

SISTEMA HIDROMECAÂNICO PARA ACIONAMENTO DA ÁGUA DE ATRAÇÃO EM MECANISMOS DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES.

Carlos Barreira Martinez¹; Edna Maria Faria Viana²; MarcoTúlio Corrêa de Faria³ & Viviane Pinto Ferreira Magalhães⁴

RESUMO --- Para que um mecanismo de transposição de peixes (MTP) opere de forma efetiva, permitindo o trânsito de peixes de jusante para montante, é necessário que os indivíduos que estejam transitando próximo à entrada do sistema recebam um sinal ou um estímulo que os atraia para o interior do sistema. Esse estímulo é dado mediante a injeção de um jato de água que sinaliza a existência de um caminho alternativo para os peixes. Tradicionalmente, esse sinal é conseguido mediante a colocação de uma tubulação na entrada do MTP, que desvia um volume de água captada à montante do barramento, até a região de atração. Apesar da eficiência desse sistema de atração, o volume da água necessário pode representar, em algumas circunstâncias, uma redução significativa da água para fins de geração de energia. Uma alternativa para esse sistema é a utilização de um conjunto motobomba que cria um jato de água na entrada do MTP fazendo a atração dos peixes. Esse trabalho apresenta a concepção da alternativa de atração baseada em um sistema hidromecânico e faz uma comparação entre as suas características constitutivas e aquelas de sistemas tradicionais de transposição.

ABSTRACT --- The effective operation of any fish passage mechanism, which can allow the fish passage upstream through dams, requires a special system to generate an attracting signal or stimulus for fish populations to get into the mechanism. This stimulus is generally created by a jet of water that signalizes the alternative fish pathway. In the majority of fish passage system, the attracting water jet is generated by a pipeline placed at the mechanism entrance, which brings water from the upstream reservoir until the attraction region. Even though this attracting system is efficient, the water volume taken from the reservoir for its operation can represent an expressive reduction in the water volume available for power generation. A feasible alternative for the attracting water system is the use of pumping systems to create a jet of water in the mechanism entrance. This work deals with the design and analysis of a fish attracting water system based on hydraulic pumps supply and presents a comparison between the alternative system characteristics and those from conventional attracting systems used in fish passage systems.

Palavras-chave: Mecanismos de transposição de peixes, escadas de peixes, hidráulica ambiental.

1) Professor Associado da UFMG, Escola de Engenharia / EHR, Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos (UNICAMP), Coordenador do Centro de Pesquisas Hidráulicas e Recursos Hídricos (CPH) da UFMG. PPGMEC / SMARH. Av. Antônio Carlos, 6627, Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG, Brasil, 31.270-901. E-mail: martinez@cce.ufmg.br

2) Professora Adjunta da UFMG, Escola de Engenharia / EHR, Doutor em Saneamento Meio Ambiente e Recursos Hídricos. (UFMG), PPGMEC / SMARH. Av. Antônio Carlos, 6627, Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG, Brasil, 31.270-901. E-mail: ednamariafaria@bol.com.br

3) Professor Associado da UFMG, Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia, Doutor em Engenharia Mecânica (Texas A&M University). PPGMEC Av. Antônio Carlos, 6627, Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG, Brasil, 31.270-901. E-mail: mtcdf@uol.com.br.

4) Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica / UFMG. Centro de Pesquisas Hidráulicas e Recursos Hídricos Av. Antônio Carlos, 6627, Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG, Brasil, 31.270-901. E-mail: ferreiraviviane@ig.com.br

1 – INTRODUÇÃO

Os impactos sobre as comunidades aquáticas provocados pela construção de barragens são considerados, na sua totalidade, como negativos. Isso se deve ao fato dessas estruturas impedirem a circulação de peixes e outros seres vivos, além da transformação de um ecossistema lótico em um ecossistema lêntico. Uma das alternativas que vem sendo largamente estudada para se amenizar os impactos sobre o ecossistema ao longo de um curso com barramento é a instalação de mecanismos de transposição para peixes (MTP). Esses mecanismos são essencialmente dispositivos que permitem a passagem de água por obstáculos projetados para dissipar a energia do escoamento de maneira que permita a subida do peixe sem lhe causar fadiga, segundo Clay (1995).

Sabe-se que a migração dos peixes no curso do rio pode ocorrer tanto de jusante para a montante, sentido ascendente (*upstream migration*), como de montante para jusante (sentido descendente) (*downstream migration*).

Os primeiros mecanismos de transposição na Europa datam de cerca de 300 anos atrás. A demanda por esse tipo de dispositivos cresceu por volta de 1850, época que coincide com a implantação de aproveitamentos hidroenergéticos em maior escala, segundo Kamula (2001).

Os MTP podem ser classificados em três grandes grupos:

- Escadas;
- Elevadores para peixes;
- Eclusas para peixes.

Um dos principais componentes dos MTPs é o sistema de atração de peixes. Esse sistema é tradicionalmente constituído por uma tubulação que descarrega um jato de água próximo à entrada do sistema atraindo os peixes para o local do MTP. Assim, o jato do fluxo de entrada deve criar a quantidade de movimento adequada para os peixes superarem a vazão da saída de água (Clay, 1995).

Para se atrair os peixes, deve-se manter um escoamento apropriado a uma temperatura adequada na área do canal da entrada do mecanismo de transposição. A experiência tem demonstrado que a operacionalização de grandes mecanismos de transposição demanda um constante esforço em manter, sem obstruções, o escoamento pelo mecanismo e pelo conduto do sistema de atração. Entretanto a descarga da água de atração concorre sem a geração de energia. Assim, muitas vezes se considera que o custo dessa água é elevado e pode representar um valor

significativo para o empreendimento. Isso é mais significativo à medida que se têm aproveitamentos com restrições de vazões devido à disponibilidade hídrica local. Assim, uma das alternativas é o suprimento dessas vazões através de bombas de grande capacidade (Miranda, 2001).

1.1 – Sistemas de atração de peixes convencional

A percepção do fluxo de corrente pelos organismos vivos tem um papel decisivo para a sua orientação na calha dos rios. Os peixes em seu deslocamento ao longo dos ambientes aquático, usualmente nadam contra corrente devido à propriedade que apresentam certos organismos de se moverem no sentido contrário à corrente (reotaxia positiva - Reo do grego *rheos* - corrente; taxia do grego *taxis* - disposição, arranjo) e utilizam-se de seus sistemas sensoriais para perceberem as características e se orientarem nos ambientes nos quais se encontram. Para o direcionamento dos peixes até o MTP, é comum utilizar-se da percepção dos peixes ao fluxo de corrente. Sabe-se, no entanto, que os peixes não nadam necessariamente em regiões de fluxo máximo. Muitas vezes os peixes nadam próximos às margens. Se esse movimento de nado é interrompido por uma barreira, eles procuram escapar por um dos lados do barramento. Assim, nadando contra a corrente e percebendo o fluxo que escoava tanto pela escada quanto pelo sistema de atração são guiados a entrar no mecanismo (Larinier, 2001).

Quando o fluxo que escoava pela escada apresenta-se pequeno proporcionalmente ao grande volume de água que é liberado pelas turbinas no canal de fuga, geralmente faz-se necessário a adução de um volume auxiliar de água. Esse volume é incorporado ao volume que escoava pelo mecanismo e liberado à entrada do mesmo. Esse volume adicional de água, também conhecido por vazão de atração ou vazão auxiliar, tem como intuito estabelecer a atratividade suficiente para que os peixes encontrem a entrada do MTP.

A velocidade recomendada da vazão de atração deve estar entre 0,8 a 2,0 m/s. Particularmente, quando o nível de jusante flutua, um circuito de *bypass* pode ser utilizado para conduzir esse volume adicional de água de montante até a entrada do mecanismo, a fim de impulsionar a intensidade do fluxo atrativo. A utilização de um *bypass* pode ser responsável também por impedir que as características do escoamento dentro do mecanismo sejam negativamente influenciadas pelo aumento da vazão (Larinier *et al.*, 2002).

A esse sistema de adução dá-se o nome de circuito de atração, que pode apresentar-se na forma de um conduto forçado ou como um canal aberto. Em nenhuma circunstância, a velocidade da vazão que é descarregada pelo circuito de atração pode ser alta o suficiente para impedir a entrada dos peixes. Projetos que prevêem uma ante-câmara para receber o fluxo, proveniente, tanto

da calha do mecanismo, como do circuito de atração, vêm sendo implantados principalmente na Europa e EUA. Esses dois fluxos são misturados nesta antecâmara para então formar o fluxo atrativo que é descarregado em um determinado do rio à jusante do barramento. Para uma melhor eficiência do circuito de atração, faz-se necessário um amplo controle do grau de velocidade do fluxo, o que é obtido através de dispositivos controladores, tais como válvulas, vertedores com controle de altura, dispersores de fundo, galerias laterais e controladores variáveis do tipo radial. A Figura 1 apresenta um esquema do sistema de atração instalado em um MTP do tipo escada de peixes.

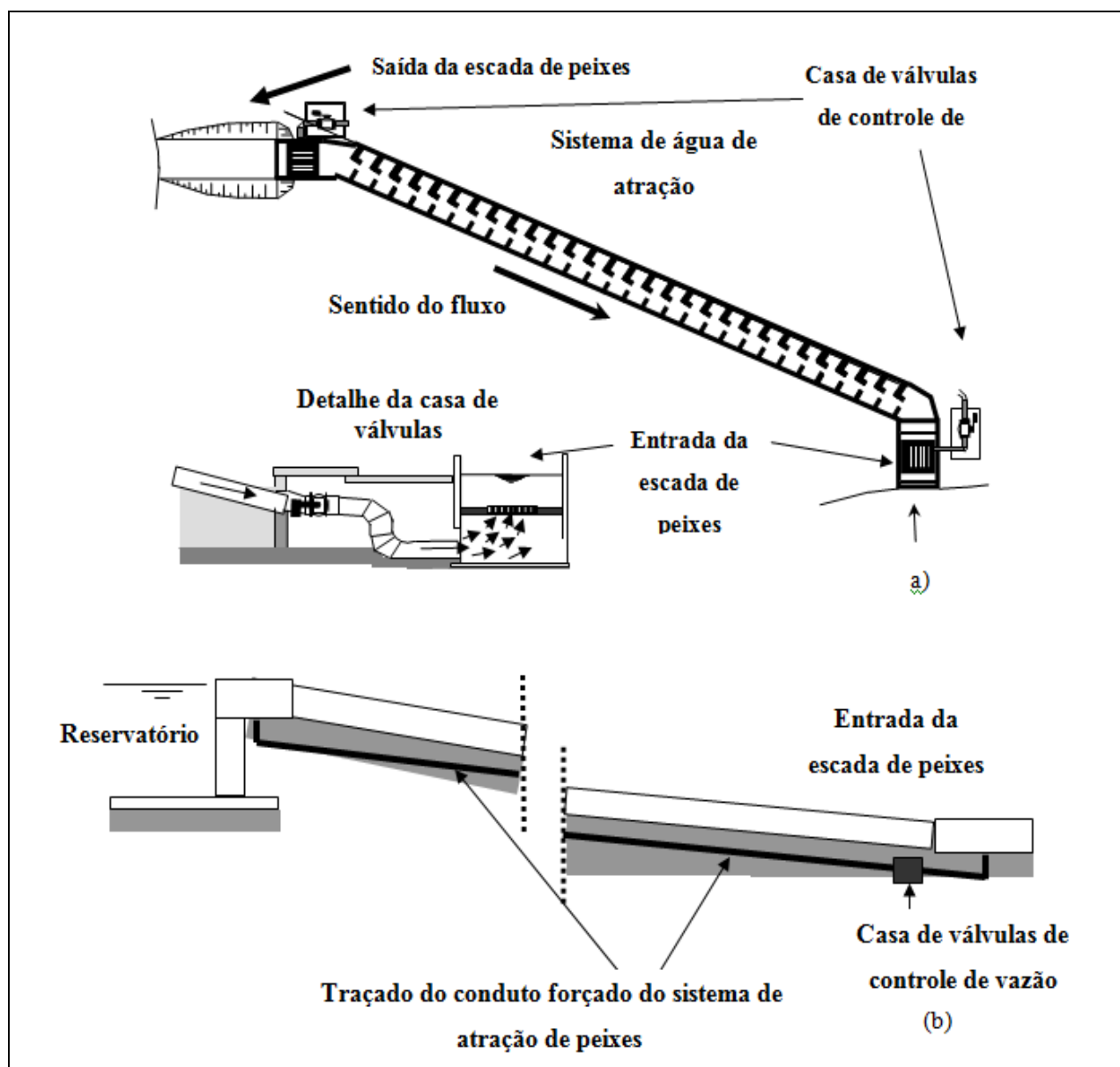


Figura 1 - Esquema de uma escada para peixes com sistema de atração por água desviada do reservatório. (a) esquema em planta e (b) seção longitudinal. Fonte - Adaptado de Martinez *et al.* (2001).

1.2 – Sistemas de atração de peixes equipados com um conjunto moto-bomba de recirculação

Uma alternativa para se promover a atração dos peixes para o mecanismo de transposição é a instalação de um conjunto moto bomba que fará a recirculação da água na margem do rio, captando à jusante da entrada e fazendo com que a mesma circule pelo sistema de entrada do MTP. A Figura 2, a seguir, mostra um esquema do sistema de recirculação com bombas. Nesse caso, as seguintes observações podem ser efetuadas:

O sistema deixa de utilizar uma vazão que seria desviada do circuito de geração e passa a suprir o escoamento necessário à atração dos peixes por meio de um conjunto moto-bomba.

O conjunto moto-bomba tem um custo de instalação e de manutenção, que deve ser contabilizado, de forma a se verificar a conveniência da instalação desse sistema em vez do tradicional.

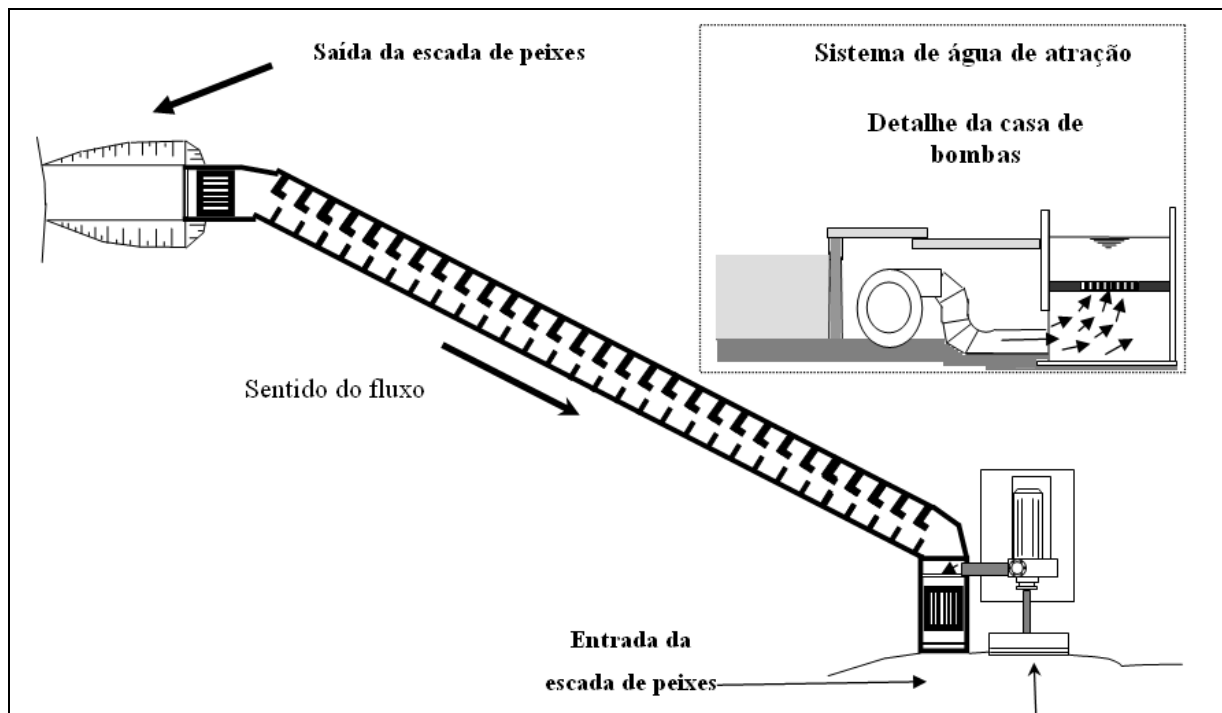


Figura 2 - Esquema de uma escada para peixes com sistema de água atração por meio de um conjunto moto-bomba. Fonte - Adaptado de Martinez *et al.* (2001).

2 – METODOLOGIA

A determinação da viabilidade da utilização de um sistema de atração com bombas de recirculação acopladas ao mecanismo de transposição de peixes pode ser feita a partir de uma análise econômica. Para isso, é necessário adotar uma série de critérios de análise para a avaliação do empreendimento. Diferentemente dos critérios adotados para análise de Pequenas Centrais

Hidrelétricas (PCH's), tem-se que a vazão máxima de projeto é a vazão de atração dos peixes. Além disso, deve-se levar em consideração que o sistema de bombeamento representa uma carga que será acionada nos períodos de subida de cardumes. Dessa forma, esse sistema necessita de uma definição bastante precisa da regra operativa da escada para evitar que o sistema de bombas fique operando em períodos em que não haverão cardumes a serem transpostos. A estimativa inicial de custos de algumas estruturas pode ser feita a partir da metodologia proposta por Martinez (1994). O exercício de determinação de custos e do consumo deve considerar a energia consumida pela instalação de bombeamento frente à energia que será gerada pela usina com o excedente de água que não foi desviado para o sistema de atração de peixes no MTP.

O método proposto consiste na realização da simulação da alternativa de instalação do sistema de bombeamento para recirculação de água de atração do MTP até um valor de vazão aduzida pelo sistema de atração de peixes. Dessa forma, pode-se identificar uma matriz que irá fornecer dados indicando quais os benefícios correspondentes para cada vazão bombeada no MTP. O benefício corresponde à energia firme gerada subtraída da energia consumida pelo sistema de bombeamento. O valor excedente de energia será valorado pelo custo marginal de expansão do sistema local, no nível de tensão imediatamente superior ao da interligação da central com o sistema. Esta valoração considera que toda energia excedente a ser gerada pela unidade será consumida em um nível de tensão não superior ao de interligação.

O benefício líquido anual (BLA), associado a uma dada usina, pode ser calculado através da Equação 1, dada a seguir:

$$custo_{bomb.} = (TE * E_{consumida}) + \left((C_{instalbomb.} - C_{evitado-sistema.atracconv}) * \left(\frac{(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1} \right) \right) + (CO \& M) \quad (1)$$

sendo:

TE = tarifa média de energia, em US\$/kWh;

E_{consumida} = energia consumida anualmente pela unidade de bombeamento, em quilowatt hora médio;

C_{inst.bombeam.} = custo total da instalação de bombeamento do MTP, em R\$;

C_{evit.sistema atração conv} = custo total da instalação de atração convencional do MTP, em R\$;

i = a taxa anual de juros;

n = a vida útil econômica da central em anos ;

CO&M = custo anual de operação e manutenção da usina em R\$.

As simulações devem contemplar taxas de juros que variaram de 10% a 30% a.a. e períodos de retorno do investimento de 5 a 30 anos. A adoção desta faixa se deve ao fato de se procurar mapear uma ampla faixa de alternativas deixando a decisão a encargo de uma análise posterior.

3 – ESTUDO DE CASO

De forma a verificar a viabilidade dessa proposta de sistema de água de atração, far-se-á uma simulação de um grupo de configurações que pode ser implementadas em usinas hidrelétricas com alturas de queda variando entre 20 e 100 metros. Nessa simulação, a instalação do conjunto moto bomba irá substituir o sistema de água de atração tradicional. Devido às diversas configurações possíveis de sistemas de transposição de peixes, adota-se uma configuração com 1 e 2 m³/s de água de atração. Para essas vazões, são simulados tempos de retorno de 10, 20 e 30 anos aplicados a uma taxa de desconto de 10% a/a. Os custos da instalação de bombeamento serão de R\$ 1.000.000,00 para a instalação de 1 m³/s e de 1.850.000,00 para a de 2 m³/s.

As Tabelas 1 e 2 a seguir, mostram a simulação para essa instalação com 30 e 20 anos de tempo de retorno respectivamente. Nessas simulações, não se considerou o custo da retirada do sistema de atração convencional e o custo de operação e manutenção (CO&M) foi definido como sendo de 10 % do custo anual da instalação. Para valorar a energia obtida com a instalação do conjunto moto bomba, considerou-se um valor de R\$120,00/ MWh. Considerou-se também que a vazão incremental a ser turbinada pelo circuito de geração da Usina não implicará em um custo adicional, uma vez que esta representará apenas um incremento na vazão disponível, elevando, assim, o fator de capacidade (FC) da instalação. Adotou-se um tempo de operação da instalação proposta como sendo de 8 horas por dia durante todos os dias do ano.

As Figuras 3 e 4 apresentam os resultados da simulação para 10, 20 e 30 anos de análise e com taxa de desconto de 10 % ao ano, para valores de vazão de atração de 1 e 2 m³/s, respectivamente.

Tabela 1 – Valor economizado com a instalação do sistema de bombeamento em substituição ao sistema de atração de peixes convencional (30 anos de análise com taxa de interesse de 10% a/a)

desnível	altura de bomb.	vazão de atração		custo anual do sist. de bomb.		potencia de bombeamento		potencia incremental		diferença de potencia		valor economizado em energia		valor total economizado	
				R\$		(kW)		(kW)		(kW)		(R\$)		(R\$)	
				1 000 000.00	1 850 000.00	vazão		vazão		vazão		vazão		vazão	
(m)	(m)	(m ³ /s)		1m ³ /s	2m ³ /s	1m ³ /s	2m ³ /s	1m ³ /s	2m ³ /s	1m ³ /s	2m ³ /s	1m ³ /s	2m ³ /s	1m ³ /s	2m ³ /s
20	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	165	330	95	189	33 195.69	66 391.39	(83 491.48)	(149 479.88)
25	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	206	412	136	272	47 632.88	95 265.75	(69 054.30)	(120 605.52)
30	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	247	494	177	354	62 070.06	124 140.11	(54 617.12)	(91 731.16)
35	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	288	577	218	437	76 507.24	153 014.47	(40 179.94)	(62 856.80)
40	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	330	659	260	519	90 944.42	181 888.84	(25 942.76)	(33 982.43)
45	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	371	742	301	601	105 381.60	210 763.20	(11 305.57)	(5 108.07)
50	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	412	824	342	684	119 818.78	239 637.56	3 131.61	23 766.29
55	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	453	906	383	766	134 255.96	268 511.92	17 568.79	52 640.65
60	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	494	989	424	849	148 693.14	297 386.28	32 005.97	81 515.01
65	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	536	1071	466	931	163 130.32	326 260.64	46 443.15	110 389.37
70	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	577	1154	507	1014	177 567.50	355 135.01	60 880.33	139 263.74
75	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	618	1236	548	1096	192 004.68	384 009.37	75 317.51	168 138.10
80	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	659	1318	589	1178	206 441.86	412 883.73	89 754.69	197 012.46
85	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	700	1401	630	1261	220 879.05	441 758.09	104 191.87	225 886.82
90	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	742	1483	672	1343	235 316.23	470 632.45	118 629.05	254 761.18
95	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	783	1566	713	1426	249 753.41	499 506.81	133 066.23	283 635.54
100	5	1	2	116 687.17	215 871.27	70	140	824	1648	754	1508	264 190.59	528 381.17	147 503.41	312 509.90

Tabela 2 - Valor economizado com a instalação do sistema de bombeamento em substituição ao sistema de atração de peixes convencional (20 anos de análise com taxa de interesse de 10% a/a)

desnível	altura de bomb.	vazão de atração		custo anual do sist. de bomb.		potencia de bombeamento		potencia incremental		diferença de potencia		valor economizado em energia		valor total economizado	
				R\$		(kW)		(kW)		(kW)		(R\$)		(R\$)	
				1 000 000.00	2 390 000.00	vazão		vazão		vazão		vazão		vazão	
(m)	(m)	(m ³ /s)		1	2m ³ /s	1m ³ /s	2m ³ /s	1m ³ /s	2m ³ /s	1m ³ /s	2m ³ /s	1m ³ /s	2m ³ /s	1m ³ /s	2m ³ /s
20	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	165	330	95	189	33 195.69	66 391.39	(96 009.89)	(172 638.95)
25	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	206	412	136	272	47 632.88	95 265.75	(81 572.71)	(143 764.59)
30	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	247	494	177	354	62 070.06	124 140.11	(67 135.53)	(114 890.22)
35	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	288	577	218	437	76 507.24	153 014.47	(52 698.35)	(86 015.86)
40	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	330	659	260	519	90 944.42	181 888.84	(38 261.17)	(57 141.50)
45	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	371	742	301	601	105 381.60	210 763.20	(23 823.99)	(28 267.14)
50	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	412	824	342	684	119 818.78	239 637.56	(9 386.81)	607.22
55	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	453	906	383	766	134 255.96	268 511.92	5 050.37	29 481.58
60	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	494	989	424	849	148 693.14	297 386.28	19 487.55	58 355.95
65	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	536	1071	466	931	163 130.32	326 260.64	33 924.73	87 230.31
70	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	577	1154	507	1014	177 567.50	355 135.01	48 361.92	116 104.67
75	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	618	1236	548	1096	192 004.68	384 009.37	62 799.10	144 979.03
80	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	659	1318	589	1178	206 441.86	412 883.73	77 236.28	173 853.39
85	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	700	1401	630	1261	220 879.05	441 758.09	91 673.46	202 727.75
90	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	742	1483	672	1343	235 316.23	470 632.45	106 110.64	231 602.12
95	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	783	1566	713	1426	249 753.41	499 506.81	120 547.82	260 476.48
100	5	1	2	129 205.59	239 030.34	70	140	824	1648	754	1508	264 190.59	528 381.17	134 985.00	289 350.84

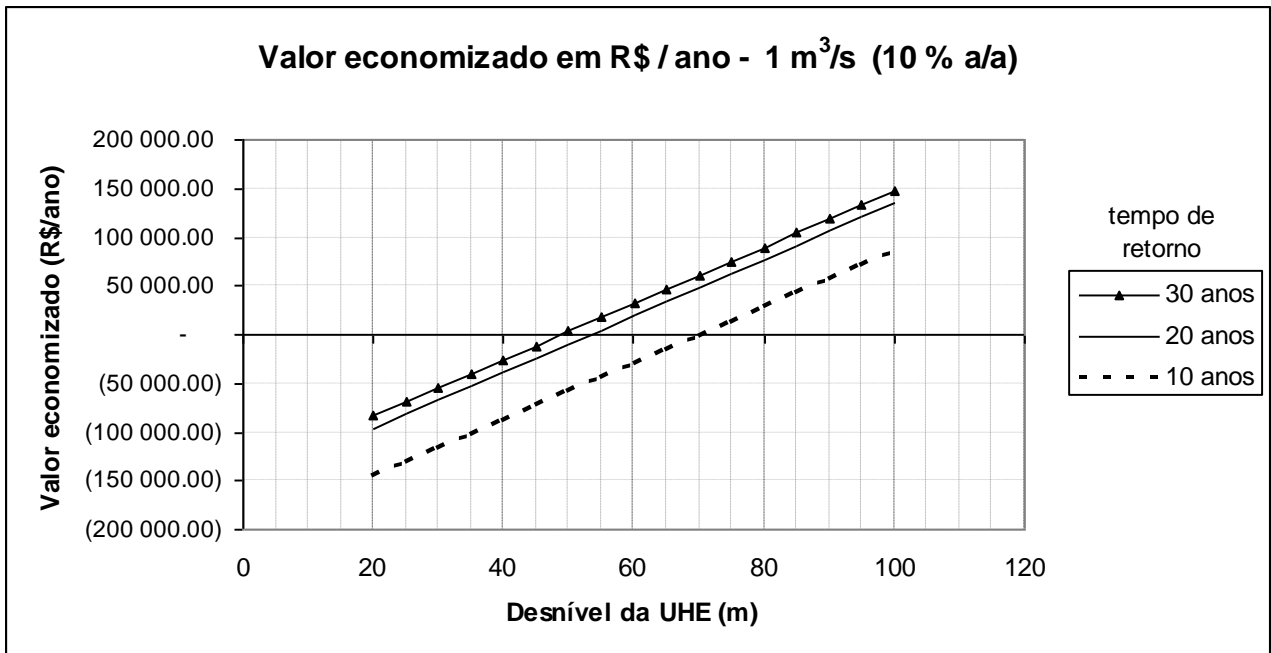


Figura 3 – Valores economizados com a instalação de um sistema de bombeamento em substituição ao sistema de água de atração convencional (vazão de atração de 1 m³/s).

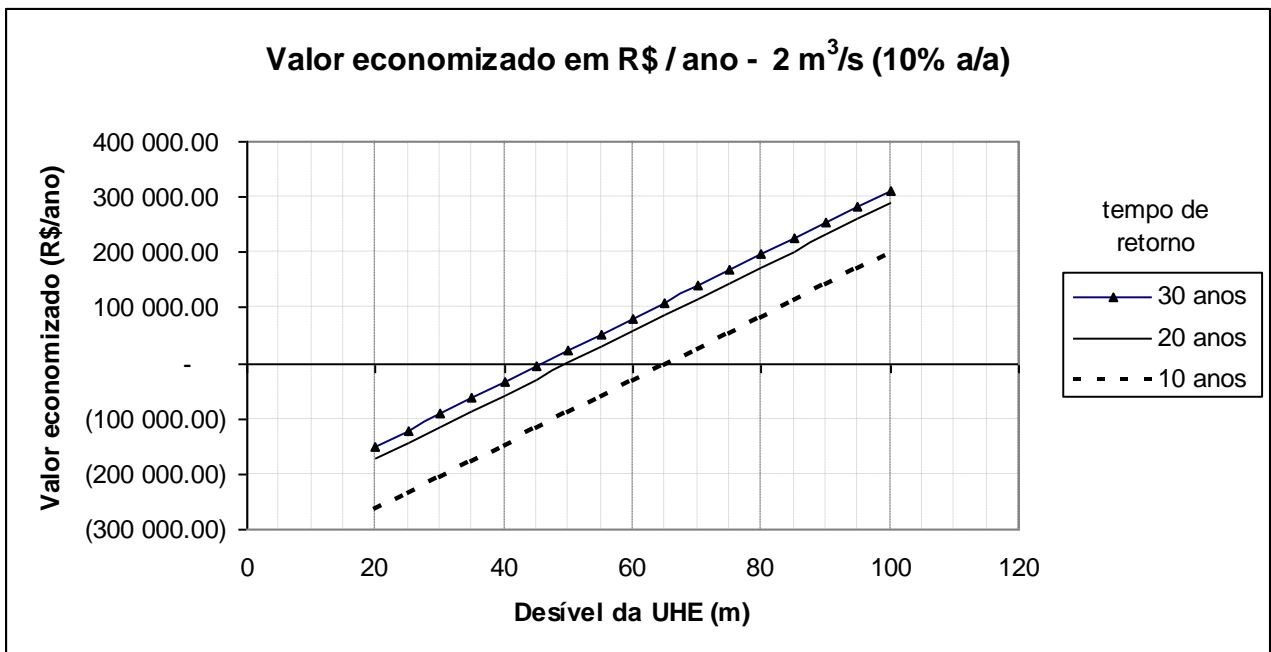


Figura 4 - Valores economizados com a instalação de um sistema de bombeamento em substituição ao sistema de água de atração convencional (vazão de atração de 2 m³/s).

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise das tabelas 1 e 2 e das figuras 3 e 4, pode-se notar que, para o caso simulado com altura de queda da UHE variando de 20 a 100 metros, vazões de atração de 1 e 2 m³/s e com o custo de energia de 120,00 R\$ / MWh, tem-se que o sistema de água de atração por bombeamento é viável para UHEs com:

- Altura de queda acima 50 metros, no caso de $1\text{m}^3/\text{s}$ e com tempo de retorno de 30 anos.
- Altura de queda acima 70 metros, no caso de $1\text{m}^3/\text{s}$ e com tempo de retorno de 10 anos.
- Altura de queda acima 45 metros, no caso de $2\text{m}^3/\text{s}$ e com tempo de retorno de 30 anos.
- Altura de queda acima 65 metros, no caso de $2\text{m}^3/\text{s}$ e com tempo de retorno de 10 anos.

Nos demais casos, a simulação mostrou que o custo anual da instalação somado ao custo de manutenção será maior que o valor incremental obtido com a substituição do desvio de água para atração dos peixes pelo sistema de bombeamento para atração.

Apesar de os resultados serem ainda preliminares, pode-se notar que a solução de utilização de sistemas de água de atração com sistema de bombeamento deve ser vista com cuidado pois pode levar a uma solução que implique elevação de custos. Deve-se tomar, também, uma precaução com relação ao tempo de vida útil das instalações de bombeamento, pois os sistemas de transposição de peixes devem operar durante toda a vida operacional da usina. Dessa forma, após um período de 20 anos, provavelmente, a instalação de bombeamento deverá sofrer modificações de forma a se manter em condições operacionais satisfatórias.

BIBLIOGRAFIA

CLAY, C. H. (1995). *Design of fishways and other fish facilities*, 2nd. ed., Boca Raton: Lewis Publishers, 248 p.

MIRANDA, L.E. (2001). “A review of guidance and criteria for managing reservoirs and associated riverine environments to benefit fish and fisheries”, in: *Dams, Fish and Fisheries - Opportunities, Challenges and Conflict Resolution*, FAO, p. 45-90, Roma.

LARINIER, M. (2001). *Dams, Fish and Fisheries – Opportunities, Challenges and Conflict Resolution*, FAO, Roma, 2001.

LARINIER, M., F. TRAVADE & J. P. PORCHER, (2002). *Fishways: biological basis, design criteria and monitoring*. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 364: 208.

KAMULA, R. (2001) - *Flow over weirs with application to fish passage facilities*, Academic Dissertation, Department of Process and Environmental Engineering, University of Oulu, Finlândia, 2001. 113p.

MARTINEZ, C.B. (1994) *As interações entre o planejamento e o projeto de usinas hidrelétricas. O caso das PCH's no Brasil*. Tese de doutorado, UNICAMP, 1994.

MARTINEZ, C. B., NASCIMENTO FILHO, J.; VIANA, E.M.F ; MARQUES, M. G. (2001). "*Estudo de Motorização de Mecanismos de Transposição de Peixes*". in Anais do IX Encontro Latinoamericano Y del Caribe Sobre Pequeños Aprovechamientos Hidroenergeticos. 5 a 9 de Noviembre de 2001. Ciudad de Neuquén. Argentina, CD-ROM. p. 1-9.