

## **I-350 - OTIMIZAÇÃO NA CONFECÇÃO DE PADRÕES DE LIGAÇÃO DE ÁGUA**

### **Saulo Alessandro Marinho de Freitas<sup>(1)</sup>**

Graduado em Gestão da Informação e Marketing Estratégico pela Universidade Estácio de Sá. Pós-graduando em Gestão Empresarial pela UFRJ. Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Petrópolis. Analista de Engenharia do Setor de Engenharia em Águas do Imperador – Petrópolis – RJ.

### **Leandro de Sousa Costa**

Graduado em Administração pela Universidade Norte do Paraná. Coordenador de Serviços em Águas do Imperador – Petrópolis - RJ

### **Marco Antonio Castro**

Engenheiro Civil pela Universidade Católica de Petrópolis. Pós-graduado em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas. Gerente Operacional em Águas do Imperador – Petrópolis - RJ.

### **Marcio Salles Gomes**

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia UFRJ. Pós-graduado em Gestão de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas. Diretor em Águas do Imperador – Petrópolis - RJ

### **André Lermontov**

Engenheiro Químico pela Escola de Química da UFRJ. Mestre em Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da UFRJ. Doutor em Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da UFRJ. Gerente de Tecnologia do Grupo Águas do Brasil S/A.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Dr Sá Earp, 84 – Morim - Petrópolis – Rio de Janeiro - CEP: 25625-073 - Brasil - Tel: (24) 2103 5656 - (24) 9844 0682 - (24) 8808 1615 - e-mail: [saulo.freitas@aguasdoimperador.com.br](mailto:saulo.freitas@aguasdoimperador.com.br) – [saulomarinho1@hotmail.com](mailto:saulomarinho1@hotmail.com)

## **RESUMO**

O objetivo do trabalho é apresentar procedimentos para otimização nos serviços de ligações de água, tanto na execução dos padrões para as ligações novas, como também, para as padronizações e remanejamentos das ligações já existentes.

O trabalho foi planejado com o intuito de otimizar a confecção dos padrões e padronizar as formas de execução das ligações de água, para evitar perdas de medições com hidrômetros inclinados e conexões chumbadas no emboço ou reboco, facilitando assim, a manutenção preventiva e corretiva.

A forma de execução foi reduzida para três opções: 1º método: Fixação e instalação da caixa com revestimento em concreto nas ligações do tipo mureta e muro; 2º método: Instalação de caixa de polipropileno nos padrões calçada com diâmetro até 1” polegada; 3º método: Execução de padrão em alvenaria e tampa em concreto para as ligações com diâmetro acima de 1 ½” polegada.

Nesta demonstração, o trabalho apresentará os estudos realizados na primeira etapa do processo de otimização, onde foram realizados os testes e análises dos protótipos dos padrões de ligação; na segunda etapa, foi desenvolvido um Projeto de Qualidade de Serviço, onde foi confeccionado um manual de ligação e aplicamos o treinamento com as equipes dos setores comercial, operacional (manutenção) e terceirizadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Produtividade, Melhoria no Processo, Otimização na execução dos padrões de água, Padrão Muro, Padrão Mureta, Padrão Calçada.

## **INTRODUÇÃO**

O projeto teve início em novembro de 2010, quando concluímos que havia necessidade da criação de padrões específicos de Ligação de Água para aumento da produtividade das equipes e apresentação de um serviço com maior valor agregado.

Nestes padrões, procuramos fornecedores que poderiam nos atender, tanto para confecção do revestimento em concreto para os padrões mureta/muro como em materiais com especificações técnicas ideais para o padrão calçada/passeio.

Neste período de testes com a realização de protótipos, verificamos que os padrões pré-fabricados seriam ideais para aumento de produtividade das equipes com a redução do tempo de execução, melhoria dos métodos de trabalhos e a execução de um serviço com maior valor agregado e padronizado em relação às dimensões apresentadas aos clientes.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### PRIMEIRA ETAPA: AVALIAÇÃO DOS PROTÓTIPOS

#### METODOLOGIA UTILIZADA

##### Padrão Mureta/Muro

Foram feitos vários protótipos até chegarmos às dimensões, resistência, custo e peso ideais.

Nos primeiros ensaios a caixa com revestimento em concreto obteve peso de 67kg, onde chegamos ao peso de 47kg na penúltima versão.

O padrão já estava dentro das dimensões, resistência e custo ideais, porém o que ainda nos preocupava era o peso, onde no 2º semestre de 2011 começamos a realizar testes com diversos materiais.

Chegamos à versão final com a mesma dimensão da caixa de 47kg, porém chegamos a 23kg devido estarmos utilizando agregado expansivo.

##### Padrão Calçada

Inicialmente encontramos dois fornecedores, um fornecedor apresentava material com custo elevado, e o outro com material de baixa resistência.

Após um longo período de pesquisas, encontramos um terceiro possível fornecedor que poderia nos atender com qualidade e preço.

Nos ensaios iniciais, para comprovação da informação do fornecedor sobre a resistência, instalamos o padrão primeiramente em nossa sede, aonde transitava veículos pesados e leves para certificação da resistência do material, tendo sido aprovado para utilização em calçada/passeios.

## RESULTADOS OBTIDOS

### Tempos médios de execução




Para comprovarmos os tempos médios de execução dos novos padrões, executamos 45 (quarenta e cinco) serviços com padrão mureta/muro e 08 (oito) com o padrão calçada/passeio, em locais escolhidos com peculiaridades diferentes, para termos um histórico do tempo médio de execução, onde constatamos os seguintes tempos médios:

PADRÃO MURETA		
QTDE	TEMPO TOTAL	TEMPO MÉDIO
2	03:04	01:32
5	08:20	01:40
3	04:42	01:34
5	08:15	01:38
30	44:20	01:32
<b>45</b>	<b>68:41</b>	<b>01:35</b>

PADRÃO CALÇADA		
QTDE	TEMPO TOTAL	TEMPO MÉDIO
1	01:48	01:48
2	03:52	01:56
1	02:00	02:00
2	03:22	01:41
2	03:22	01:41
<b>8</b>	<b>14:24</b>	<b>01:49</b>

#### EXEMPLO 1 - Padrão Mureta:

- Executamos uma padronização de ligação com padrão mureta, utilizando os dois modelos (modelo convencional e o modelo atual) no mesmo local para comprovarmos o tempo médio de execução.
- No teste 1 (um), executamos com o modelo convencional, onde o tempo de execução foi de 04:47h, sendo que deste tempo, 03:37h foram gastos somente para confecção da mureta em alvenaria.
- No teste 2 (dois), removemos o padrão feito no dia anterior, deixando conforme o encontramos antes da padronização anterior, e executamos com o padrão novo, onde a execução foi de 01:35h, tendo sido gasto para fixação e nivelamento da caixa 37 minutos.
- A redução percentual no tempo de execução total foi de 67% em comparação modelo convencional x modelo atual.
- Nas fotos abaixo, estão sendo comparados os padrões executados no modelo convencional e modelo atual:

<b>PADRÃO MURETA (CONVENCIONAL)</b> TEMPO DE EXECUÇÃO: 04:47h	<b>PADRÃO MURETA (ATUAL)</b> TEMPO DE EXECUÇÃO: 01:35h	
		

#### EXEMPLO 2 - Padrão Calçada:

- No padrão calçada, a execução era feita com uma caixa em alvenaria utilizando tijolos em sua confecção, onde gastávamos o tempo de 04:32h, sendo que deste tempo 02:45h eram gastos na confecção da caixa.
- No modelo atual escavamos o buraco ou retiramos o padrão antigo danificado, e instalamos a caixa de polipropileno sobre um berço de pó de pedra, nivelando com o piso já existente, sendo gasto em média 01:49h. Redução % no tempo de execução total foi de 60% em comparação modelo convencional x modelo novo.

**Observação:** No padrão calçada convencional, as tampas que ficavam sobre a caixa, eram feitas com armação em aro e tampa de ferro fundido para acesso a leitura do hidrômetro e concretada em toda sua volta.

O serviços de confecção das tampas tinham que ser executadas com antecedência devido ao tempo de cura para sua utilização.

<b>PADRÃO CALÇADA (CONVENCIONAL)</b> TEMPO DE EXECUÇÃO: 04:32h	<b>PADRÃO CALÇADA (ATUAL)</b> TEMPO DE EXECUÇÃO: 01:49h	Padrões instalados modelo convencional e modelo novo
		

## **CUSTOS / PRODUTIVIDADE**

Neste quesito, fizemos uma comparação de custo com material e mão de obra utilizados no modelo convencional e modelo atual, onde no modelo convencional toda a parte em alvenaria era executada pelas equipes, e no modelo atual a parte de alvenaria foi substituída pelo revestimento em concreto que esta sendo feito por terceiros.

Empregando o padrão pré-moldado muro/mureta e caixa plástica padrão calçada, obtivemos resultados percentuais positivos conforme ilustra quadro abaixo:

		Ligação Nova Água		Padronização		Remanejamento		Média
		Mureta	Calçada	Mureta	Calçada	Mureta	Calçada	
Modelo Convencional	tempo execução	04:30	04:00	04:47	04:32	04:57	05:00	04:37
	Custo do padrão	92,43	133,65	94,56	137,66	95,81	141,17	115,88
Modelo Atual	tempo execução	01:42	01:55	01:35	01:49	02:11	02:20	01:55
	Custo do padrão	90,70	52,95	89,82	52,23	94,33	56,08	72,69
Variação Percentual	tempo execução	-62%	-52%	-67%	-60%	-56%	-53%	-58%
	Custo do padrão	-2%	-60%	-5%	-62%	-2%	-60%	-37%

O custo do serviço em relação à hora/homem reduziu 144% por serviço/executado, com isso podemos utilizar de forma mais eficiente a mão de obra das equipes realizando outros serviços ao longo da jornada.

Fatores em relação à produtividade, quando comparamos os modelos convencional e atual:

### **PADRÃO MURETA / MURO**

<b>MODELO CONVENCIONAL</b> - Tempo médio execução: 04:47h  - maior parte do tempo se destinava a execução da alvenaria da mureta e fixação da caixa no muro; - Os serviços anteriormente deveriam ser programados para equipes específicas (as que possuíam pedreiro).	<b>MODELO ATUAL</b> - Tempo médio execução: 01:35h  - Como a caixa já vem com o revestimento em concreto, o tempo se destinada à fixação da caixa com revestimento e os serviços de montagem da ligação, não havendo tempo improdutivo: como espera de secagem da parte em alvenaria; - O padrão aplica-se a qualquer equipe.
--	---

### **PADRÃO CALÇADA**

<b>MODELO CONVENCIONAL</b> - Tempo médio execução: 04:32h  - maior parte do tempo se destinava a execução da alvenaria, chapisco, emboço e fixação da tampa em concreto.	<b>MODELO ATUAL</b> - Tempo médio execução: 01:49h  - A caixa é fabricada em polipropileno de alta resistência com a sua tampa já acoplada, facilitando a montagem em campo. - Houve redução tendo em vista o tempo de espera da cura da parte de alvenaria ter sido excluída, para montagem das peças hidráulicas e hidrômetro.
---	--



## FOTO DOS PADRÕES INSTALADOS

As fotos abaixo ilustram os padrões de ligação instalados em campo. Os padrões não necessitam de acabamento, pois já são fabricados com o material final. Poderão ser revestidos com qualquer tipo de material, conforme ilustra figura 06.

Padrões com dimensões iguais



Figura 01

Padrão mureta



Figura 02



Figura 03



Figura 04

Padrões calçada ¾" e 1"



Figura 05

Padrão pode ser revestido com qualquer material



Figura 06

## SEGUNDA ETAPA: TREINAMENTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com o objetivo de aprimorar os serviços prestados, desenvolvemos um Projeto de Qualidade de Serviços, onde foi criado um manual de ligação de água com base nos padrões adotados e para a aplicação das melhores práticas conforme as normas vigentes.

O manual contém as definições, terminologias usadas, método executivo, identificação de tubulações, deflexões de tubos, tipos de ancoragens, acoplamentos, materiais, estimativas de consumo, tipos de hidrômetros, dimensionamentos de hidrômetro e tipos de padrões, localização das ligações, limites de instalação das ligações, instalação em locais inclinados, execução (da abertura da vala até o reaterro final), montagem da ligação, padrões instalados, testes a serem realizados e os tipos de pavimentos.

O projeto está dividido em duas fases, a primeira fase foi à apresentação do manual para as equipes do setor comercial, operacional (manutenção) e equipes terceirizadas que prestam serviços desta natureza. A segunda fase consistiu no treinamento e acompanhamento em campo junto às equipes.

Com 500 serviços executados pelas equipes que participaram do treinamento na primeira etapa, realizamos alguns ajustes conforme análise da execução dos serviços.

No quadro abaixo, estão sendo mostrados os tempos de execução aferidos para cada tipo de serviço, em comparação com o modelo convencional:

	Ligação Nova Água		Padronização		Remanejamento		Média
	Mureta	Calçada	Mureta	Calçada	Mureta	Calçada	
Modelo Convencional	04:30	04:00	04:47	04:32	04:57	05:00	04:37
Modelo Atual	02:30	02:35	02:10	02:15	03:00	02:50	02:33
Variação %	-44%	-35%	-55%	-50%	-39%	-43%	-45%

O quadro acima demonstra um pequeno aumento no tempo padrão em relação à primeira etapa, porém a amostragem desta segunda etapa foi 10 vezes maior, onde constatamos que o tempo médio girou em torno de 02:33h. Nesta segunda etapa, aplicamos os padrões em diversos locais com características peculiares.

Os serviços de remanejamentos foram os que tiveram maior tempo padrão, pois neste tipo de serviço além da ligação que deverá ser realizada em outro local, anteriormente liberado pela vistoria, devemos realizar a supressão do ramal existente.

Vale lembrar, que os padrões pré-moldados e as caixas em polipropileno foram introduzidos neste contexto para substituir a parte que era executada em alvenaria.

O trabalho está otimizando a execução dos padrões de ligação, independente da extensão do ramal que deriva da rede e segue até o padrão. Conforme estudos já realizados em amostragem já levantadas, a maior parte do tempo na execução das ligações eram gastos na confecção dos padrões em alvenaria.

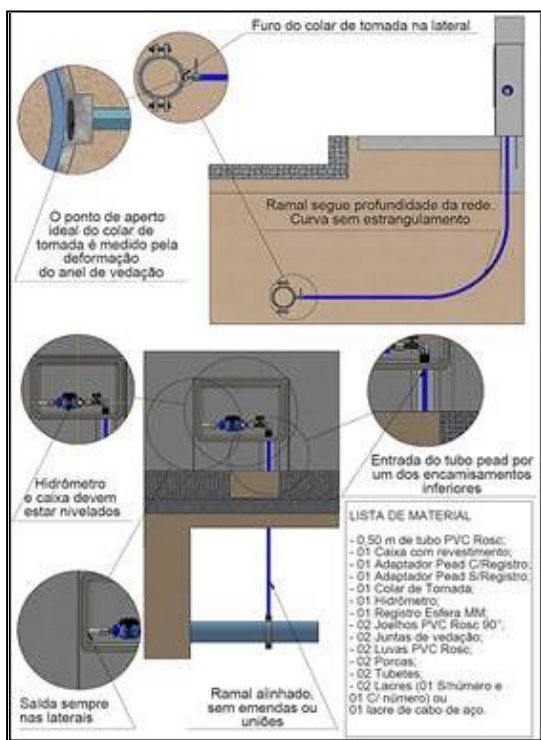
Na primeira etapa, a análise foi realizada em 53 ligações onde obtivemos uma redução considerável nos tempos de execução médio. Como nesta segunda etapa, a amostragem se fez com número maior que a primeira etapa, chegamos a um tempo padrão maior que da primeira fase, pois buscamos locais com diferentes peculiaridades. Os tempos padrões são levantados e ajustados trimestralmente, conforme análise da Coordenação de Serviços que adota o modelo de gestão de serviços.

No manual constam figuras com todas as informações sobre a execução destes serviços. Nas próximas páginas estarão sendo comparadas estas figuras com a aplicação real em campo.

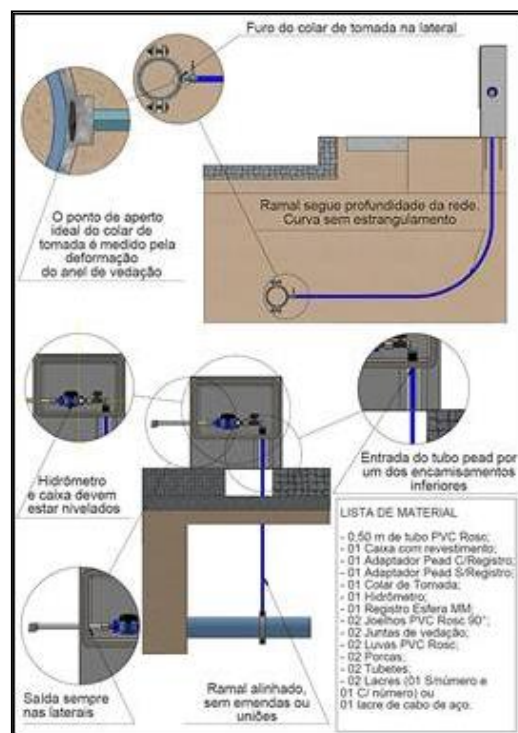
## EXECUÇÃO

Nos quadros abaixo estão sendo ilustradas as formas de execução em muro e em mureta, conforme indicação da figura do manual de ligação.

### LIGAÇÃO TIPO MURO



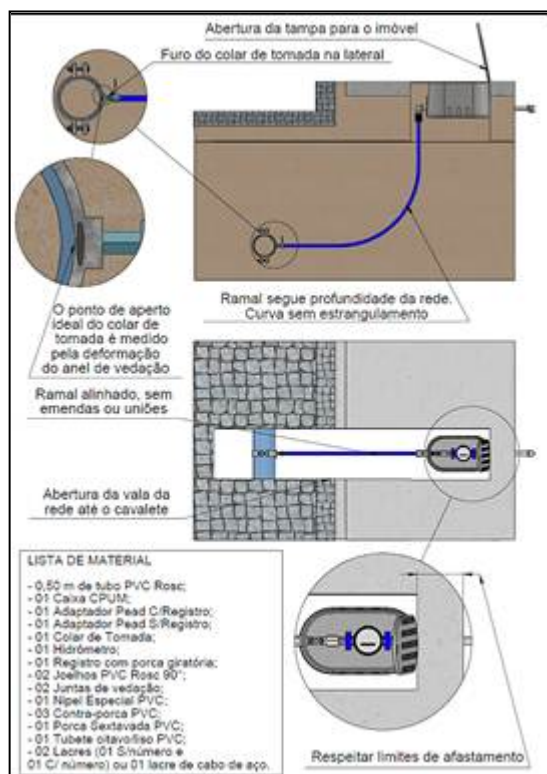
### LIGAÇÃO TIPO MURETA



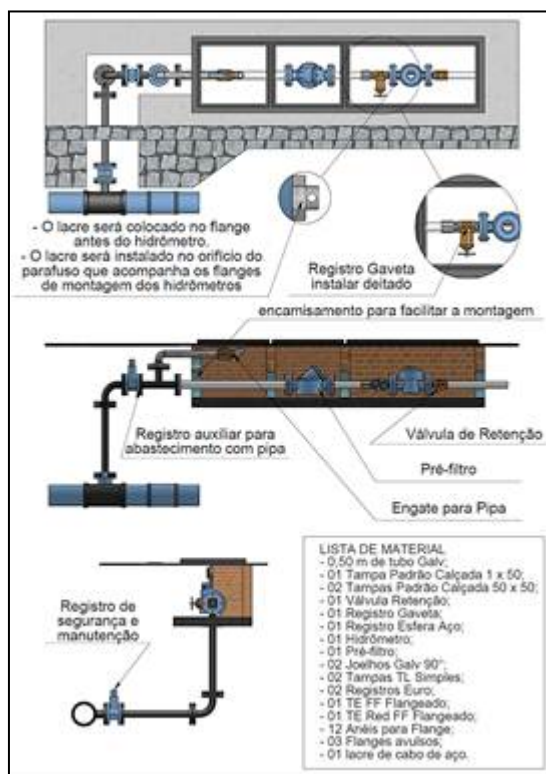


Nos quadros abaixo estão sendo ilustrados as formas de execução com o padrão em polipropileno para diâmetro até 1" polegada e os padrões em alvenaria para os diâmetros acima de 1 ½" polegadas.

### LIGAÇÃO CALÇADA ATÉ 1"



### LIGAÇÃO CALÇADA ACIMA 1 ½"





## CONCLUSÕES

De uma forma geral, neste trabalho foram apresentadas formas eficazes para otimização dos serviços em ligações de água.

Como se trata de um serviço que atualmente existe uma grande demanda em empresas de saneamento básico, sendo o primeiro contato com serviços tangíveis apresentados pelas empresas, onde a adequação, padronização e melhoria dos métodos de trabalho influenciam na percepção dos serviços executados ao cliente.

Com a adoção destes padrões, evitamos perdas de materiais como: quebra de tijolos, endurecimento de cimento que ficavam depositados nos veículos, traços fora das medidas estipuladas pelas normas.

Os padrões executados seguem sempre as mesmas dimensões, não havendo padrões com dimensões variadas.

Devido não haver mais à necessidade de construção em alvenaria em campo, as equipes destinam o tempo somente para execução das escavações, fixação da caixa e montagem do cavalete, reduzindo o tempo de execução.

Com a redução do tempo de execução destes serviços, aumentamos o número de serviços executados por equipe dia, não existindo mais à necessidade de programação para equipes que possuíam funcionários com habilidades específicas de pedreiro, com isso, geramos mais flexibilidade na programação e otimização da mão de obra.

O peso específico da caixa com revestimento gira em torno de 23kg, pois estamos utilizando agregado expansivo com peso na faixa de 500 Kg/m<sup>3</sup>. Com o peso 23kg da caixa, buscamos maior mobilidade no manuseio com a mesma, redução de peso para carregamento nas viaturas, redução no gasto de combustível e na perda de material.

Com a adoção destes padrões, a empresa pode entregar um serviço de maior valor agregado e padronizado aos clientes e com um custo menor de execução e menor tempo de execução.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT NBR NM ISO 7 – 1: 2000 – Rosca para tubos onde a junta de vedação sob pressão é feita pela rosca – Parte 1: Dimensões, tolerâncias e designação.
2. ABNT NBR ISO 6817: 1999 – Medição de vazão de líquidos em condutos fechados utilizando medidores de vazão eletromagnéticos.
3. ABNT NBR 5626: 1998 – Instalação predial de água fria.
4. ABNT NBR 5647 - 1: 2004 – Sistemas para adução e distribuição de água – Tubos e conexões de PVC 6,3 com junta elástica e com diâmetros nominais até DN 100. Parte 1: Requisitos gerais.
5. ABNT NBR 5648: 2010 – Tubos e conexões de PVC – U com junta soldável para sistemas prediais de água fria – Requisitos.
6. ABNT NBR 7182: 1986 – Errata 1:1988 – Solo – Ensaio de compactação.
7. ABNT NBR 7968: 1983 – Diâmetros nominais em tubulações de saneamento nas áreas de rede de distribuição, adutoras, redes coletoras de esgoto e interceptores.
8. ABNT NBR 8009: 1997 – Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15,0 m<sup>3</sup>/h de vazão nominal – Terminologia.
9. ABNT NBR 9061: 1985 – Segurança de escavação a céu aberto.
10. ABNT NBR 10925: 1989 – Cavalete de PVC DN 20 para ramais prediais – Especificação.
11. ABNT NBR 12266: 1992 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana.
12. ABNT NBR 14005: 1997 – Versão Corrigida: 2002 Medidores velocimétricos de água potável fria até 15 m<sup>3</sup>/h.
13. Catálogo Infraestrutura e Predial Amanco – Adução de Água, Distribuição de Água, Ligação Predial, Coletor de Esgotos e Águas Pluviais, Soldagem e Acoplamento.
14. Catálogo Infraestrutura e Predial Tigre – Adução de Água, Distribuição de Água, Ligação Predial, Coletor de Esgotos e Águas Pluviais, Soldagem e Acoplamento.
15. FOX, R., MACDONALD, R. Introdução a Mecânica dos Fluidos. 5a Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2001.