



AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS APUAÊ- INHANDA VA (U010)

SERVIÇO DA REGIÃO DO
URUGUAI/DQA

MAIO/2008

Esta avaliação visa orientar o processo de licenciamento ambiental de aproveitamentos hidrelétricos na bacia hidrográfica dos rios Apuaê - Inhandava (U010). Na sua elaboração foram considerados os resultados obtidos no estudo “ANÁLISE DE FRAGILIDADES AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS APUAÊ-INHANDAVA, SITUADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO URUGUAI”, os quais encontram-se descritos no Relatório Técnico Final - dezembro de 2005.

O número total de aproveitamentos hidrelétricos avaliados no referido estudo foi de 24 (vinte e quatro) além de três barragens previstas para fins de irrigação. Do total de barramentos analisados, 5 (cinco) constavam do Estudo de Inventário Simplificado do Rio Santana elaborado pela empresa Engenharia e Empreendimentos S/A – CESBE; 3 (três) eram do Estudo de Inventário Hidrelétrico de um trecho do Rio Forquilha ou Inhandava, elaborado pela empresa Boca do Monte Energia Ltda; 5 (cinco) do Inventário do Complexo Hidrelétrico Alto Rio Pelotas, elaborado pela empresa Performance Centrais Elétricas Ltda; 2 (dois) do Estudo de Inventários Hidroenergéticos da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai, elaborado pela ELETROSUL/CNEC, e os demais se encontravam implantados ou em implantação na época da conclusão do estudo.

Barragem	Área inundada m ²
B 13 09)*	1888856
B 15 09)*	1191154
B 17 09)*	1215460
PCH AVANTE	55685
PCH ESMERALDA	82319
PCH FORQUILHA	622450
PCH FORQUILHA 2	766475
PCH FORQUILHA 4	705868
PCH GUATAMBU 1	4597015
PCH GUATAMBU 2	455234
PCH MOINHO	291912
PCH OURO	4475
PCH SANTANA 1	1664373
PCH SANTANA 2	3104149
PCH SANTANA 3A	1198495
PCH SANTANA 4A	1048356
PCH SANTANA 5A	618541
PCH SANTO INÁCIO	6440742
PCH SAO BERNARDO	159986
PCH SÃO JOAQUIM 1	2879299
PCH SÃO JOAQUIM 2	908264
PCH TOUROS	296394
UHE BARRA GRANDE	98684960
UHE ITA	149165748
UHE MACHADINHO	86229167
UHE PAQUERE	66535920
UHE PASSO DA CADEIA	48541433

LEGENDA:

***Barragens de irrigação**

Barragens do inventário do rio Forquilha ou Inhandava

Barragens do Inventário do Alto rio Pelotas

Barragens do Inventário do rio Samtana

Barragens do Inventário do rio Uruguai

A presente avaliação foi conduzida a partir da hierarquização de critérios que avaliam a fragilidade ambiental, ou sua recíproca - a favorabilidade ambiental para os empreendimentos, iniciando por uma análise regional (Região Hidrográfica do Uruguai), até um nível de impacto local.

Preliminarmente à avaliação do primeiro nível (regional), adotou-se um dos critérios da Comissão Mundial de Represas (CMR), para análise de impacto de barragens em rede, qual seja, a presença de pelo menos um rio livre de barramentos por tipologia de rio ou fisionomia.

Para essa análise considerou-se que existem duas fisionomias distintas (porção oeste e centro – leste) na U010, identificadas nos mapas produzidos no estudo de referência (MNT, geomorfologia, classes de declividade, vegetação e índice agrícola relativo), os quais mostram uma geomorfologia diferente em cada uma dessas regiões, com vegetação original também diferente em ambas. Desse modo, ficou evidenciado que não existia na área de estudo uma fisionomia homogênea e por isso deveriam ser definidos dois rios para serem mantidos livres de represas, ou seja, um por fisionomia, de acordo com a metodologia definida pela CMR.

Aspectos adicionais foram considerados para a seleção dos trechos livres, tais como: esses trechos deveriam estar livres de barramentos no cenário atual; não poderiam ser os trechos mais afetados no cenário futuro; deveriam ter as mais baixas favorabilidades na fisionomia representada e, por fim, deveriam manter o maior trecho contínuo possível de rio livre.

A combinação desses aspectos reforçou a adoção de outro critério que busca a preservação de trechos de pequena ordem (Sthraler, 1952). Esses trechos abrigam, potencialmente, um conjunto bastante rico e ainda pouco conhecido de espécies endêmicas, que normalmente possuem distribuição bastante restrita, tornando-se extremamente sensíveis às perturbações ambientais. Com isso, foi constatada a importância da conservação dos trechos da fisionomia centro-leste da bacia U10, especialmente os riachos de pequena ordem (menores do que a ordem 3). Dessa forma devem ficar livres de barramento na U010:

- a) A bacia do rio Piraçucê (porção oeste da U010), conforme cartas do DSG, escala 1:250.000, folhas Passo Fundo (SH.22-V-B) e Erechim (SG.22-Y-D);
- b) O trecho do rio Ligeiro também denominado rio Apuaê (porção oeste da U010), desde sua confluência com o rio Piraçucê até sua foz no rio Uruguai conforme cartas do DSG, escala 1:250.000, folhas Passo Fundo (SH.22-V-B) e Erechim (SG.22-Y-D);
- c) Os afluentes dos rios formadores da porção centro leste (limitada a oeste pela bacia do rio Santana) da U010, classificados segundo STRAHLER (1952) como de primeira e segunda ordem, definida em drenagem mínima, representados no mapa conforme cartas do DSG, escala 1:250.000, folha Vacaria (SH 22-X-A).

Além das bacias livres de barramento foram consideradas áreas excludentes para o licenciamento ambiental de hidrelétricas na bacia U010, as áreas de Unidades de Conservação da categoria de Proteção Integral, as Terras Indígenas e a Zona Núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA).

Na seqüência, para a avaliação em nível regional dos impactos das barragens inventariadas e implantadas foram adotados dois índices ambientais, resultantes da análise multicritério, para o modelo do meio aquático (descrito no Relatório Final), a saber:

- **ÍNDICE DE FAVORABILIDADE AMBIENTAL DA DRENAGEM (IFAD):**

Esse índice representa o valor médio de fragmentação do rio, expresso a partir dos valores de favorabilidade para os comprimentos de trechos de rios livres definidos no estudo para os cenários atual e futuros da bacia, considerando a inserção dos empreendimentos inventariados. O valor médio extraído por esse procedimento visa caracterizar a qualidade ambiental da drenagem de toda a bacia. Com isso foi possível capturar o impacto da inserção de uma ou várias barragens, na qualidade ambiental de toda a bacia hidrográfica, em função da propagação da perda de qualidade ambiental resultante da fragmentação dos rios. Dessa forma foi operacionalizado outro critério proposto pela Comissão Mundial de Represas (CMR, 2000), qual seja, o critério de manter trechos de rios livres entre barramentos.

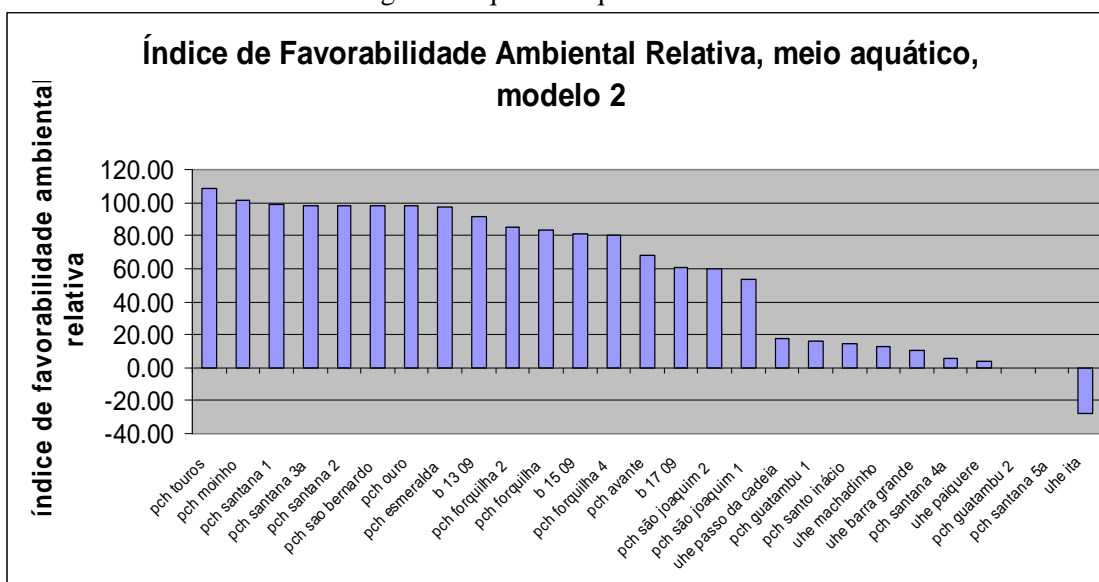
A partir desse índice, foi calculada a máxima diferença dos valores de favorabilidade dos trechos de rios antes e depois das barragens, permitindo identificar a fragilidade desses trechos, que sofreram fragmentação pela inserção das barragens analisadas.

Quanto maior o valor da **máxima diferença (antes – depois)** menor será a fragmentação do trecho de inserção do barramento e conseqüentemente maior a fragilidade ambiental do mesmo.

- **ÍNDICE DE FAVORABILIDADE AMBIENTAL RELATIVA DAS BARRAGENS (IFAR) – MODELO 2 DO MEIO AQUÁTICO:**

IFAR = (índice de favorabilidade ambiental x 0,5) - (área inundada relativa x 0,5), onde a **área inundada relativa** = (área inundada no Namóx. x 100)/ máximo (área inundada no Namóx.).

Nesse nível de análise o índice foi representativo na ordenação dos empreendimentos de acordo com o meio aquático, modelo 2, modelo este que apresentou o maior coeficiente de variação desse índice no meio aquático (gráfico a seguir). Ou seja, como possui uma maior variabilidade dentre os modelos do meio aquático, conseguiu discriminar melhor a favorabilidade entre os empreendimentos. A escolha do meio aquático, como mais representativo do impacto regional, é devida ao fato de que este meio apresenta a menor favorabilidade ou uma maior fragilidade quanto à qualidade ambiental de toda a bacia.



Com base no gráfico anterior, o estudo apontou que: “... *somente as duas opções da PCH São Joaquim, com relação aos empreendimentos do Alto Pelotas, encontram-se dentro do bloco de empreendimentos relativamente bem situados quanto ao índice. Este fato deve-se à presença da Zona Núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, a qual praticamente inviabiliza os aproveitamentos UHE Ponta da Cadeia, PCH Guatambu 1, PCH Santo Inácio, UHE Pai-querê e PCH Guatambu 2.*”

Dos aproveitamentos propostos no inventário do rio Santana, observa-se que, do ponto de vista do índice de favorabilidade ambiental relativa, os pontos Santana 4A e 5A destacam-se pelo índice muito baixo de favorabilidade. Os aproveitamentos Santana 1, 3A e 2 demonstraram as maiores favorabilidades.

Os novos aproveitamentos propostos para o rio Forquilha, PCHs Forquilha 2 e 4, apresentam boas condições de favorabilidade.

Também se observa que as grandes barragens estão situadas na parte direita do gráfico, demonstrando que os impactos são maiores em função do tamanho do reservatório. As exceções referem-se às PCHs que ocorrem na Zona Núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.”

Após a avaliação dos empreendimentos em escala regional passou-se à análise dos impactos dos empreendimentos **em nível local**, sendo adotados para esta análise, também dois índices descritos a seguir, o primeiro, o mesmo IFAR, porém agora resultante da análise multicritério para o modelo do meio terrestre e o segundo relacionando a potência a ser gerada com a área a ser alagada.

- **ÍNDICE DE FAVORABILIDADE AMBIENTAL RELATIVA DAS BARRAGENS (IFAR) – MODELO 3 DO MEIO TERRESTRE:**

IFAR = (índice de favorabilidade ambiental x 0,5) - (área inundada relativa x 0,5), onde a **área inundada relativa** = (área inundada no Namóx. x 100)/ máximo (área inundada no Namóx.).

A seleção do modelo do meio terrestre, nesse nível da análise, se deve ao fato de que o impacto local das barragens (inundação das margens dos rios, perda da vegetação, etc.) refletisse de forma mais intensa sobre esse meio (maior fragilidade ou menor favorabilidade) e o modelo de nº 3 é o modelo, nesse caso, que apresenta uma maior discriminação dentre os empreendimentos avaliados.

O quadro abaixo apresenta a hierarquização da favorabilidade dos referidos empreendimentos, segundo o IFAR modelo 3 do meio terrestre.

Barragem	Área inundada m ²	Área inundada relativa	IFAR
			modelo 3
PCH TOUROS	296394	0.20	90.53
PCH SANTANA 2	3104149	2.08	92.72
PCH FORQUILHA	622450	0.42	88.71
PCH SANTANA 1	1664373	1.12	93.43
PCH SANTANA 3A	1198495	0.80	84.46
PCH SÃO JOAQUIM 1	2879299	1.93	44.81
PCH OURO	4475	0.00	65.50
PCH SAO BERNARDO	159986	0.11	79.33
PCH FORQUILHA 2	766475	0.51	85.22
PCH ESMERALDA	82319	0.06	81.25
PCH SÃO JOAQUIM 2	908264	0.61	49.54
UHE MACHADINHO	86229167	57.81	6.96
PCH FORQUILHA 4	705868	0.47	80.22
PCH SANTO INÁCIO	6440742	4.32	11.88
PCH AVANTE	55685	0.04	78.08
PCH MOINHO	291912	0.20	77.05
UHE BARRA GRANDE	98684960	66.16	0.78
PCH GUATAMBU 1	4597015	3.08	13.53
UHE PASSO DA CADEIA	48541433	32.54	12.46
PCH SANTANA 4A	1048356	0.70	4.41
PCH SANTANA 5A	618541	0.41	-0.21
PCH GUATAMBU 2	455234	0.31	-0.15
UHE ITA	149165748	100.00	-27.37
UHE PAQUERE	66535920	44.61	-2.08

- **ÍNDICE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (IEE):**

A eficiência energética de cada empreendimento proposto foi avaliada a partir do índice potência/área. Foi considerado que quanto maior a potência obtida por unidade de área alagada, mais eficiente será o empreendimento. O estudo apontou que: “... *esta relação está associada à*

forma do vale e à declividade do eixo longitudinal do rio. Barragens situadas em vales bastante encaixados e com boas quedas naturais otimizam esta situação”.

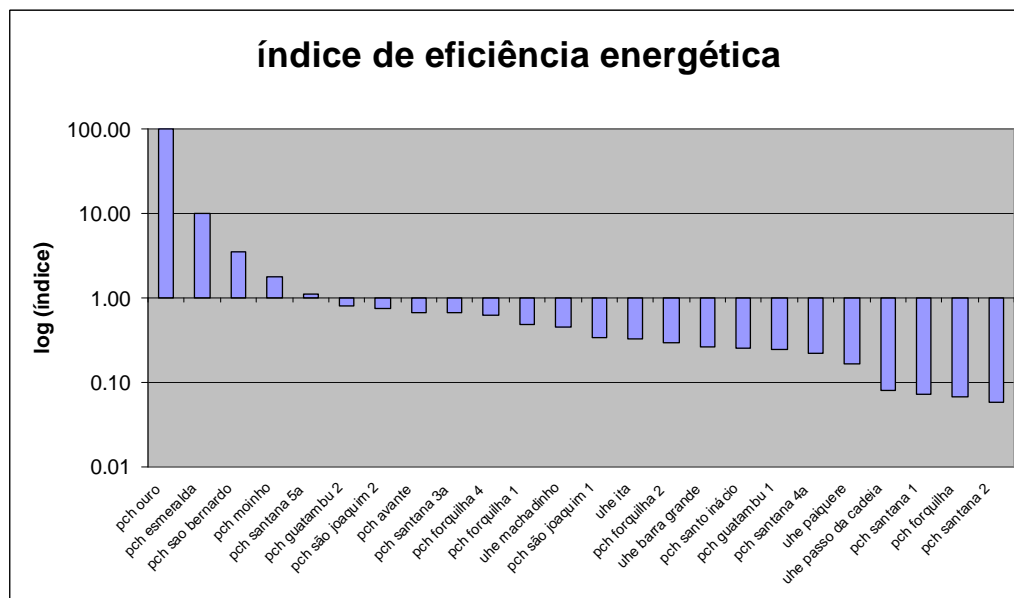
O índice potência/área para a iésima barragem foi calculado pela fórmula:

(índice potência/área)_i = (potência)_i / (área do lago no Namax)_i, onde a potência é a potência firme (MW médios) de cada empreendimento e a área do lago no Namax é a área do seu respectivo reservatório em hectares.

O índice de eficiência energética (IEE) foi determinado pela padronização do índice potência/área para escala de 0-100, utilizando a seguinte equação:

(Índice de eficiência energética)_i = ((índice potência/área)_i x 100) / máximo(índice potência/área)

A figura abaixo mostra a distribuição dos empreendimentos segundo o IEE.



A partir dos indicadores do estudo da U10, foi construída uma forma de avaliação dos empreendimentos quanto a sua viabilidade de licenciamento ambiental.

A avaliação considerou dois níveis de impacto dos empreendimentos, um de caráter regional (sobre a bacia) e outro local, considerando o entorno do empreendimento. No nível regional foram considerados os critérios de fragmentação e o modelo do meio aquático. No nível local o modelo do meio terrestre e a eficiência energética. Os modelos que se mostraram mais consistentes para a análise, foram o modelo dois para o meio aquático e o três para o meio terrestre. Na composição da nota de cada empreendimento foram atribuídos os pesos relativos de 70% para o nível regional e 30% para o nível local. As tabelas a seguir apresentam o sistema de avaliação utilizado e os resultados da análise para cada empreendimento.

• **SISTEMA DE AVALIAÇÃO:**

NÍVEL REGIONAL

Fragmentação: valor da diferença do tamanho do trecho de rio livre a montante e a jusante do barramento e respectiva pontuação

+ Frágil - Fragmentado					- Frágil + Fragmentado
>102	102	77	45	32	0
Pontuação					
	1	2	3	4	5

Meio Aquático (Modelo2)- Índice de Favorabilidade Ambiental Relativa (IFAR): o intervalo entre as faixas de pontuação foi obtido a partir dos patamares gráficos do IFAR para todos empreendimentos avaliados

Conceito	Excelente	Muito Bom	Bom	Regular	Ruim	Muito Ruim
Pontuação	5	4	3	2	1	0

NÍVEL LOCAL

Meio Terrestre (Modelo 3) - Índice de Favorabilidade Ambiental Relativa (IFAR): o intervalo entre as faixas de pontuação foi obtido a partir dos patamares gráficos do IFAR para todos empreendimentos avaliados

Conceito	Excelente	Muito Bom	Bom	Regular	Ruim	Muito Ruim
Pontuação	5	4	3	2	1	0

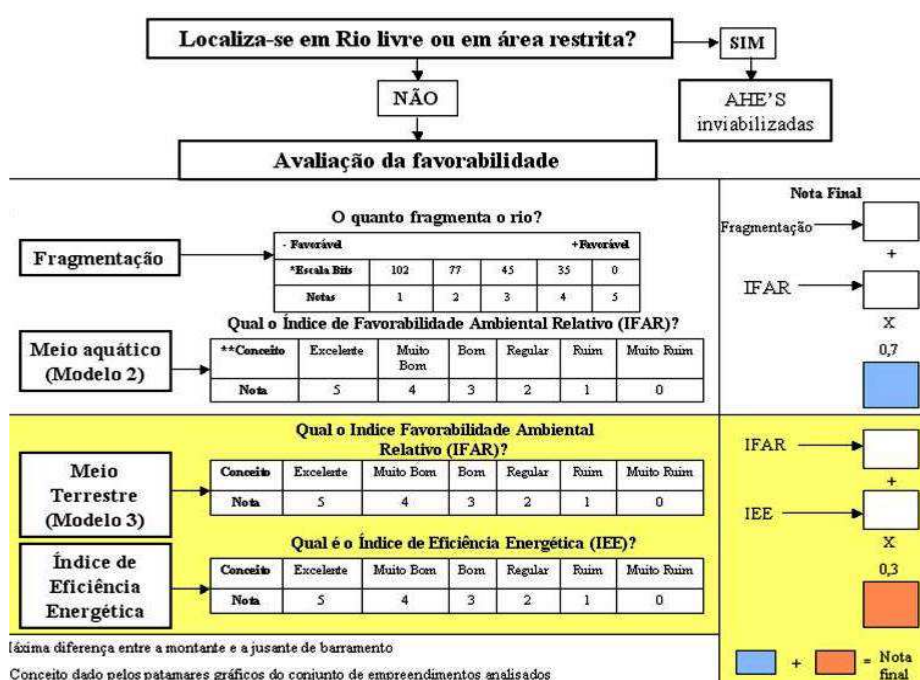
Índice de Eficiência Energética – IEE: o intervalo entre as faixas de pontuação foi obtido a partir dos patamares gráficos do IEE para todos empreendimentos avaliados

Conceito	Excelente	Muito Bom	Bom	Regular	Ruim	Muito Ruim
Pontuação	5	4	3	2	1	0

A nota final de avaliação de cada empreendimento foi obtida pelo somatório das notas dos fatores do nível regional (fragmentação e meio aquático modelo 2) multiplicada por 0,70 (peso relativo de 70%) com as notas dos fatores do nível local (meio terrestre modelo 3 e eficiência energética) multiplicado por 0,3 (peso relativo de 30%).

De posse das notas finais de cada empreendimento, foi possível estabelecer quais deles eram passíveis ou não de licenciamento dentro da escala de favorabilidade definida e dos cenários avaliados.

A síntese dessa avaliação está descrita no diagrama de apoio a decisão, descrito a seguir:



Com a utilização do referido diagrama do sistema de informações geográficas e o cálculo em planilha excel dos índices de favorabilidade ambiental e de eficiência energética anteriormente abordados é possível avaliar previamente ao licenciamento ambiental se um empreendimento hidrelétrico tem viabilidade ou não de ser licenciado nessa bacia.