



LAUDO DE PERÍCIA TÉCNICA

Que faz MOACYR MOLINARI,
brasileiro, casado, residente à rua ,
Curitiba-PR, professor universitário
efetivo da UFPR e da UTFPR e
engenheiro civil, portador do R.G. n.º
carteira profissional n.º 15.586-
D/CREA-PR, atendendo a pedido de

.

Junho de 2006

1 - MOTIVO DA PERÍCIA

O motivo da presente perícia técnica é a verificação da instalação hidráulica da piscina e respectiva cascata da residência situada na rua , de propriedade de .

A perícia visa fornecer elementos técnicos objetivos, racionais e lógicos, fundamentados em princípios físicos e matemáticos e em aplicações de engenharia, como auxílio à apuração da verdade dos fatos.

2 - FONTES DE DADOS

O signatário baseou suas análises físicas e matemáticas em dados objetivos obtidos das seguintes fontes:

- a) Exame do local realizado em 16 de junho de 2006, entre 15h00 e 18h00, para realização de medições, verificações e tomadas fotográficas na piscina e respectivas casa de máquinas e cascata.
- b) Projeto arquitetônico de autoria de (r.) e associados, especialmente a prancha de número 30, referente à piscina, com data inicial de 30/06/04 e data de impressão de 28/10/04.
- c) Projeto arquitetônico de e (r.), especialmente a prancha de número 17, referente à piscina, datada de 08/06/2005.
- d) Projeto hidro-sanitário de autoria de (r.), especialmente as pranchas HD 03/06 e HD ANEXO 2.
- e) Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) de números NBR10818, NBR10819, NBR11238, NBR11239, NBR9816, NBR9818 e NBR10339.

f) Dados técnicos de cascatas para piscinas dos fabricantes:

- Sodramar Indústria e Comércio Ltda., rua Caramuru, 925, Diadema-SP, www.sodramar.com.br;
- STA - Sistemas de Tratamento de Água Ltda., r. Emílio de Souza Docca, 149, São Paulo-SP, www.sta.com.br;
- Petro Fontes Ltda., rua Campevas, 115, conj 02, São Paulo-SP, www.petrofontes.com.br.

3 – EXAME DO LOCAL

Em 13 de junho de 2006, às 15h30, o signatário realizou uma visita técnica ao imóvel localizado na rua _____, objetivando verificar a necessidade de uma perícia técnica, bem como avaliar a extensão da análise e os equipamentos necessários para a mesma. As informações obtidas apontaram para a necessidade da realização de uma perícia na instalação hidráulica da piscina e respectivas casa de máquinas e cascata.

Em 16 de junho de 2006, a partir das 15h00, o signatário realizou o exame do local visando obter medidas geométricas, verificar in loco o funcionamento da instalação hidráulica e fotografar e filmar seus equipamentos e tubulações.

3.1 – Medições Geométricas na Piscina

Na tomada fotográfica a seguir, mostrando uma vista geral da piscina, observa-se a “cascata” em funcionamento ao fundo (entre as setas vermelhas), em um dos vértices da piscina. Exceto na região da “cascata”, a piscina é circundada por uma “praia”, isto é, uma faixa periférica de pequena profundidade (indicada na tomada fotográfica em letras verdes). Na mesma tomada são indicadas as profundidades da piscina em três posições ao longo do bordo maior oposto à “cascata”.



Figura n.º 01 – Tomada fotográfica com vista geral da piscina, com “cascata” ao fundo

Foram realizadas várias medições geométricas gerais da piscina, resultando:

- largura sem as “praias” = 795 cm
- comprimento sem as “praias” = 1245 cm
- largura das “praias” = 50 cm
- altura das “praias” (até o nível do piso periférico) = 16 cm
- profundidade da água nas “praias” = 6 cm
- profundidade da piscina na região mais rasa = 96 cm (incluindo os 6 cm da “praia”)
- profundidade da piscina na região média = 118 cm (incluindo os 6 cm da “praia”)
- profundidade da piscina na região mais profunda = 133cm (com os 6cm da “praia”)
- largura da canaleta periférica de captação de água pluvial ou superficial = 15 cm

A figura a seguir ilustra, em corte e sem escala, a região mais rasa, ao lado de uma “praia” lateral (medidas em centímetro):

.
..
...
....
.....

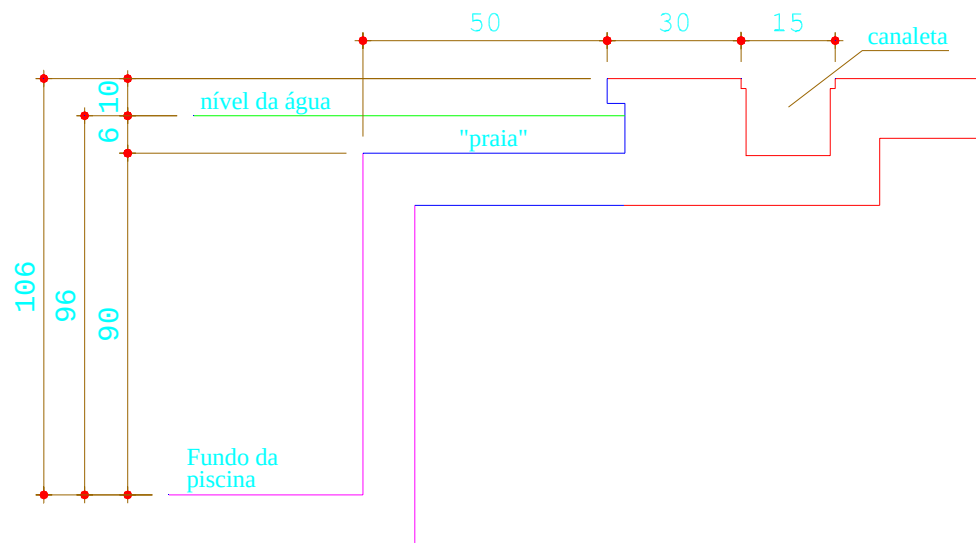


Figura n.º 02 – Esquema geométrico da borda da piscina, na região mais rasa, incluindo a “praia” periférica e a canaleta de captação de água pluvial ou superficial (medidas em cm)

3.2 – Medições Geométricas na “Cascata”

A figura a seguir mostra uma tomada fotográfica quase frontal da “cascata” em funcionamento. Durante o exame também foram realizados *clips* de vídeo digitais mostrando o fluxo da água.



Figura n.º 03 – Tomada fotográfica quase frontal da “cascata” da piscina

A figura a seguir mostra uma tomada fotográfica em detalhe da “cascata” em funcionamento pleno.



Figura n.º 04 – Tomada fotográfica em detalhe da “cascata” em funcionamento.

Foram realizadas medições geométricas detalhadas da “cascata”, tais como:

- ângulo inscrito do arco do bordo externo da “cascata” = 90°
- raio do bordo externo = 195 cm
- largura do reservatório = 17,3 cm
- altura do reservatório = 12 cm
- distância vertical entre o bordo e a superfície da água na piscina = 80 cm

As medidas citadas e outras realizadas permitiram desenhar a seção transversal a seguir (valores em milímetros), na qual é mostrado o trajeto do fluxo da água em linhas verdes contínuas (seqüência A-B-C-D-E-F-G):

.
..
...
....
.....

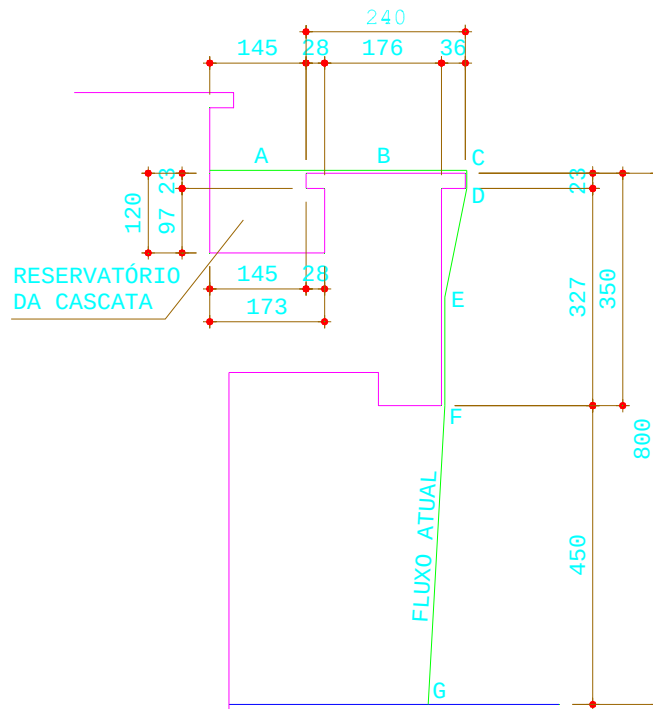


Figura n.º 05 – Esquema geométrico da seção transversal da “cascata” (medidas em mm)

O fluxo da água da “cascata” tem a seguinte seqüência:

- a água chega ao reservatório da “cascata” através de dois tubos com bitola de 50 mm e preenche o reservatório “A”, de modo que as entradas de água fiquem imersas;
- o fluxo passa por cima da superfície horizontal “B” em regime quase lamelar;
- o fluxo atinge a extremidade da superfície horizontal “C” (bordo externo da “cascata”), mas não tem velocidade suficiente para se projetar para fora, no espaço;
- devido à atração gravitacional, a água cai quase verticalmente, se dirigindo ao ponto “D”, rente à pedra de acabamento;
- devido à tensão superficial da água, o fluxo tende a fazer uma curva para dentro em “D”, ganhando uma componente de velocidade horizontal invertida, que faz a água se dirigir para a posição “E”;
- ao atingir o paramento em “E”, a água desce verticalmente e rente à pedra de acabamento, até a posição “F”;
- ao atingir a posição “F”, a tensão superficial da água novamente faz o fluxo ganhar uma componente de velocidade horizontal para dentro;
- tendo uma componente de velocidade horizontal inicial dirigida para dentro e sob a ação do campo gravitacional vertical, o fluxo finalmente atinge a superfície da piscina na posição “G”.

O caminho percorrido pela água descrito acima pode ser visto na tomada fotográfica da figura n.º 04, mostrada anteriormente.

A figura a seguir mostra o reservatório da “cascata” em detalhe, após o seu desligamento:



Figura n.º 06 – Tomada fotográfica do reservatório da “cascata” (desligada)

3.3 – Instalação Hidráulica da Piscina

Foi verificada a existência de dispositivos de aspiração e retorno e de pontos de captação de água pluvial ou superficial em posições e quantidades previstas no projeto hidráulico.

A canaleta de captação de água pluvial ou superficial, desenvolvendo-se em torno da piscina exceto na região da “cascata”, é coberta por uma grelha plástica. Dois dos três pontos de captação de água pluvial ou superficial, no interior da canaleta, encontravam-se obstruídos com detritos e a respectiva canaleta continha água estagnada, com profundidade de 1,9 cm . Os pontos de captação são canos de PVC com bitola de 50 mm, com extremidade irregular, sem acabamento e sem proteção por grade individual, como pode ser observado nas tomadas fotográficas a seguir:

.

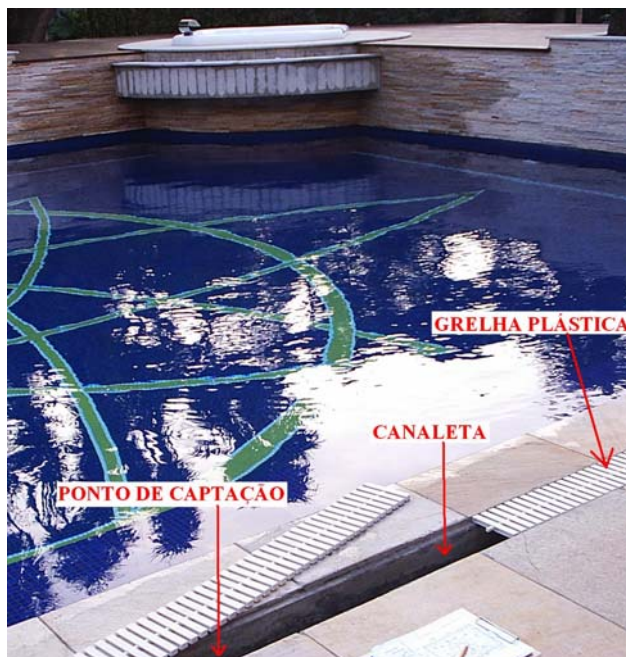


Figura n.º 07 – Posição do ponto de captação na canaleta ao longo do bordo maior oposto à “cascata”

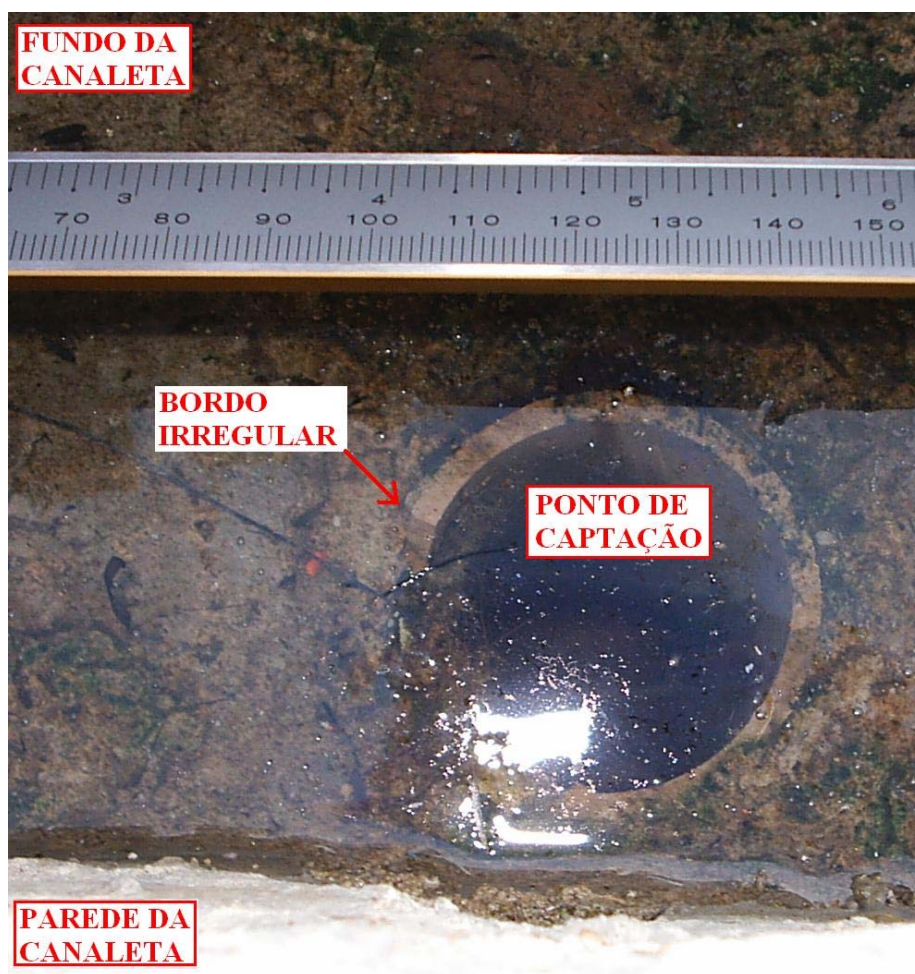


Figura n.º 08 – Detalhe do ponto de captação no bordo maior oposto à “cascata”

3.4 – Casa de Máquinas

Na casa de máquinas, cujo piso está em nível inferior ao fundo da piscina, foram observados os seguintes equipamentos:

- uma motobomba centrífuga de marca Schneider, modelo BC-92S GB, com potência de 1,5 CV e vazão de 15,5 m³/h, conectada à tubulação de alimentação hidráulica da “cascata”;
- quatro motobombas auto-escorvantes com pré-filtro incorporado da marca Dancor, modelo PF-17, com motores elétricos da marca Weg com potência de 1/4 CV, conectadas às tubulações do sistema de recirculação hidráulica e tratamento da piscina e da banheira do spa, da bomba de calor e do aquecedor de passagem;
- uma motobomba auto-escorvante com pré-filtro incorporado da marca Dancor, modelo PF-17, com motor elétrico da marca Weg com potência de 1,5 CV, conectada ao filtro da piscina;
- um filtro para piscina da marca Dancor, modelo DFR-24;
- um filtro para a banheira do spa da marca Dancor, modelo DFR-12;
- um aquecedor de água de passagem a gás da marca Orbis, com tubulação de água quente em cobre e sem isolamento térmico;
- uma cisterna plástica de água com capacidade de 1000 litros, da marca Fibrotec, sem dispositivo automático de máx. e mín.

Além disso, observou-se:

- os drenos dos equipamentos descarregam em um ralo não-sifonado e sem grelha superior;
- a tubulação ligada aos três pontos de captação de água pluvial ou superficial (na canaleta em torno da piscina) tem bitola de 50mm;
- a disposição dos equipamentos na casa de máquinas difere da proposta no projeto hidro-sanitário: por exemplo, a cisterna está no fundo do recinto e não próximo à porta;
- a tubulação de água quente da bomba de calor não tem isolamento térmico.

As figuras a seguir mostram o que se descreveu:



Figura n.º 09 – Tomada fotográfica geral da casa de máquinas: a) motobomba de 1/4 CV (bomba de calor); b) filtro da piscina; c) motobomba de 1,5 CV; d) motobomba de 1,5 CV da “cascata”; e) filtro da banheira; f) e g) motobombas de 1/4 CV; h) cisterna de 1000 litros; i) motobomba do aquecedor de passagem; j) tubulação da bomba de calor sem isolamento térmico



Figura n.º 10 – Tubulação de cobre para água quente do aquecedor de passagem a gás, sem isolamento térmico



Figura n.º 11 – Cisterna sem dispositivo automático de máx. e mín. especificado no projeto hidro-sanitário



Figura n.º 12 – Etiquetas de identificação de uma das quatro motobombas da marca Dancor, modelo PF-17, com motores elétricos da marca Weg com potência de 1/4 CV

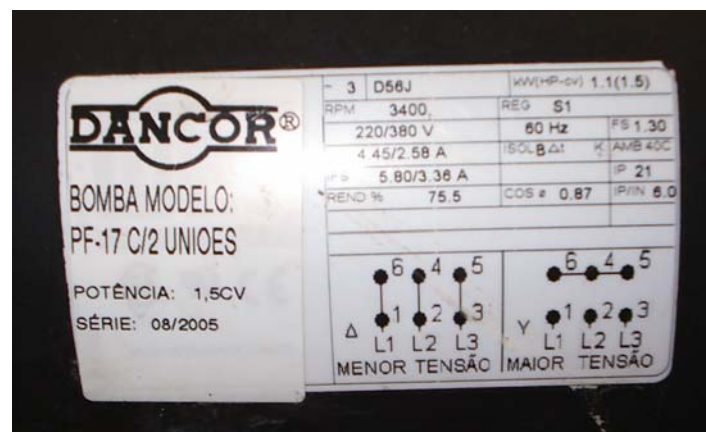


Figura n.º 13 – Etiqueta de identificação da motobomba da marca Dancor, modelo PF-17, com potência de 1,5 CV, conectada ao filtro da piscina

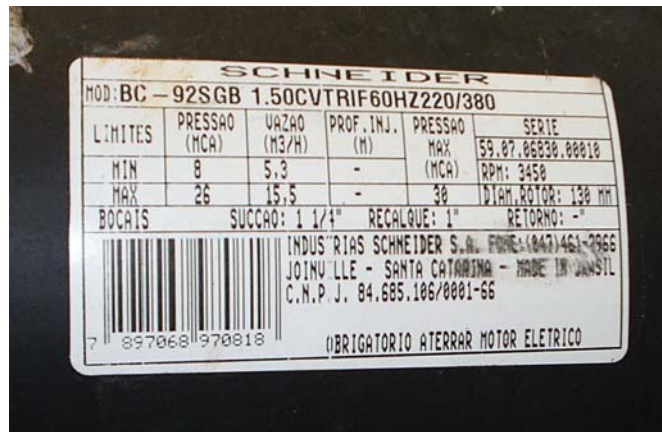


Figura n.º 14 – Etiqueta de identificação da motobomba centrífuga de marca Schneider, modelo BC-92S GB, com potência de 1,5 CV e vazão de 15,5 m³/h, conectada à tubulação de alimentação hidráulica da “cascata”;



Figura n.º 15 – Etiqueta de identificação do filtro da piscina da marca Dancor, modelo DFR-24



Figura n.º 16 – Etiqueta de identificação do filtro da banheira do spa da marca Dancor, modelo DFR-12;



Figura n.º 17 – Ralo não-sifonado e sem grelha superior, no qual descarregam os drenos dos equipamentos.

Outros dados levantados durante o exame do local são citados nos itens seguintes, por serem específicos.

4 – PROJETO ARQUITETÔNICO

Os projetos arquitetônicos citados no item 2 (Fontes de Dados) de autoria de e associados (prancha 30, 28/10/2004) e de e (prancha 17, 08/06/2005) não especificam o nível de funcionamento desejado para a cascata, isto é, não citam se o fluxo de fluido deve ser o de uma cortina d'água ou de um vertedouro intermitente e não citam a que distância horizontal deve chegar o fluxo de água após abandonar a cascata.

Na prancha de número 30 do projeto arquitetônico de e associados, é proposta uma geometria para a cascata (obtida por medição em escala) com os seguintes parâmetros:

- raio externo = 220 cm;
- raio médio do reservatório da cascata = 185 cm;

- largura da seção transversal do reservatório da cascata = 39 cm;
- altura da seção transversal do reservatório da cascata = 26 cm;

Com estes dados geométricos, caracteriza-se o reservatório da cascata do projeto arquitetônico de _____ e associados com os seguintes parâmetros:

- área da seção transversal do reservatório = $39 \cdot 26 = 1014 \text{ cm}^2$;
- comprimento do eixo curvo do reservatório = $2 \cdot 3,14 \cdot 1,85 / 4 = 2,91 \text{ m}$;
- volume aproximado do reservatório = $0,295 \text{ m}^3 = 295 \text{ litros}$.

As figuras a seguir ilustram o que se descreveu:

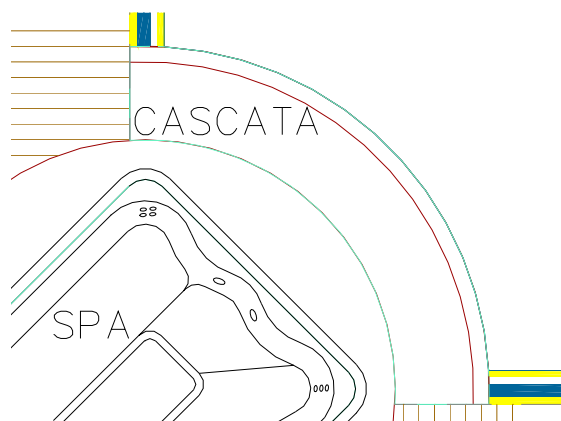


Figura n.º 18 – Planta da região da cascata, no projeto arquitetônico de associados

e

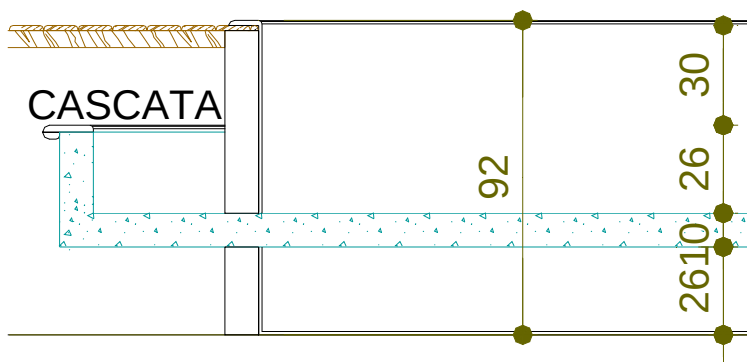


Figura n.º 19 – Corte da região da cascata, no projeto arquitetônico de associados

e

Na prancha de número 17 do projeto arquitetônico de _____ e _____, é proposta uma geometria para a cascata (obtida por medição em escala) com os seguintes parâmetros:

- raio externo = 195 cm;
- raio médio do reservatório da cascata = 169,5 cm;
- largura da seção transversal do reservatório da cascata = 33 cm;

- altura da seção transversal do reservatório da cascata = 5 cm;

Com estes dados geométricos, caracteriza-se o reservatório da cascata do projeto arquitetônico de e com os seguintes parâmetros:

- área da seção transversal do reservatório = $33 \cdot 5 = 165 \text{ cm}^2$;

- comprimento do eixo curvo do reservatório = $2 \cdot 3,14 \cdot 1,695 / 4 = 2,66 \text{ m}$;

- volume aproximado do reservatório = $0,044 \text{ m}^3 = 44 \text{ litros}$.

As figuras a seguir ilustram o que se descreveu:

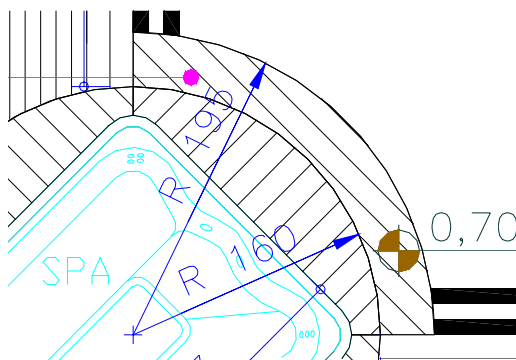


Figura n.º 20 – Planta da região da cascata, no projeto arquitetônico de

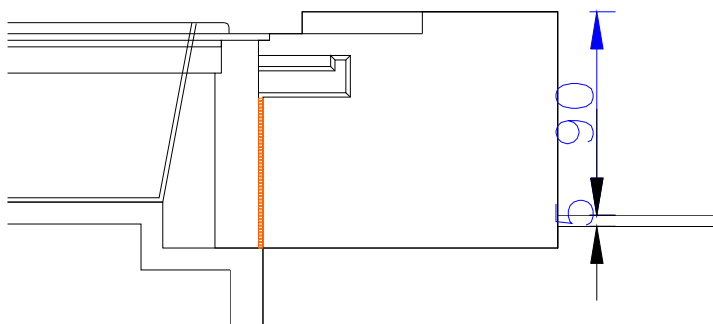


Figura n.º 21 – Corte da região da cascata, no projeto arquitetônico de

As medições realizadas durante o exame do local mostram a geometria real da “cascata” construída, com os seguintes parâmetros:

- raio externo = 195 cm;

- raio médio do reservatório da cascata = 165 cm;

- largura da seção transversal do reservatório da cascata = 17,3 cm;

- altura da seção transversal do reservatório da cascata = 12 cm;

Com estes dados geométricos, caracteriza-se o reservatório real da “cascata”, medido no local, com os seguintes parâmetros:

- área da seção transversal do reservatório = $17,3 \cdot 12 - 2,8 \cdot 2,3 = 201 \text{ cm}^2$;

- comprimento do eixo curvo do reservatório = $2 \cdot 3,14 \cdot 1,65 / 4 = 2,59 \text{ m}$;

- volume aproximado do reservatório = $0,052 \text{ m}^3 = 52 \text{ litros}$;

- comprimento retificado do bordo da “cascata” = $2 \cdot 3,14 \cdot 195 / 4 = 306$ cm .

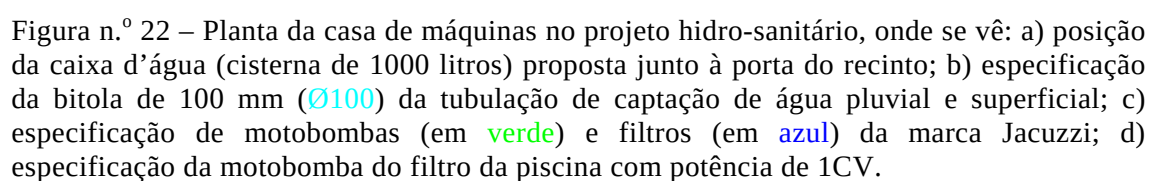
O projeto hidro-sanitário não propõe dimensões geométricas para a “cascata”, mas especifica as tubulações e o conjunto motobomba.

Do que se viu, a “cascata” foi construída com seção transversal cujas dimensões geométricas diferem das previstas nos projetos arquitetônicos.

5 – PROJETO HIDRÁULICO

O exame do local mostrou que a construção da obra não seguiu rigorosamente o projeto hidro-sanitário da piscina e respectiva casa de máquinas. Apesar disso, a instalação hidráulica executada é suficiente para um funcionamento satisfatório da piscina, do ponto de vista de potências de motobombas, capacidades de filtros e bitolas de tubulações. Foram encontradas, além de algumas citadas anteriormente, as seguintes divergências entre o que se levantou durante o exame do local e o que foi especificado no projeto hidro-sanitário da piscina:

- a) A cisterna (caixa d’água de 1000 litros) foi instalada no fundo do recinto da casa de máquinas, enquanto o projeto hidro-sanitário faz o posicionamento próximo à entrada (vide figura n.º 22 a seguir).
- b) A tubulação de captação de água pluvial e superficial, no trecho interno à casa de máquinas, foi executada com bitola de 50 mm, enquanto o projeto hidro-sanitário especifica bitola de 100 mm (vide Ø100 na figura n.º 22 a seguir).
- c) Todas as motobombas e filtros instalados são da marca DANCOR (Dancor S. A . Indústria Mecânica, avenida Brasil, 49259, Campo Grande, Rio de Janeiro–RJ), enquanto o projeto hidro-sanitário especifica a marca Jacuzzi (vide motobombas em verde e filtros em azul na figura n.º 22 a seguir).
- d) A motobomba do filtro da piscina possui potência de 1,5CV enquanto o projeto hidro-sanitário especifica uma potência de 1CV (vide figura n.º 13 anterior e figura n.º 22 a seguir).



e) A tubulação de captação de água pluvial e superficial da canaleta com grelha que circunda a piscina foi executada com bitola de 50 mm, enquanto o projeto hidro-sanitário especifica bitola de 100 mm.

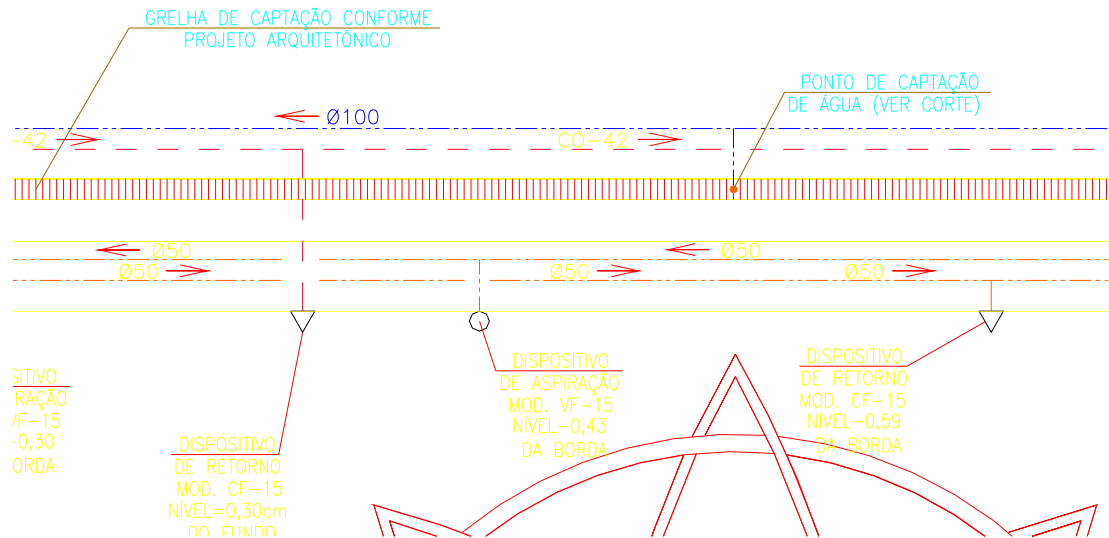


Figura n.º 23 – Especificação da bitola de 100 mm (Ø100) da tubulação de captação de água pluvial e superficial no projeto hidro-sanitário

f) A válvula de fundo foi posicionada na obra em posição mais próxima à borda, como pode ser visto nas figuras a seguir:



Figura n.º 24 – Tomada fotográfica da válvula de fundo da piscina

.

..

...

....

.....

.....

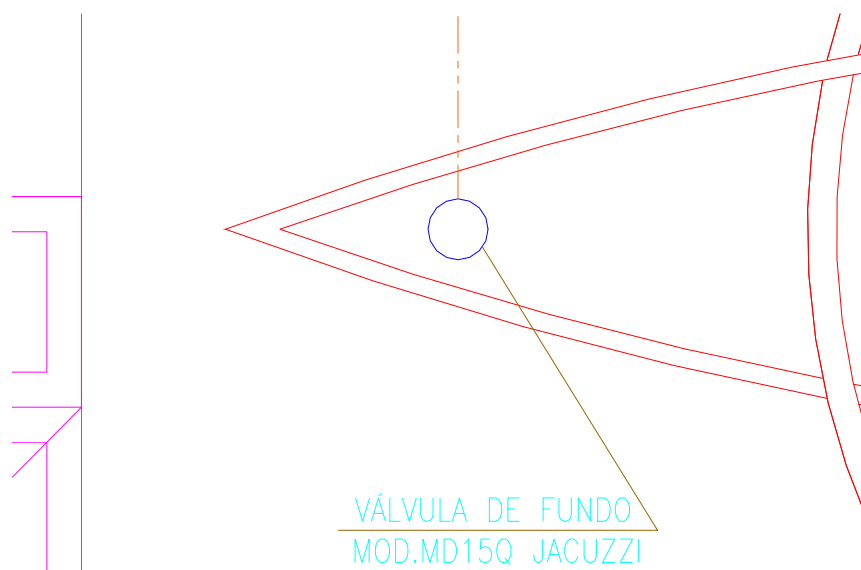


Figura n.º 25 – Posição da válvula de fundo da piscina proposta no projeto hidro-sanitário

6 – VAZÃO DA CASCATA

O exame da “cascata” em funcionamento mostrou que o fluxo de água não é projetado no espaço, mas escorre quase verticalmente pelo paramento até atingir a piscina. O funcionamento observado é típico de um vertedouro de baixa vazão.

O termo *cascata* evoca a imagem de um fluxo de água contínuo que se projeta no espaço e não de um fluxo intermitente que escorre verticalmente por um paramento. A figura a seguir ilustra o conceito evocado pela palavra *cascata* quando usado para citar um equipamento de piscina:



Imagem obtida em 20/06/2006 na Internet, no endereço
<http://www.petrofontes.com.br/obras.html>

Figura n.º 26 – Cascata de piscina típica

6.1 – Cascatas Pré-fabricadas

No Brasil, há vários fabricantes de cascatas para piscinas, entre os quais se pode citar a Sodramar Indústria e Comércio Ltda. (rua Caramuru, 925, Diadema-SP, www.sodramar.com.br) e a STA - Sistemas de Tratamento de Água Ltda. (rua Emílio de Souza Docca, 149, São Paulo-SP, www.sta.com.br).

A Sodramar industrializa diversos modelos de cascatas pré-fabricadas em aço inoxidável, entre as quais pode-se citar o modelo Niagara, mostrado na figura a seguir:



Figura n.º 27 – Cascata Niagara da Sodramar

A cascata Niagara possui largura de 530 mm = 53 cm e requer uma vazão de água de 9.600 litros/h = 9,6 m³/h para um fluxo ideal (nem fraco, nem forte), como mostram as figuras a seguir, extraídas do manual técnico da Sodramar:

.
..
...

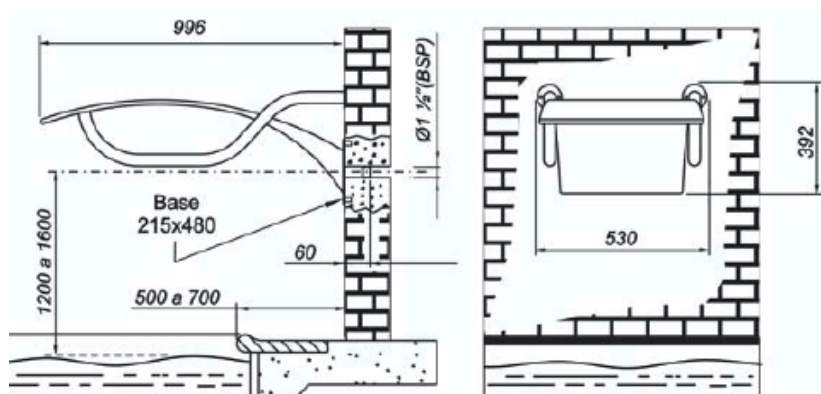


Figura n.º 28 – Dimensões geométricas da cascata Niagara da Sodramar

NÍVEL DA QUEDA		
MODELO	VAZÃO	D'ÁGUA
PAREDE NIAGARA	7.200l/h	FRACO
	9.800l/h	IDEAL
	16.800l/h	FORTE

Figura n.º 29 – Vazões de água requeridas pela cascata Niagara da Sodramar

A “cascata” construída na piscina examinada tem um bordo curvo cujo comprimento retificado mede 306 cm. Para que esta cascata tivesse um funcionamento semelhante à cascata Niagara da Sodramar, seria necessária uma vazão de água de aproximadamente

$$306 \text{ cm} / 53 \text{ cm} \cdot 9,6 \text{ m}^3/\text{h} = 55,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

ao invés dos 15,5 m³/h fornecidos pela bomba Schneider de 1,5 CV instalada na casa de máquinas examinada.

A STA industrializa diversos modelos de cascatas pré-fabricadas em chapas reforçadas de PVC, entre as quais pode-se citar o modelo *Horizontal pescoço curto*, mostrado nas figuras a seguir, obtidas do catálogo da citada empresa:



Figura n. 30 – Cascata da STA em funcionamento

A cascata Horizontal da STA tem um reservatório com seção transversal com largura de $185\text{ mm} = 18,5\text{ cm}$ e altura de $122\text{ mm} = 12,2\text{ cm}$. A área da seção transversal do reservatório vale 226 cm^2 . A largura do bordo da cascata, de onde a água se projeta no espaço pode variar de $150\text{ mm} = 15\text{ cm}$ até $1200\text{ mm} = 120\text{ cm}$. Para a largura de 120 cm , a cascata Horizontal da STA requer uma vazão de água de $19,2\text{ m}^3/\text{h}$. O que se descreveu é mostrado nas figuras a seguir, extraídas do manual técnico da STA:

.
..
...
....

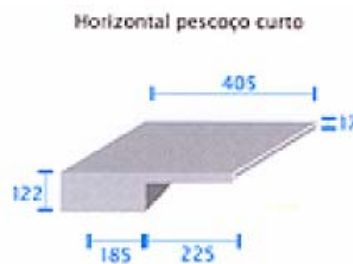


Figura n.º 31 – Dimensões geométricas da cascata Horizontal da STA

larguras	vazão da bomba
150mm	2,4m³/h
300mm	4,8m³/h
400mm	6,3m³/h
600mm	9,6m³/h
900mm	14,4m³/h
1200mm	19,2m³/h

Figura n.º 32 – Vazões de água requeridas pela cascata Horizontal da STA

A “cascata” construída na piscina examinada tem um bordo curvo cujo comprimento retificado mede 306 cm. Para que esta cascata tivesse um funcionamento semelhante à cascata Horizontal da STA, seria necessária uma vazão de água de aproximadamente

$$306 \text{ cm} / 120 \text{ cm} \cdot 19,2 \text{ m}^3/\text{h} = \mathbf{49,0 \text{ m}^3/\text{h}}$$

ao invés dos 15,5 m³/h fornecidos pela bomba Schneider de 1,5 CV instalada na casa de máquinas.

6.2 – Vazão Necessária para a Cascata Examinada

A “cascata” examinada teria um funcionamento semelhante às cascatas pré-fabricadas se tivesse um fluxo contínuo que se projetasse no espaço, atingindo a superfície da piscina a uma distância horizontal de pelo menos 30 cm.

A figura a seguir mostra esquematicamente a seção transversal da “cascata” examinada. A linha verde mostra o fluxo de água nas condições observadas durante o exame do local (FLUXO ATUAL). A linha azul tracejada mostra o fluxo de água que daria funcionalidade ao equipamento (FLUXO FUNCIONAL). No fluxo funcional, o trajeto da água seria:

- a água preenche o reservatório “A”, de modo que as entradas de água ficam imersas;
- o fluxo passa por cima da superfície horizontal “B” em regime quase lamelar;
- o fluxo atinge a extremidade da superfície horizontal “C”, com uma velocidade v_0 suficiente para se projetar para fora, no espaço;
- após abandonar o ponto “C”, o fluxo de água passa a ter uma trajetória parabólica devido à atração gravitacional, atingindo a superfície da piscina no ponto “H”.

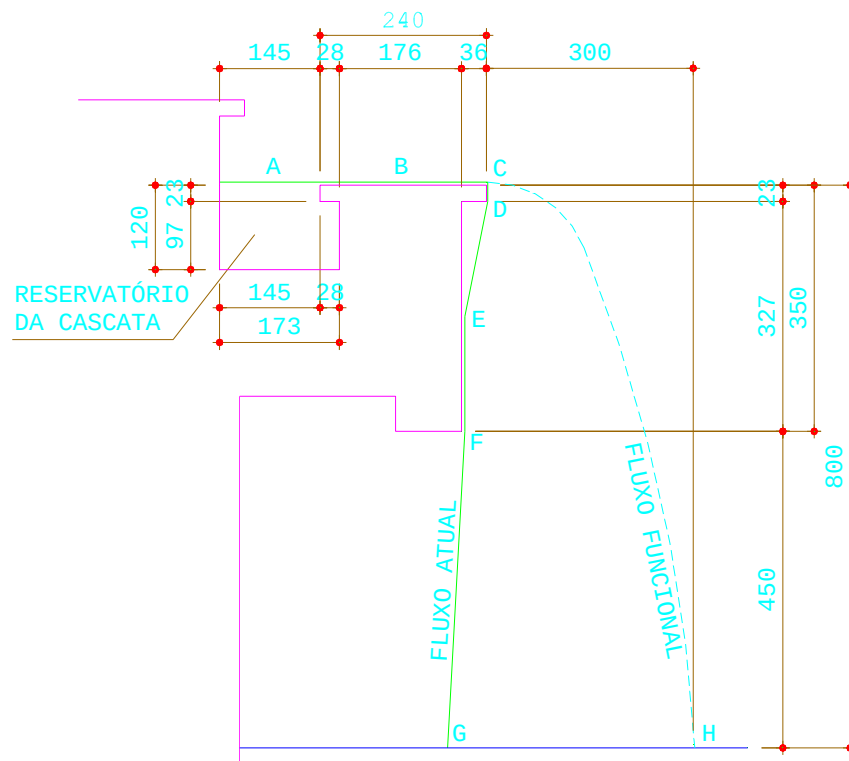


Figura n.º 33 – Esquema da seção transversal da “cascata” (medidas em mm), mostrando o fluxo atual (linha verde contínua A-B-C-D-E-F-G), o fluxo funcional (linha azul tracejada A-B-C-H) e o alcance do lançamento, de 300 mm = 30 cm.

Desprezando o efeito da resistência do ar, o tempo do movimento da água entre os pontos “C” e “H” seria

$$h = g \cdot t^2 / 2$$

$$0,8 = 9,81 \cdot t^2 / 2$$

$$t = 0,404 \text{ s}$$

Durante este tempo, para um deslocamento horizontal de 300 mm = 0,3 m, seria necessária uma velocidade inicial horizontal v_0 no lançamento de

$$v_0 = x / t$$

$$v_0 = 0,3 / 0,404$$

7 - CONCLUSÕES

Frente a todos os dados levantados e expostos até aqui, feitas as inter-relações entre as informações objetivas coletadas, através do raciocínio lógico e à luz dos conhecimentos matemáticos e físicos aplicados em engenharia, o parecer deste Perito é o de que as instalações hidráulicas da piscina e respectivas casa de máquinas e “cascata” apresentam as seguintes condições:

- a) As dimensões gerais da piscina examinada (largura, comprimento, largura de “praias” e de canaletas) não apresentam discrepâncias notáveis em relação ao projeto arquitetônico.**
- b) As dimensões da seção transversal da “cascata” examinada diferem das previstas nos projetos arquitetônicos.**
- c) Na instalação hidráulica da piscina, os dispositivos de aspiração e retorno e os pontos de captação de água pluvial ou superficial foram executados em posições e em quantidades previstas no projeto hidráulico. A instalação hidráulica executada é suficiente para um funcionamento satisfatório da piscina, do ponto de vista de potências de motobombas, capacidades de filtros e bitolas de tubulações.**
- d) A válvula de fundo da piscina foi posicionada na obra em posição mais próxima à borda, diferindo do proposto no projeto hidro-sanitário.**
- e) Dois dos três pontos de captação de água pluvial ou superficial, no interior da canaleta coberta com grelha plástica, encontravam-se obstruídos com detritos e a respectiva canaleta continha água estagnada, com profundidade de 1,9 cm .**
- f) Os pontos de captação de água pluvial ou superficial são canos de PVC com bitola de 50 mm, com extremidade irregular, sem acabamento e sem proteção por grade individual.**

intermitente e não citam a que distância horizontal deve chegar o fluxo após abandonar a cascata.

n) O projeto hidro-sanitário não propõe dimensões geométricas para a “cascata”, mas especifica as tubulações e o respectivo conjunto motobomba.

o) O funcionamento da “cascata” examinada não é típico de tal equipamento em piscinas, já que o fluxo de água não se projeta no espaço, mas escorre quase verticalmente pelo paramento.

p) A vazão da “cascata” examinada, de $15,5 \text{ m}^3/\text{h}$ é insuficiente para que o fluxo de água se projete no espaço.

q) Comparando a “cascata” examinada com modelos pré-fabricados, percebe-se que a primeira precisaria de uma vazão de aproximadamente $55,4 \text{ m}^3/\text{h}$ para ter um funcionamento semelhante à cascata Niagara da fabricante Sodramar e precisaria de uma vazão de aproximadamente $49,0 \text{ m}^3/\text{h}$ para ter um funcionamento semelhante à cascata Horizontal da fabricante STA.

r) Para que o fluxo de água da “cascata” examinada fosse contínuo e se projetasse cerca de 30 cm até atingir a superfície da piscina, seria necessário que sua vazão fosse de aproximadamente $49,1 \text{ m}^3/\text{h}$.

s) A vazão calculada, de $49,1 \text{ m}^3/\text{h}$ é cerca de três vezes maior do que a vazão produzida pela motobomba instalada na casa de máquinas examinada.

t) A triplicação da vazão da “cascata” examinada, sem um prévio aumento das dimensões atuais do depósito, provavelmente resultaria em espalhamento aleatório (ou “esguicho”) da água, sem o estabelecimento do regime lamelar necessário.

u) Para que a “cascata” examinada ganhe funcionalidade, além da troca da motobomba atual por uma outra mais potente e com vazão três vezes maior, é necessário que o projetista da instalação hidráulica estude a necessidade de



verificação ou dimensionamento ou alteração de outros parâmetros tais como a altura manométrica na tubulação de sucção, a altura de recalque até o depósito, as bitolas das tubulações e conexões, a perda de carga no trajeto da água e, principalmente, as dimensões da seção transversal do depósito de água da cascata.

São estas as declarações que tem este Perito a fazer em sua consciência, aqui lavradas em 32 (trinta e duas) folhas de papel numeradas seqüencialmente (incluindo as duas últimas folhas, referentes ao currículo resumido).

Curitiba, 26 de junho de 2006.

MOACYR MOLINARI
perito, engenheiro civil

Obs.: na seqüência, um breve currículo do perito