

---

# **MICROMEDIÇÃO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

---

Adalberto Cavalcanti Coelho

Editora Universitária - UFPB  
João Pessoa, Brasil - 2009

1ª Edição: 2009 Editora da Universidade Federal da Paraíba

Revisão técnica: Airton Sampaio Gomes

Revisão gráfica: Kelli Cristine Mondaini

Revisão textual: Jornalistas Lourdes Coelho e Isaltino Bezerra e Silva

Desenhos: Antônio Tomaz de Oliveira

Design: Darcilene Oliveira da Silva

Arte final: Deusdedith Antonio da Silva  
Fone/Fax: (81) 3223.1661

Impresso no Brasil/Printed in Brazil  
Editora

C672m Coelho, Adalberto Cavalcanti.  
Micromedição em sistemas de abastecimento de  
água/Adalberto Cavalcanti Coelho. – João Pessoa:  
Editora Universitária da UFPB, 2009.  
348p. : il.

ISBN: 97885-7745-401-3

1. Abastecimento de água. 2. Micromedição.  
3. Hidrômetro. 4. Perdas aparentes. 5. Medição  
individualizada de água em apartamentos.

UFPB/BC

CDU: 628.1



## APRESENTAÇÃO

Em um país como o nosso, em que a operação da maioria dos sistemas de abastecimento de água se dá em bases puramente empíricas, caracterizada pela ausência da cultura de medição e pelo despreparo técnico sobre o assunto o livro de Adalberto Cavalcanti Coelho "Micromedição em Sistemas de Abastecimento de Água" cai como uma luva. É um compêndio atualizado que reúne o conhecimento básico necessário para a compreensão do assunto, inclusive as novas abordagens que pouco a pouco estão sendo praticadas no Brasil, como a utilização de hidrômetros classe C e volumétricos, a medição individualizada e os sistemas de leitura a distância.

Adalberto é um patrimônio da micromedição no Brasil - eu o conheci em 1983, quando fui coordenador do Projeto de Desenvolvimento Institucional da Micromedição, na SANESUL-MS, quando dele requisitamos consultoria, mas ele está no ramo desde bem antes disso. Não vou dizer desde quando para não comprometé-lo demais... Basta dizer que ele sempre se destacou neste ramo, sempre atualizado com as novas tecnologias, inclusive com vários livros publicados.

A micromedição é como uma "balança" que pesa o produto distribuído para os usuários e para a sociedade. Neste sentido, é vital que funcione bem, como "caixa registradora" dos operadores, permitindo o equilíbrio econômico e financeiro dos prestadores e a formulação de políticas tarifárias socialmente justas. Mas não se resume a isso o papel da micromedição: ela é fundamental para viabilizar o controle operacional dos sistemas controlando a demanda de água. Para o controle, a ausência ou deficiência da micromedição compromete a identificação das parcelas de perdas reais e de perdas aparentes de água nos sistemas de abastecimento, o que tem sido feito modernamente pela modelagem de balanços hídricos.

De fato, a modelagem de balanços hídricos tem se tornado cada vez mais uma ferramenta indispensável para identificar os volume anuais de

vazamentos nos sistemas (perdas reais) e aquela água que é distribuída para os usuários, porém não é faturada - as chamadas perdas aparentes, conforme a terminologia da IWA. Na experiência com a modelagem destes balanços tem se tornado evidente a enorme importância da submedição na composição das perdas aparentes, freqüentemente muito superior aos volumes perdidos com fraudes em hidrômetros e ligações clandestinas, contrariando muitas vezes as expectativas dos gestores comerciais, que tendem a achar que os furtos de água são mais relevantes em termos de volumes, principalmente nas grandes cidades.

Na verdade, nenhum programa de controle e redução de perdas poderá ser estabelecido em bases sólidas sem que se possa responder às perguntas: o quanto perdemos? Onde perdemos? Por que perdemos? Dentre outras. E nenhuma destas perguntas poderá ser adequadamente respondida sem o inestimável auxílio da medição, tanto a micro quanto a macromedição.

Por todas estas questões, dou as boas vindas a este novo livro de Adalberto e me sinto muito honrado por poder apresentá-lo.

**Airton Sampaio Gomes**

Consultor



## INTRODUÇÃO

O presente livro aborda um dos aspectos mais importantes para determinação do balanço hídrico, a micromedição. O hidrômetro não é o aparelho de medida ideal capaz de registrar exatamente o volume de água que o atravessa. Na prática alguns medidores tem considerável limitação de exatidão sobre determinadas condições de utilização. Muitas vezes o medidor não registra parte da água consumida e em decorrência esta não é paga pelo cliente. Dependendo da tecnologia do medidor, alguns fatores podem afetar significativamente a exatidão do aparelho.

A micromedição não obstante o seu aspecto técnico é responsável pelo sucesso econômico/financeiro de uma empresa concessionária de água.

Esta é uma ferramenta essencial para a redução do desperdício e das perdas aparentes, mas, esta redução não é obtida apenas com a instalação de hidrômetros. É necessário que estes sejam corretamente selecionados a luz do perfil de consumo dos clientes a que se destinam, e que tenham uma exatidão satisfatória não somente nos testes de recebimento, mas, durante um período longo de serviço.

Os critérios de seleção dos hidrômetros a utilizar nos sistemas de abastecimentos diversos devem basear-se num estudo técnico/econômico, onde analise-se o balanço benefício/custo ao longo da vida útil do aparelho, não apenas no custo de aquisição

Assim ao selecionarmos um tipo de hidrômetro para um determinado grupo de clientes devemos ter em conta que o aparelho apresente realmente a melhor alternativa considerando aspectos econômicos e técnicos.

O livro faz uma varredura nos diversos tipo de hidrômetros existentes atualmente no mercado mundial, destacando a vantagem de utilização de tecnologia atual, com vistas a atingir melhores níveis de redução das perdas aparentes, por submedição dos hidrômetros. É feita ao mesmo

tempo uma análise das características dos hidrômetros antigos existentes hoje nas empresas concessionárias.

O desenvolvimento tecnológico dos últimos anos fez surgir novos tipos de hidrômetros mais precisos nas baixas vazões, mais robusto nas altas, e de baixa perda de pressão e grande durabilidade. Algumas empresas concessionárias ainda utilizam hidrômetros com projetos de 30 anos atrás, é uma necessidade a modernização do parque de hidrômetros para reduzir as perdas por submedição. Utilização de Hidrômetros de modelos antigos de elevado início de funcionamento mesmo novo, é sinônimo de perdas aparentes.

Dá um destaque especial a necessidade da empresa concessionária manter uma estrutura capaz de efetuar avaliação permanente do parque de medidores, garantindo a exatidão dos hidrômetros, a redução das perdas aparentes e, o aumento do faturamento.

Mostra a necessidade desta avaliação ser feita com a classificação de grupos de clientes conforme a sua valorização econômica, de forma a ser possível um tratamento diferenciado em grupo de clientes especiais, e assim, obter melhores resultados ao longo do tempo

As políticas de micromedição são discutidas com a finalidade de direcionar as ações para auferir melhores resultados a curto prazo.

No Capítulo 1 apresenta-se a concepção sistêmica do Sistema Comercial de uma empresa concessionária de água, no qual o subsistema de micromedição está inserido.

No Capítulo 2 mostra aspectos da avaliação do parque de hidrômetros numa empresa concessionária de água. Os Capítulos 3 e 4 visualiza-se as características dos hidrômetros unifamiliares volumétricos e velocimétricos. No Capítulo 5 verificam-se hidrômetros para edifícios multifamiliares, indústrias e comércio, comparando o desempenho dos hidrômetros modernos com os tradicionais. Capítulo 6 trata da instalação de hidrômetros com os padrões usualmente utilizados. Apresenta o Capítulo 7 em detalhes a leitura de hidrômetro por rádiofrequência mostrando a vantagem de utilização desta sistemática, sua facilidade, suas vantagens, deixando vislumbrar que a curto e médio prazo este será o sistema de determinação a utilizar pelas companhias concessionárias, pela sua facilidade, segurança e baixo custo. No Capítulo 8 tratamos da Medição Individualizada de Água em Apartamentos e, finalmente no Capítulo 9 abordamos ensaio de hidrômetros com suas normas respectivas.

No texto chamamos atenção para o programa de substituição corretiva e preventiva de hidrômetros como forma de assegurar a eficiência dos hidrômetros. Esta substituição será regida por uma ação seletiva, que exige prioridade para os clientes especiais, de forma que por exemplo, seja assegurada a curto prazo a manutenção do grupo seletivo de 10% dos clientes que normalmente são responsáveis por mais de 50% do consumo e do faturamento.

Direcionam-se as ações para obtenção de uma micromedida com hidrômetros com qualidade de medida por longo período, de forma que seja assegurada a redução das perdas aparentes e do faturamento da empresa concessionária.

Queremos agradecer a alguns colegas que deram inestimáveis sugestões para a formatação do presente livro. Assim nossos sinceros agradecimentos a: Eliezer Taets, Maurício André Garcia, Paulo Scalize, Maurício Fournior, Joseph Gand, Elton Mello. Agradecimento especial ao consultor Airton Sampaio Gomes pelo apoio imensurável.

E não posso deixar de agradecer a minha família especialmente minha esposa Dardjane, e meus filhos Nathalia, Raphael e Isabelle, pela tolerância devido a ausência necessária para cumprir esta árdua tarefa.

A edição deste livro consolida uma parceria entre várias instituições de países ibero-americanos, iniciada em 2002, por ocasião da realização do I Seminário Ibero-americano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água – I SEREA, cuja promoção partiu da iniciativa conjunta das Universidades Federal da Paraíba (Brasil) e Politécnica de Valencia (Espanha).

Vale destacar o apoio recebido, desde o início da parceria que originou a realização dos seminários SEREA, tanto do governo espanhol, através do Ministério de Educación, Cultura y Deporte (MECD), quanto do governo brasileiro, por parte da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), SNSA (Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, do Ministério das Cidades) e da Eletrobrás, através do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica para o setor de saneamento – PROCEL SANEAR.

Recife, 17 de agosto de 2009.

**Adalberto Cavalcanti Coelho**

## RECONHECIMENTO

Queremos expressar o nosso reconhecimento aos trabalhos de dois profissionais que labutam no setor:

- Heber Pimentel Gomes, pelo profícuo trabalho em divulgação de novas tecnologias que tem contribuído de forma efetiva para melhoria técnica e econômica das redes de distribuição de água no Brasil.

- Eduardo Cavalcante, da Agência Nacional de Águas – ANA, pela eficiente coordenação, durante dois anos e meio, do grupo de consultores que participaram dos Seminários de Divulgação da Medição Individualizada de Água em Apartamentos, realizados em todas as regiões do país.



# SUMÁRIO

## CAPÍTULO 1

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CONCEITUAÇÃO DA MICROMEDIÇÃO .....</b>                            | <b>15</b> |
| 1.1 – INTRODUÇÃO .....   | 17        |
| 1.2 – SISTEMAS ORGANIZACIONAIS E A MICROMEDIÇÃO.....                 | 18        |
| 1.2.1 – CONCEITUAÇÃO .....   | 18        |
| 1.2.2 – O SISTEMA COMERCIAL .....                                    | 19        |
| 1.2.3 – ELEMENTOS COMPONENTES DO SISTEMA COMERCIAL .....             | 21        |
| 1.2.4 – SUBSISTEMA DE COMERCIALIZAÇÃO.....                           | 23        |
| 1.2.5 – SUBSISTEMA DE CADASTRO DE CLIENTES.....                      | 26        |
| 1.2.6 – SUBSISTEMA DE MEDIÇÃO DOS CONSUMOS (MICROMEDIÇÃO).....       | 29        |
| 1.2.7 – SUBSISTEMA DE FATURAMENTO E COBRANÇA.....                    | 31        |
| 1.2.9 – RELAÇÕES INTERSISTÊMICAS DO SUBSISTEMA DE MICROMEDIÇÃO ..... | 35        |

## CAPÍTULO 2

|  |           |
|--|-----------|
| <b>AVALIAÇÃO DO PARQUE DE HIDRÔMETROS .....</b>                                      | <b>39</b> |
| 2.1 – INTRODUÇÃO .....   | 41        |
| 2.2 – EXATIDÃO DOS HIDRÔMETROS INSTALADOS .....                                      | 43        |
| 2.3 – METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA EXATIDÃO DO PARQUE DE<br>HIDRÔMETROS.....        | 48        |
| 2.4 – DETERMINAÇÃO DO PERÍODO ECONÔMICO EM SERVIÇO .....                             | 66        |
| 2.4.1 – CONCEITUAÇÃO.....  | 66        |
| 2.4.2 – O PERÍODO ECONÔMICO DE SUBSTITUIÇÃO DOS HIDRÔMETROS .....                    | 67        |
| 2.4.3 – FATORES INTERVENIENTES NO PERÍODO ECONÔMICO .....                            | 68        |
| 2.4.4 – CONSTRUÇÃO DA CURVA DE CUSTO DE SUBSTITUIÇÃO E DE PERDAS<br>DE RECEITAS..... | 70        |
| 2.4.5 – CONCLUSÕES RELATIVAS AO PERÍODO ECONÔMICO DO HIDRÔMETRO<br>EM SERVIÇO.....   | 71        |
| 2.5 – AVALIAÇÃO DO PARQUE QUANTO ÀS CONDIÇÕES E OCORRÊNCIAS<br>DE LEITURA .....      | 72        |

## CAPÍTULO 3

|  |           |
|--|-----------|
| <b>HIDRÔMETROS UNIFAMILIARES (VOLUMÉTRICOS) .....</b>      | <b>75</b> |
| 3.1 – INTRODUÇÃO .....                                     | 77        |
| 3.2 – HIDRÔMETROS DO TIPO VOLUMÉTRICO .....                | 78        |
| 3.2.1 – ABRANGÊNCIA .....                                  | 78        |
| 3.2.2 – CARACTERÍSTICAS DOS HIDRÔMETROS VOLUMÉTRICOS ..... | 78        |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 3.2.2.1 | – MAIOR EXATIDÃO NOS BAIXOS CONSUMOS .....   | 78  |
| 3.2.2.2 | – GRANDE DURABILIDADE.....   | 81  |
| 3.2.2.3 | – A EXATIDÃO DE MEDIDA NO FLUXO E REFLUXO .....  | 81  |
| 3.2.2.4 | – INSTALAÇÃO EM QUALQUER POSIÇÃO .....   | 82  |
| 3.2.3   | – PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO HIDRÔMETRO VOLUMÉTRICO .....   | 84  |
| 3.2.4   | – TIPO DE HIDRÔMETRO VOLUMÉTRICO UNIFAMILIAR MAIS USADO .....  | 85  |
| 3.2.5   | – HIDRÔMETROS DE PISTÃO ROTATIVO .....   | 85  |
| 3.2.5.1 | – CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS .....   | 85  |
| 3.2.5.2 | – DETALHES DE UM HIDRÔMETRO VOLUMÉTRICO .....  | 88  |
| 3.2.6   | – PARTES COMPONENTES DE UM MEDIDOR PISTÃO ROTATIVO.....  | 93  |
| 3.2.7   | – CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO DO VOLUMÉTRICO .....  | 94  |
| 3.2.8   | – DIMENSÕES .....  | 98  |
| 3.2.9   | – QUADRO COM AS CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO DE<br>HIDRÔMETRO VOLUMÉTRICO DE PISTÃO ROTATIVO ..... | 99  |
| 3.2.10  | – DISPOSITIVOS PARA LEITURA À DISTÂNCIA DOS HIDRÔMETROS<br>VOLUMÉTRICOS.....                           | 99  |
| 3.2.11  | – PRECAUÇÕES DE INSTALAÇÃO E MANEJO .....  | 100 |
| 3.2.12  | – DISPOSITIVOS ESPECIAIS.....  | 103 |
| 3.2.13  | – CAMPO DE APLICAÇÃO .....   | 106 |
| 3.3     | – HIDRÔMETRO TIPO ULTRASÔNICO .....  | 107 |

#### **CAPÍTULO 4**

|  |  |     |
|--|--|-----|
| <b>HIDRÔMETROS UNIFAMILIARES (VELOCIMÉTRICOS).....</b> | <b>109</b>   |     |
| 4.1  | – INTRODUÇÃO.....  | 111 |
| 4.2  | – HIDRÔMETROS VELOCIMÉTRICOS UNIFAMILIARES .....                                       | 112 |
| 4.2.1  | – ABRANGÊNCIA.....   | 112 |
| 4.2.2  | – CARACTERÍSTICAS DOS HIDRÔMETROS VELOCIMÉTRICOS .....                                 | 113 |
| 4.2.2.1  | – MENOR EXATIDÃO A BAIXAS VAZÕES .....   | 113 |
| 4.2.2.2  | – INSTALAÇÃO SOMENTE NA POSIÇÃO HORIZONTAL .....                                       | 114 |
| 4.2.2.3  | – GRANDE ERRO QUANDO DO REFLUXO DE ÁGUA.....   | 114 |
| 4.2.2.4  | – MENOR DURABILIDADE .....   | 117 |
| 4.2.2.5  | – PERDA DE CARGA ELEVADA.....  | 117 |
| 4.2.3  | – PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO HIDRÔMETRO VELOCIMÉTRICOS.....                         | 118 |
| 4.2.4  | – TIPOS DE HIDRÔMETROS VELOCIMÉTRICOS UNIFAMILIARES .....                              | 119 |
| 4.2.5  | – HIDRÔMETROS MONOJATO .....   | 120 |
| 4.2.5.1  | – CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS.....  | 120 |
| 4.2.5.2  | – PARTES COMPONENTES DE UM HIDRÔMETRO MONOJATO .....                                   | 121 |
| 4.2.5.3  | – CARACTERÍSTICA DE FUNCIONAMENTO DO HIDRÔMETRO MONOJATO<br>CLASSE METROLÓGICA B ..... | 126 |
| 4.2.5.4  | – CURVA DE ERROS.....  | 127 |
| 4.2.5.5  | – CURVA DE PERDA DE PRESSÃO .....  | 127 |
| 4.2.6  | – HIDRÔMETROS MULTIJATO .....  | 128 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 4.2.6.1 | – CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS .....                                     | 129 |
| 4.2.6.2 | – PARTES COMPONENTES DE UM HIDRÔMETRO DE MULTIJATO .....                 | 131 |
| 4.2.7   | – CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO .....                                 | 131 |
| 4.2.8   | – DIMENSÕES .....  | 131 |
| 4.2.9   | – CLASSIFICAÇÃO DOS HIDRÔMETROS DE ACORDO COM A CLASSE METROLÓGICA ..... | 132 |
| 4.2.10  | – PRECAUÇÕES DE INSTALAÇÃO E MANEJO .....                                | 133 |
| 4.2.11  | – CAMPO DE APLICAÇÃO .....   | 136 |

## **CAPÍTULO 5**

|   |  |     |
|---|--|-----|
| <b>HIDRÔMETROS MULTIFAMILIARES, COMERCIAIS, INDUSTRIAIS E ESPECIAIS .....</b> | <b>139</b>   |     |
| 5.1   | – INTRODUÇÃO .....   | 141 |
| 5.2   | – ELEMENTOS FUNDAMENTAIS NA SELEÇÃO DO TIPO DE HIDRÔMETRO A UTILIZAR .....                   | 142 |
| 5.3   | – CARACTERÍSTICAS DOS HIDRÔMETROS UTILIZADOS NOS CLIENTES ESPECIAIS.....                     | 144 |
| 5.3.1   | – CLASSIFICAÇÃO .....  | 144 |
| 5.3.2   | – CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO DOS HIDRÔMETROS MULTIJATO, CLASSE METROLÓGICA B .....     | 144 |
| 5.3.3   | – CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO DOS HIDRÔMETROS CLASSE METROLÓGICA C (VOLUMÉTRICOS) ..... | 145 |
| 5.3.4   | – HIDRÔMETRO TIPO MONOJATÃO .....  | 147 |
| 5.3.5   | – HIDRÔMETRO WOLTMANN VERTICAL .....   | 152 |
| 5.3.6   | – HIDRÔMETRO WOLTMANN HORIZONTAL .....   | 155 |

## **CAPÍTULO 6**

|  |   |     |
|--|---|-----|
| <b>INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS .....</b> | <b>159</b>  |     |
| 6.1                                    | – INTRODUÇÃO .....  | 161 |
| 6.2                                    | – PADRÕES DE INSTALAÇÕES DOS HIDRÔMETROS.....                     | 161 |
| 6.3                                    | – ABRIGOS DE PROTEÇÃO PARA HIDRÔMETROS UNIFAMILIARES .....        | 169 |
| 6.4                                    | – HIDRÔMETROS EM EDIFÍCIOS MULTIFAMILIARES .....                  | 172 |
| 6.4.1                                  | – LOCALIZAÇÃO .....   | 172 |
| 6.4.2                                  | – CAIXAS DE PROTEÇÃO PARA HIDRÔMETROS MULTIFAMILIARES .....       | 175 |
| 6.5                                    | – DIMENSIONAMENTO E SELEÇÃO DE HIDRÔMETROS .....                  | 176 |
| 6.5.1                                  | – CONCEITUAÇÃO .....  | 176 |
| 6.5.2                                  | – DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO TRADICIONAL .....                   | 180 |
| 6.5.3                                  | – MÉTODO ADEQUADO A REALIDADE BRASILEIRA .....                    | 184 |
| 6.5.4                                  | – CRITÉRIOS A CONSIDERAR NA SELEÇÃO DO HIDRÔMETRO À UTILIZAR..... | 185 |
| 6.6                                    | – MANUTENÇÃO DE HIDRÔMETROS .....                                 | 186 |
| 6.6.1                                  | – IMPORTÂNCIA .....   | 186 |
| 6.6.2                                  | – CONCEITO DE MANUTENÇÃO/SUBSTITUIÇÃO .....                       | 187 |
| 6.6.3                                  | – SUBSTITUIÇÃO CORRETIVA DE HIDRÔMETROS .....                     | 188 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 6.6.4 | – SUBSTITUIÇÃO PREVENTIVA DE HIDRÔMETROS..... | 188 |
|-------|---|-----|

## **CAPÍTULO 7**

|   |            |
|---|------------|
| <b>SISTEMA DE LEITURA À DISTÂNCIA .....</b>   | <b>193</b> |
| 7.1 – INTRODUÇÃO .....  | 193        |
| 7.2 – CONCEITO.....   | 193        |
| 7.2.1 – LEITURA VISUAL COM REGISTRO MANUAL EM BOLETIM PRÓPRIO .....                                   | 194        |
| 7.2.2 – LEITURA VISUAL COM REGISTRO DIGITAL EM TERMINAL ELETRÔNICO PORTÁTIL .....                     | 195        |
| 7.2.3 – LEITURA COM CAPTAÇÃO DIRETA COM TERMINAL ELETRÔNICO PORTÁTIL.....                             | 196        |
| 7.2.4 – LEITURA POR TELEMETRIA M-BUS .....  | 197        |
| 7.2.5 – LEITURA POR RADIOFREQUÊNCIA.....  | 199        |
| 7.2.5.1 – COMPONENTES DO SISTEMA DE LEITURA POR RADIOFREQUÊNCIA.....                                  | 200        |
| 7.2.5.2 – SISTEMA DE RADIOFREQUÊNCIA – IZAR® .....  | 202        |
| 7.2.5.3 – TERMINAL ELETRÔNICO PORTÁTIL EQUIPADO COM RECEPTOR DE RÁDIO –<br>PSION E PRT BLUETOOTH..... | 203        |
| 7.2.5.4 – SOFTWARE IZAR® PSION .....  | 204        |
| 7.2.5.5 – SOFTWARE IZAR® PC .....   | 205        |
| 7.2.5.6 – FORMAS DE LEITURA .....   | 207        |
| 7.2.6 – LEITURA POR TELEMETRIA COM TRANSMISSÃO DE DADOS POR GPRS/GSM .....                            | 209        |
| 7.3 – ARGUMENTOS PARA UTILIZAÇÃO .....  | 210        |
| 7.3.1 – USUÁRIOS RESIDENCIAIS .....   | 210        |
| 7.3.2 – USUÁRIOS COMERCIAIS .....   | 210        |
| 7.3.3 – CONSTRUTORAS .....  | 210        |
| 7.4 – EXEMPLOS DE EDIFÍCIOS COM MACROMEDIÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA.....                                 | 211        |
| 7.4.1 – EXEMPLOS DE EDIFÍCIOS COM LEITURA RÁDIOFREQUÊNCIA.....  | 211        |
| 7.4.2 – EXEMPLO DE RÁDIO FREQUÊNCIA NA MACROMEDIÇÃO .....   | 214        |
| 7.5 – CURIOSIDADES .....  | 216        |

## **CAPÍTULO 8**

|   |            |
|---|------------|
| <b>MEDIÇÃO INDIVIDUAL DE ÁGUA EM APARTAMENTOS .....</b> | <b>223</b> |
| 8.1 – CONCEPÇÃO BÁSICA .....                            | 223        |
| 8.2 – FORMAS DE ALIMENTAÇÃO DOS EDIFÍCIOS .....         | 224        |
| 8.3 – LOCAIS PARA INSTALAÇÃO DOS HIDRÔMETROS .....      | 228        |
| 8.4 – CAIXAS DE PROTEÇÃO DOS HIDRÔMETROS .....          | 232        |
| 8.5 – CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO TIPO DE EDIFÍCIOS .....   | 236        |
| 8.6 – PRINCIPAIS ASPECTOS A OBEDECER NO PROJETO.....    | 246        |
| 8.6.1 – CONCEPÇÃO .....                                 | 246        |
| 8.6.2 – RESPONSABILIDADE TÉCNICA .....                  | 247        |
| 8.6.3 – EXIGÊNCIAS DO PROJETO .....                     | 247        |
| 8.6.4 – DADOS BÁSICOS DO PROJETO .....                  | 247        |
| 8.6.5 – SISTEMA PREDIAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA.....    | 248        |
| 8.6.6 – DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES .....            | 248        |
| 8.6.7 – PRESSÕES MÍNIMAS E MÁXIMAS .....                | 249        |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 8.6.8    | – DIMENSIONAMENTO DA REDE PREDIAL.....                                   | 249 |
| 8.6.9    | – CUIDADO COM TUBULAÇÃO APARENTE.....                                    | 252 |
| 8.6.10   | – ESQUEMAS DE INSTALAÇÃO PREDIAL ADOTADOS NA COLÔMBIA.....               | 253 |
| 8.7      | – INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE.....                               | 268 |
| 8.7.1    | – INTRODUÇÃO.....  | 268 |
| 8.7.2    | – CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE ÁGUA QUENTE.....                         | 268 |
| 8.7.3    | – CONSIDERAÇÕES DO PROJETO.....  | 272 |
| 8.7.3.1  | – ISOLAMENTO TÉRMICO.....  | 272 |
| 8.7.3.2  | – CONDIÇÕES ESPECÍFICAS DOS AQUECEDORES.....                             | 272 |
| 8.8      | – MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS.....                      | 273 |
| 8.8.1    | – ATIVIDADES DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA.....                             | 273 |
| 8.8.2    | – ASPECTOS TÉCNICOS DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS..... | 276 |
| 8.8.3    | – ESQUEMAS DE EXECUÇÃO.....  | 278 |
| 8.8.4    | – LOCAIS PARA INSTALAÇÃO DOS HIDRÔMETROS.....                            | 284 |
| 8.8.5    | – CAIXAS DE PROTEÇÃO PARA OS HIDRÔMETROS.....                            | 286 |
| 8.8.6    | – PROJETOS DE REFORMA PARA MEDIÇÃO INDIVIDUAL DE ÁGUA.....               | 287 |
| 8.8.6.1  | – INTRODUÇÃO.....  | 287 |
| 8.8.6.2  | – VERIFICAÇÕES PRELIMINARES PARA O PROJETO.....                          | 287 |
| 8.8.6.3  | – DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....  | 288 |
| 8.8.7    | – CONDIÇÕES TÉCNICAS GERAIS.....   | 289 |
| 8.8.8    | – DIMENSIONAMENTO DAS COLUNAS E RAMAIS.....                              | 290 |
| 8.8.9    | – DIMENSIONAMENTO DOS HIDRÔMETROS.....                                   | 292 |
| 8.8.9.1  | – HIDRÔMETROS INDIVIDUAIS.....   | 292 |
| 8.8.9.2  | – HIDRÔMETRO MESTRE.....   | 292 |
| 8.8.10   | – EXEMPLOS DE OBRAS DE REFORMA.....                                      | 294 |
| 8.8.10.1 | – CASOS SELECIONADOS.....  | 294 |
| 8.10.2   | – ASPECTOS GERAIS DAS OBRAS DE REFORMA.....                              | 299 |
| 8.8.11   | – MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....  | 302 |
| 8.8.12   | – BASE TEÓRICA PARA O DIMENSIONAMENTO DOS HIDRÔMETROS.....               | 302 |
| 8.8.13   | – DA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.....  | 303 |
| 8.8.13.1 | – DAS CANALIZAÇÕES.....  | 303 |
| 8.8.13.2 | – DO CUIDADO NO TRANSPORTE.....  | 304 |
| 8.8.14   | – DA COMUNICAÇÃO SOCIAL.....   | 304 |

## **CAPÍTULO 9**

|  |            |
|--|------------|
| <b>ENSAIO DE HIDRÔMETRO.....</b>           | <b>307</b> |
| 9.1 – CONCEITUAÇÃO.....                    | 309        |
| 9.2 – ENSAIOS DE HIDRÔMETROS.....          | 309        |
| 9.2.1 – ENSAIO DE APROVAÇÃO DE MODELO..... | 310        |
| 9.2.2 – ENSAIO INICIAL OU DE ROTINA.....   | 316        |
| 9.2.3 – ENSAIOS DE CONFORMIDADE.....       | 316        |
| 9.3 – BANCOS DE ENSAIO.....                | 317        |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 9.3.1   | – IMPORTÂNCIA DOS BANCOS DE ENSAIOS.....   | 317 |
| 9.3.2   | – TIPOS DE BANCOS DE ENSAIO CONVENCIONAIS .....                                    | 317 |
| 9.3.3   | – BANCOS DE ENSAIO DE PRINCÍPIO VOLUMÉTRICO .....                                  | 317 |
| 9.3.4   | – BANCO DE ENSAIO PRINCÍPIO GRAVIMÉTRICO .....                                     | 318 |
| 9.4     | – BANCO DE ENSAIO PARA HIDRÔMETRO UNIFAMILIARES.....                               | 319 |
| 9.4.1   | – BANCO STANDARD PARA HIDRÔMETROS DOMICILIARES .....                               | 319 |
| 9.4.2   | – BANCO DE ENSAIO COM TANQUES ASSOCIADOS .....                                     | 320 |
| 9.4.3   | – BANCO DE ENSAIO PARA HIDRÔMETROS DIÂMETRO NOMINAL 1", 1 ½" E 2" .....            | 321 |
| 9.4.4   | – BANCO DE ENSAIO PARA MEDIDORES INDUSTRIAIS .....                                 | 322 |
| 9.5     | – BANCOS DE ENSAIOS MÓVEIS .....   | 325 |
| 9.6     | – RESOLUÇÃO Nº 49 DA OIML – ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE METROLOGIA<br>LEGAL ..... | 326 |
| 9.6.1   | – ABRANGÊNCIA .....  | 326 |
| 9.6.2   | – TERMINOLOGIA .....   | 327 |
| 9.6.2.1 | – HIDRÔMETRO E SEUS COMPONENTES.....   | 327 |
| 9.6.2.2 | – CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS.....  | 329 |
| 9.6.2.3 | – CONDIÇÕES OPERACIONAIS .....   | 331 |
| 9.6.2.4 | – CONDIÇÕES DE ENSAIO .....  | 333 |
| 9.6.2.5 | – EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS .....                                       | 334 |
| 9.6.3   | – REQUISITOS METROLÓGICOS.....   | 335 |
| 9.6.4   | – REQUISITOS TÉCNICOS.....   | 338 |
| 9.6.5   | – CONTROLES METROLÓGICOS .....   | 340 |