.5 foi

elaborada a partir da alimentação da planilha eletrônica com os dados fornecidos nos questionários por todos os municípios, em termos de caracterização dos sistemas (tipo e número mananciais, número de sistemas), de despesas envolvidas na coleta de amostras e análises laboratoriais (mão de obra, vidraria e manutenção de equipamentos) e nos preços tomados no mercado (equipamentos, reagentes e custos de terceirização das análises).

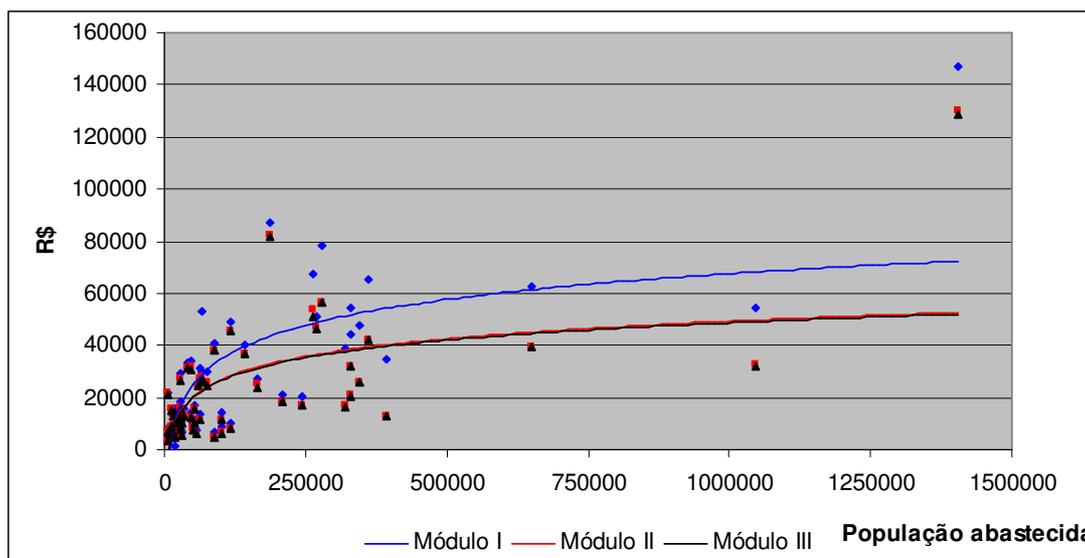


Figura 5.5 - Evolução dos custos por porte dos Serviços para o cumprimento dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004, análises laboratoriais e programa de coleta.

Em que pese a fragilidade do ajuste das curvas, os dados disponíveis que as geraram permitem notar que os custos apresentam um crescimento inicial acentuado (municípios de menor porte) e tendem a uma certa estabilidade a partir de populações maiores que 200 mil habitantes, principalmente a partir do módulo de complexidade laboratorial II o qual já inclui as análises bacteriológicas. Isso aponta para a economia de escala que as soluções consorciadas poderão gerar.

Por fim, foram estimados percentuais de custos referentes ao cumprimento integral dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 (coleta de amostras e análises laboratoriais) em relação às informações de receitas tarifárias de água e esgotos. Para tanto, os dados de todos os municípios gerados na planilha de estimativa de custos foram sistematizados em termos de médias por faixa populacional (considerando a realização das análises dos Módulos I e II em

laboratório próprio) e comparadas às médias, também por porte, das informações sobre receitas tarifárias, obtidas nos questionários (Figura 5.6 e 5.7).

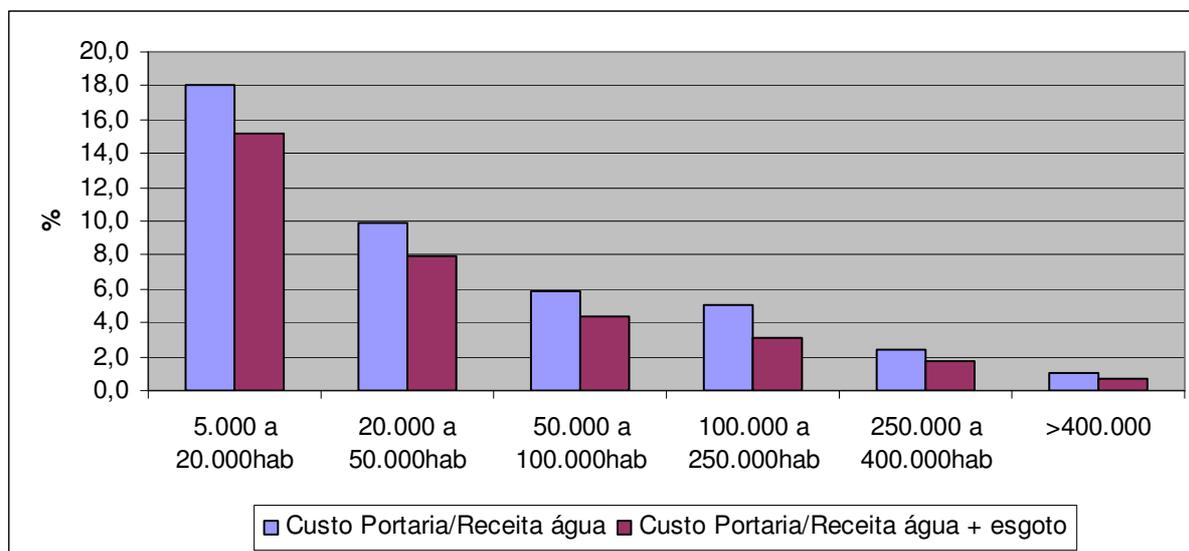


Figura 5.6 - Relação entre os custos estimados dos programas de controle de qualidade da água (coleta de amostras e análises laboratoriais) para o cumprimento integral dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 e as receitas tarifárias de água e esgotos, médias anuais por porte dos Serviços; realização das análises de baixa complexidade (Módulo I) em laboratório próprio e terceirização das demais.

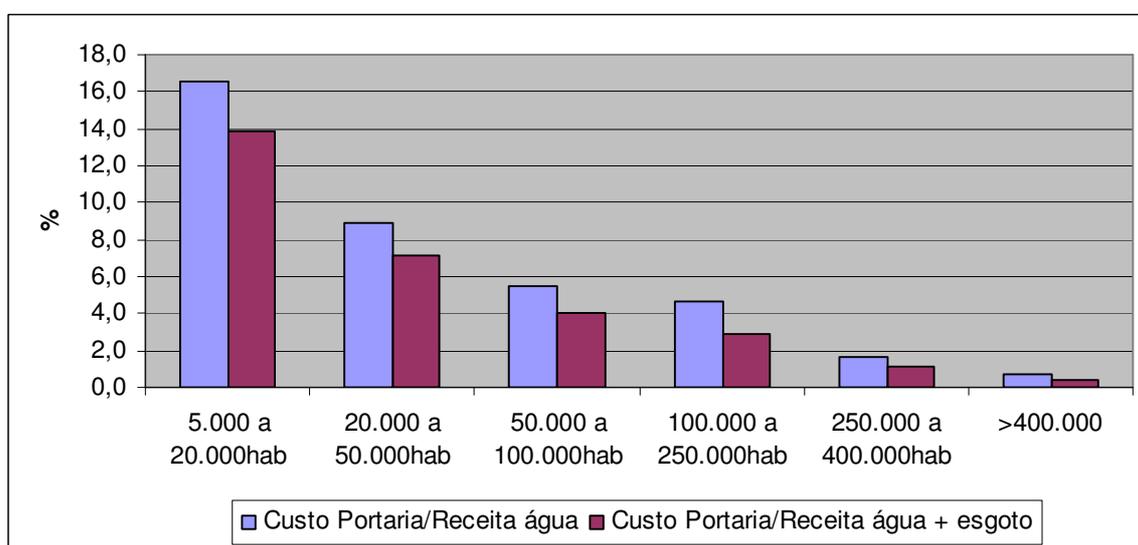


Figura 5.7 - Relação entre os custos estimados dos programas de controle de qualidade da água (coleta de amostras e análises laboratoriais) para o cumprimento integral dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 e as receitas tarifárias de água e esgotos, médias anuais por porte dos Serviços; realização das análises de baixa complexidade (Módulo I) + análises bacteriológicas (Módulo II) em laboratório próprio e terceirização das demais.

Embora nas Figuras 5.6 e 5.7 estejam incluídos custos com monitoramento no sistema de distribuição (para alguns parâmetros nem sempre necessário), ao compará-las com as Figuras 5.2 e 5.3, confirma-se que o cumprimento da Portaria MS nº 518/2004 ainda é bastante frágil e que, de fato, os gastos com controle de qualidade da água hoje praticados pelos Serviços de menor porte deveriam estar em patamares bem mais elevados. Confirma-se ainda a sugestão de que a realização das análises bacteriológicas em laboratório próprio parece vantajosa.

Este exercício aponta que os custos de execução de programas de controle de qualidade da água (cumprimento integral da Portaria) podem alcançar cerca de 16 - 18% das receitas tarifárias de água em municípios com até 20.000 habitantes, decrescendo gradualmente até cerca de 1,0 % em municípios de maior porte, acima 250.000 habitantes.

Foram ainda estimadas informações sobre a relação entre os custos para execução dos programas de controle de qualidade da água (cumprimento da Portaria MS nº 518/2004) e as despesas gerais correntes informadas pelos Serviços (energia elétrica, produtos e reagentes químicos e manutenção dos sistemas de abastecimento de água e esgotos) (Figuras 5.8 e 5.9).

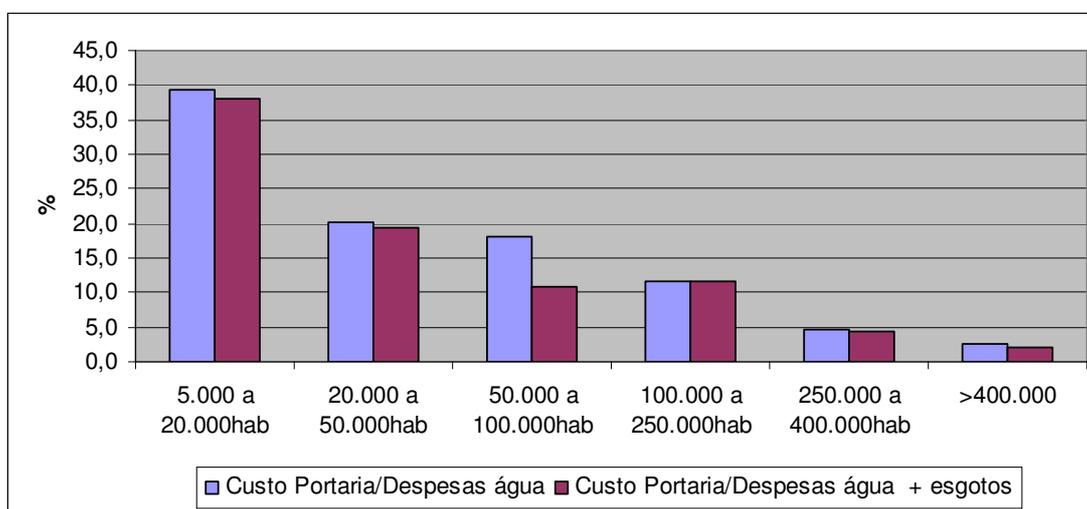


Figura 5.8 - Relação entre os custos estimados dos programas de controle de qualidade da água (coleta de amostras e análises laboratoriais) para o cumprimento integral dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 e as despesas correntes (energia elétrica, produtos e reagentes químicos e manutenção dos sistemas de abastecimento de água), médias anuais por porte dos Serviços; realização das análises de baixa complexidade (Módulo I) em laboratório próprio e terceirização das demais.

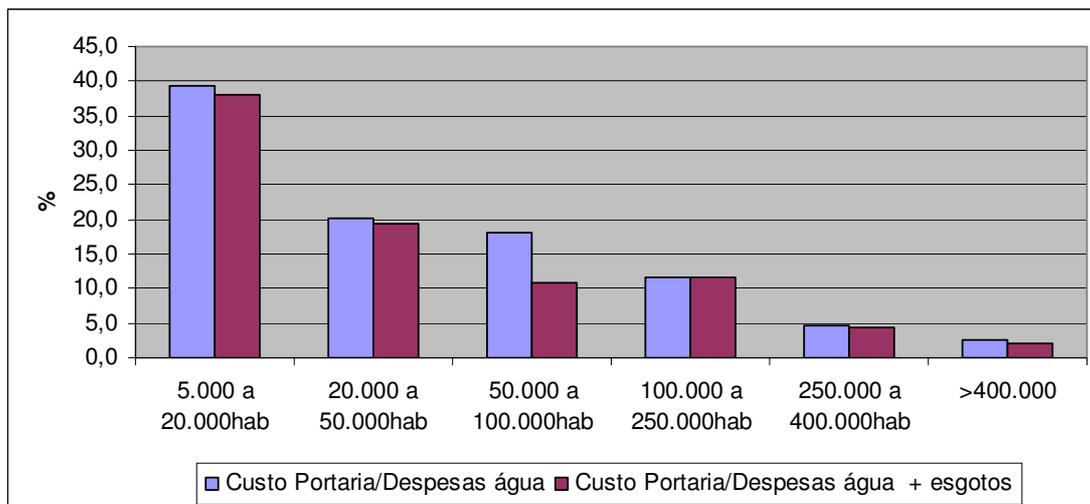


Figura 5.9 - Relação entre os custos estimados dos programas de controle de qualidade da água (coleta de amostras e análises laboratoriais) para o cumprimento integral dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 e as despesas correntes (energia elétrica, produtos e reagentes químicos e manutenção dos sistemas de abastecimento de água), médias anuais por porte dos Serviços; realização das análises de baixa complexidade (Módulo I) + análises bacteriológicas (Módulo II) em laboratório próprio e terceirização das demais.

O estudo indica que o cumprimento integral da Portaria MS nº 518/2004 implicaria custos bastante elevados de controle de qualidade da água em relação às despesas correntes gerais dos Serviços de pequeno porte, podendo alcançar percentuais de até 40%, porém nos municípios de maior porte esses valores são bem mais baixos, por exemplo 5% a 2 % nas faixas acima de 250.000 habitantes.

Considerações finais

Os estudos realizados permitiram algumas inferências importantes, às quais a seguir se dá o devido destaque.

O cumprimento da Portaria MS nº 518/2004 (execução plena dos planos de amostragem) ainda é relativamente frágil nos Serviços Municipais de Saneamento, principalmente em municípios de menor porte

Os custos com o controle de qualidade da água hoje praticado nos Serviços Municipais de Saneamento não superariam cerca de 5% das receitas tarifárias de água, sendo os valores mais recorrentes da ordem de 2 a 3% na faixa de 5.000 a 100.000 habitantes e de 1% ou menos em Serviços que atendem mais de 250.000 habitantes. Considerando as receitas tarifárias de água e esgotos, os custos de execução de programas de controle de qualidade da água não superariam cerca de 2,5% das receitas em municípios com até 50.000 habitantes, decrescendo até menos de 1% ou 0,5 % em municípios de maior porte, acima 250.000 habitantes.

Entretanto, em vista do frágil grau de implementação das exigências da Portaria MS nº 518/2004, nos municípios de menor porte tais gastos encontram-se em patamares bem inferiores aos que deveriam.

Estima-se que o cumprimento integral dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004 implicaria comprometimento de cerca de 20% das receitas tarifárias de água em municípios com até 20.000 habitantes, decrescendo gradualmente: em torno de 10% em municípios com 20.000 - 50.000 habitantes, 5 - 6% na faixa de 50.000 – 250.000 habitantes, até cerca de 2% e 1% em municípios de maior porte, respectivamente nas faixas de 250.000 - 400.000 habitantes e acima 400.000 habitantes.

O cumprimento integral da Portaria MS nº 518/2004 implicaria ainda custos bastante elevados de controle de qualidade da água em relação às despesas correntes gerais dos Serviços de pequeno porte, podendo alcançar percentuais de até 40%, porém nos municípios de maior porte esses valores são bem mais baixos, por exemplo 5% a 2 % nas faixas acima de 250.000 habitantes.

Com vistas ao pleno cumprimento dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004, a terceirização integral dos serviços é por demais dispendiosa. O peso maior de custos mensais terceirizados recai sobre as análises de menor complexidade e realizadas em grande frequência (cor, turbidez, pH, cloro residual e fluoretos). Portanto, as vantagens de realização destas análises em laboratório próprio são inegáveis e justificariam plenamente o investimento relativamente baixo em equipamentos.

Para a realização de análises bacteriológicas em laboratório próprio, as vantagens se fazem sentir de forma mais clara nos municípios de maior porte. Entretanto, dada a importância e a frequência elevada dessas análises esta opção deve ser sempre considerada.

De forma ainda mais nítida a realização em laboratório próprio de análises de parâmetros químicos de complexidade intermediária e de menor frequência de amostragem depende do fator escala, ou seja, do número de análises.

A incorporação das análises de compostos orgânicos e agrotóxicos parece não ser atrativa, a não ser em casos específicos de laboratórios centrais de grandes empresas de saneamento, tendo em vista o elevado capital envolvido na compra de equipamentos.

Em resumo, este estudo aponta para dificuldades no cumprimento da Portaria MS nº 518/2004 por parte de municípios de pequeno porte e, sendo assim, os arranjos consorciados podem ser uma boa solução.

Por outro lado, há indícios de que os municípios de maior porte não devem enfrentar maiores impedimentos de ordem financeira para a plena execução dos planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004.

Literatura citada

BASTOS, R. K. X.. Controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano – evolução da legislação brasileira. In: CONGRESSO REGIONAL DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL DA 4ª REGIÃO DA AIDIS, CONE SUL, 4, 2003, São Paulo. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2003. (CD-ROM)

BASTOS, R. K. X., HELLER, L; FORMAGGIA, D. M. E.; AMORIM, L C; SANCHEZ, P S.; BEVILACQUA, P. D., COSTA, S. S.; CÂNCIO J. A.. Revisão da Portaria 36 GM / 90. Premissas e princípios norteadores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2001. (CD-ROM).

BASTOS, R. K. X., HELLER, L., BEVILACQUA, P. D., PÁDUA, V. L., BRANDÃO, C.C. Legislação sobre controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano. A experiência brasileira comparada à Panamericana. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL - AIDIS, 29, 2004, San Juan, Puerto Rico. *Anais...* San Juan: AIDIS, 2004. (CD-ROM)

BASTOS, R. K. X.; HELLER, L.; FORMAGGIA, D. M. E. *Comentários sobre a Portaria MS nº 518/2004. Subsídios para implementação*. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 92 p. (Série E. Legislação em saúde).

BASTOS, R. K. X.; HELLER, L; PRINCE, A. A.; BRANDÃO, C. C.; COSTA, S. S.; BEVILACQUA, P. D.; ALVES, R. M. S. *Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para a minimização de riscos à saúde*. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, 2006, 252 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos)..

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 36, de 19 de janeiro de 1990. Aprova normas e o padrão de potabilidade da água para consumo humano em todo o território nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 23 jan.1990. Seção 1, p. 1651-1654

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000. Aprova a norma de qualidade da água para consumo humano, que dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e a vigilância da qualidade da água para consumo

humano, estabelece o padrão de potabilidade da água para consumo humano e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 22 jan. 2001, nº 1 – E, Seção 1, p. 19 (Republicada no DOU nº 38 - E de 22/2/2001, Seção 1, p.39).

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 26 mar. 2004. nº 59, Seção I, p. 266-270.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, mar. 2005.

PINTO, V. G.; HELLER, L. BASTOS, R .K. X.; PÁDUA, V. L. Discussão comparativa das legislações sobre controle da qualidade da água para consumo humano em países do continente americano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, 2005, Campo Grande - MS. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2005. (CD-ROM).

