25º Encontro Técnico AESABESP Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

25º CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE

MAUÁ

USINAS HIDRELÉTRICAS SEM BARRAGENS, O COMPROMETIMENTO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, NO SÉCULO XXI

Autor: Pedro José da Silva

Palestrante: Prof. Dr. Pedro José da Silva

p-jose-silva@uol.com.br

Resum0

Brasil, sexta potência econômica do planeta, manter e avançar esse desenvolvimento econômico exige enorme quantidade de energia elétrica. O ***objetivo*** desse trabalho é questionar o novo enfoque dado à construção de usinas hidrelétricas com pequenos reservatórios, ou seja, com pequena reserva de energia elétrica. A ***metodologia*** para o desenvolvimento da pesquisa fundamenta-se em um estudo descritivo/correlacional, pois consiste da observação e registro de eventos nas obras de construção de usinas hidrelétricas. Apresenta-se como ***resultado*** a identificação da necessidade de se desenvolver projetos que contemplem simultaneamente os grandes reservatórios e o atendimento às seguintes sustentabilidades: técnica, econômica, financeira, política, social, jurídica e

Introdução

De acordo com Müller (1995) uma barragem é uma construção destinada a barrar um curso d'água e proporcionar a formação de um reservatório, criando com isso um desnível entre montante e jusante, para o acionamento de turbinas hidráulicas.

Segundo Cruz (1996) as décadas de 60 e 70 permitiram registar um aumento equitativo de barragens/obras hidrelétricas, permitindo ao Brasil o seu desenvolvimento em diferentes setores.

A construção de uma barragem ligada a uma usina hidrelétrica nos permite entender melhor esse desenvolvimento, pois ela poderá assumir três finalidades, a saber: *a concentração do desnível de um rio para produzir uma queda, a criação de um grande reservatório capaz regularizar o deflúvio, e simplesmente o levantamento do nível d'água para possibilitar a entrada num canal, num túnel ou numa tubulação que a aduza para a casa de força.*

Uma barragem pode ser construída para atender a mais de uma finalidade, simultaneamente, ou seja, pode apresentar usos múltiplos, isto é, atender diversos fins, como por exemplo: a navegação, o controle de cheias, a irrigação, etc.

Justificativa

O aproveitamento dos cursos d'água deu certo, e atualmente o Brasil conta com um dos maiores parques hidrelétrico de todo o mundo, dispondo de um potencial hidrelétrico de 150 milhões de quilowatts. Segundo Schreiber (1978) nas regiões centro-sul e sul, com base em estudos energéticos, verificou-se o potencial de 80 milhões de quilowatts e avaliaram-se outros 70 milhões de quilowatts. Segundo Tundisi (2003) ***o Brasil é responsável por 10% da produção hidrelétrica mundial, utilizando somente 35% de seu potencial hidrelétrico.***

De acordo com Miranda (2004) a potência total instalada no país é da ordem de 65.000 MW, o que representa 79% de toda energia elétrica produzida no ***Brasil, e ainda existe um grande potencial hidrelétrico não explorado na Amazônia, principalmente no Rio Xingu.***

Entendida atualmente como um empreendimento de extrema relevância econômica, as usinas hidrelétricas têm merecido especial atenção do mundo científico acadêmico, pois a ocorrência do ***assoreamento dos reservatórios*** além de dar origem a alguns impactos ambientais, também compromete significativamente a vida útil desse empreendimento.

A ausência dessas necessidades permitiu ***o assoreamento*** de muitos reservatórios de usinas hidrelétricas, sobretudo nas regiões sudeste, nordeste e centro-oeste***, resultado de uma erosão, que segundo Miranda (2004) é filha bastarda do desmatamento e do uso irracional das terras, baixando os "tirantes" dos reservatórios a níveis alarmantes.***

Ao se dar início ao um estudo de viabilidade de um empreendimento, tem-se que levar em conta diversos fatores, dentre eles, os ligados ao meio ambiente.

HIDROELETRICIDADE, UMA NECESSIDADE SOCIAL E ECONÔMICA

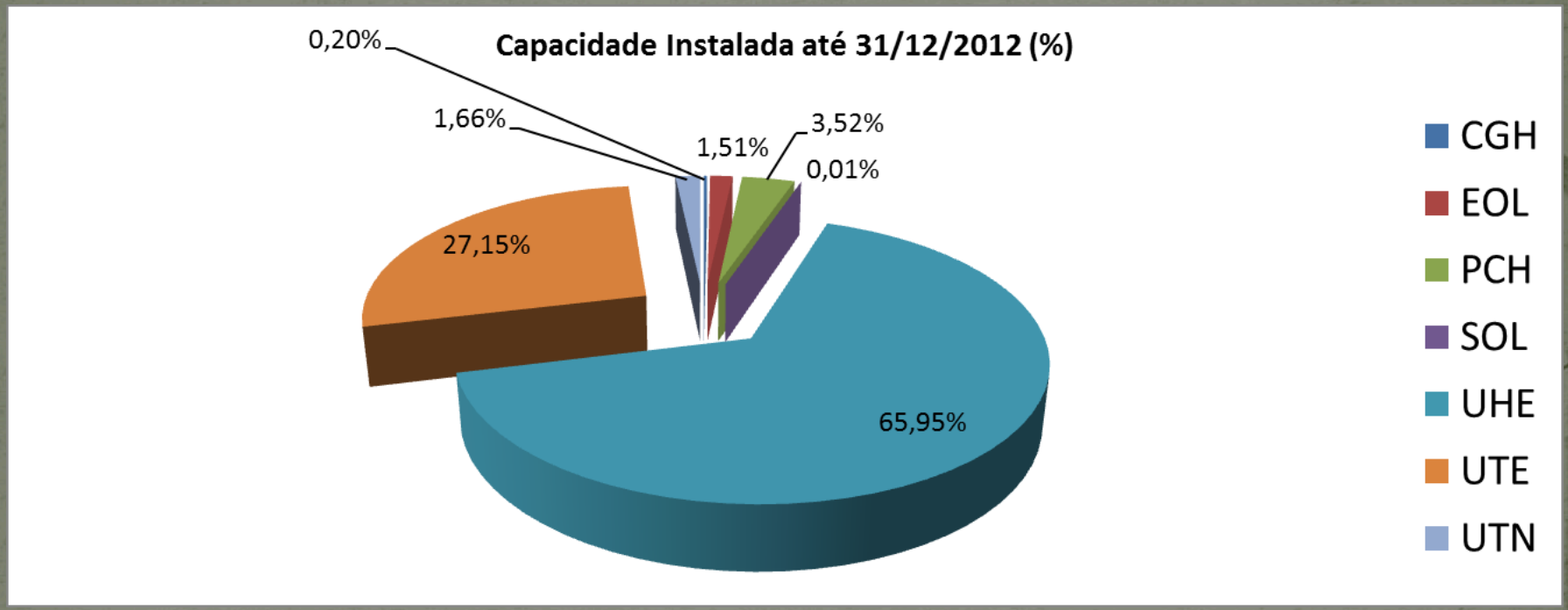
No quesito eletricidade, de acordo com Hinrichs e Kleinbach (2003), o Brasil possui um potencial de geração semelhante à posição de países como a Arábia Saudita e o Iraque, em relação ao petróleo, porém com a vantagem de mais de 90% da capacidade de geração de energia ser baseada em dois elementos gratuitos, isto é a água e a força da gravidade.

Tabela 1 – Tipos de unidade geradora X Capacidade instalada até 31/12/2012

Tipo	Quantidade	Potência (kW)	%
Central Geradora Hidroelétrica (CGH)	407	239.855	0,20
Central Geradora Eolielétrica (EOL)	84	1.886.382	1,51
Pequena Central Hidroelétrica (PCH)	452	4.301.753	3,52
Central Geradora Solar Fotovoltaica (SOL)	11	7.578	0,01
Usina Hidrelétrica de Energia (UHE)	205	79.752.660	65,96
Usina Termelétrica de Energia (UTE)	1.648	32.909.108	27,15
Usina Termonuclear (UTN)	2	2.007.00	1,66
Total	2.809	121.104.336,00	100,00

Fonte: Marcato (2008)

HIDROELETRICIDADE, UMA NECESSIDADE SOCIAL E ECONÔMICA



Fonte: Marcato (2008)

HIDROELETRICIDADE, UMA NECESSIDADE SOCIAL E ECONÔMICA

O Brasil possui um total de 2.766 empreendimentos em operação, ver tabela 2, gerando 122.315.039 kW de potência. Está previsto para os próximos anos uma adição de 42.989.002 kW na capacidade de geração do país, proveniente dos 164 empreendimentos atualmente em construção e mais 543 outorgadas.

Tabela 2 – Empreendimentos em Operação e Construção

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%	Em Construção		
					Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
Central Geradora Hidroelétrica (CGH)	401	239.707	238.077	0,19	1	848	0
Central Geradora Eolielétrica (EOL)	86	1.888.534	1.888.538	1,54	79	1.950.296	7,76
Pequena Central Hidroelétrica (PCH)	436	4.305.297	4.258.968	3,48	47	552.459	2,20
Central Geradora Solar Fotovoltaica (SOL)	11	11.578	7.578	0,01	-	-	-
Usina Hidrelétrica de Energia (UHE)	204	82.486.844	79.910.808	65,33	11	18.370.400	73,13
Usina Termelétrica de Energia (UTE)	1.626	35.895.090	34.004.070	27,8	25	2.896.690	11,53
Usina							

Fonte: Marcato (2008)

REJEIÇÃO AOS GRANDES RESERVATÓRIOS DAS USINAS HIDRELÉTRICAS

A rejeição às grandes barragens é produto de um histórico de erros no setor. Como exemplos podem ser citados:

A Usina Hidrelétrica de Tucuruí, ver figura 1, onde a floresta submersa, ao se deteriorar pelo alagamento passou a liberar substâncias tóxicas, que além de corroer as turbinas, também, passou a: produzir metano e gerar condições para a ocorrência da metalização do mercúrio; a decomposição da vegetação provocou, ainda, a emissão de gás carbônico, que juntamente com o metano, cria um impacto significativo, contribuindo para o agravamento do efeito estufa; a presença de mosquitos do gênero Anopheles, vetor principal da malária, e uma praga de mosquitos da espécie Mansonia, bastante resistente e capazes de darem até 600 picadas por hora, transmissores da elefantíase, tornando a vida intolerável nas áreas onde se encontram, provocando a mudança dos residentes na região;

A Usina Hidrelétrica de Balbina, ver figura 2, erguida nos anos 80 no Rio Uatumã, no Amazonas; a barragem que inundou 2360 km² (mais de quatro vezes Belo Monte) deu origem a inúmeros impactos ambientais, entre eles: inundação de uma extensa área de floresta nativa; o reservatório da usina hidrelétrica alterou a composição química d´água e consequentemente sua acidez, e até recentemente as turbinas apresentavam problemas de corrosão e depósito de material orgânico; interrupção do ciclo biológico de várias espécies de fauna e flora (Silva, 2005).

REJEIÇÃO AOS GRANDES RESERVATÓRIOS DAS USINAS HIDRELÉTRICAS

O problema apresentado, em grande parte, tem sua culpa atribuída aos planejadores do passado, que não apresentavam percepção ambiental. As gerações futuras receberam uma herança de práticas infelizes e contraproducentes, que agora assombram os sonhos onde habitam a perspectiva de futuros projetos hídricos.



Figura 1 - Usina Hidrelétrica de Tucuruí: Visão parcial do reservatório.
Fonte: Arquivo próprio.





Figura 2 – Usina Hidrelétrica de Balbina – Visão parcial do reservatório. reservatório com inundação de uma área de floresta.
Fonte: Arquivo próprio.

IMPACTOS DE USINAS HIDRELÉTRICA: PÓS-IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO

Os estudos apresentados por Tundisi (2003) e Silva et al (2005) referem-se basicamente a um cenário que corresponde aos impactos ambientais oriundos da construção de reservatórios de usinas hidrelétricas.Tem-se creditado às usinas hidrelétricas a produção de alterações desfavoráveis ao meio ambiente, em especifico as suas porções físicas. Como impactos ambientais desfavoráveis podem ser citados:

A transformação dos desapropriados em indivíduos sem terra ou indigentes urbanos, em virtude da inapropriada compensação, que se configura através da transferência de residência;

A inundação de hectares de terra, causando o afogamento de inúmeras espécies de fauna e flora;

A transformação dos rios em reservatórios de águas estagnadas e poluídas;

Fontes de diversas doenças de veiculação hidríca.

O presente estudo apresenta um novo cenário, no qual se faz destacar os impactos ambientais da bacia hidrográfica no reservatório de uma usina hidrelétrica.

TURBINAS TIPO BULBO –TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL

Basicamente trata-se de uma unidade geradora composta de uma turbina Kaplan de eixo horizontal acoplada a um gerador, também horizontal, envolto por uma cápsula metálica (bulbo), ver figuras 3 e 4. A cápsula por sua vez fica imersa no fluxo d'água, isto acarreta um equipamento que exige uma vedação mais minuciosa, o que implica num espaço menor para o acesso de manutenção. Opera em quedas abaixo de 20 m. Essas turbinas possibilitam a exploração do potencial hidríco da Amazônia, com menores impactos ambientais, por permitir o aproveitamento de baixas quedas e altas vazões. Como o fluxo é axial, ou seja, paralelo ao eixo, as passagens hidráulicas das unidades bulbo são mais simples. Foram inventadas na década de 30. ***As primeiras foram construídas pela empresa Escher Wyss em 1936. A maior unidade tipo Bulbo construída encontra-se no Japão, na usina de Tadami, que possui 65,8 MW de potência, queda de 19,8 m e rotor com diâmetro de 6,70 m. No Brasil o planejamento da construção das Usinas Hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau indicam no projeto de cada usina a instalação de 44 turbinas do tipo Bulbo com potência unitária igual a 73 MW e 75 MW, respectivamente.*** As turbinas tipo Bulbo a serem instaladas nestas usinas serão as maiores do mundo (Silva, 2011).

TURBINAS TIPO BULBO –TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL

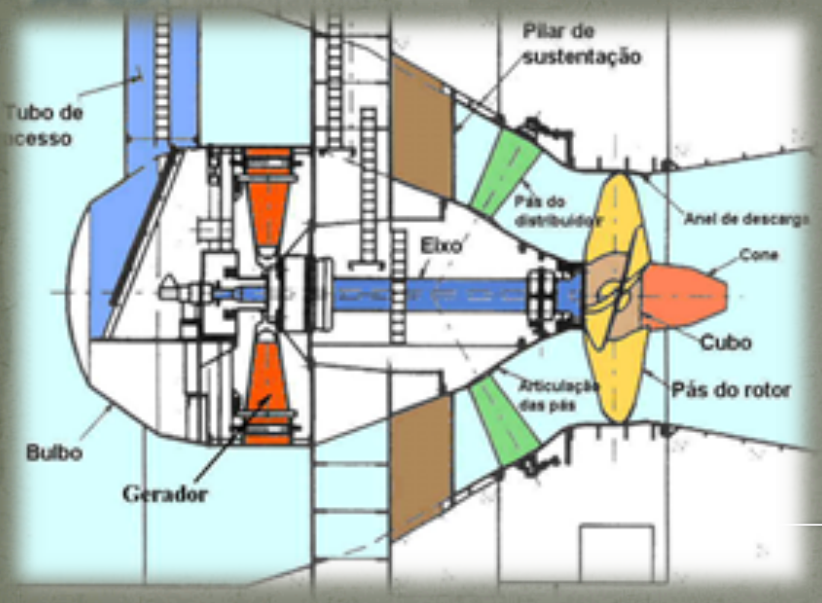


Figura 3 – Esquema de uma turbina tipo Bulbo - Usina Hidrelétrica de Santo Antônio.
Fonte: Arquivo próprio.

Figura 4 – Vista das pás de uma turbina tipo bulbo -Usina Hidrelétrica de Santo Antônio.
Fonte: Arquivo próprio.



PERCEPÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

O meio ambiente que constitui a bacia hidrográfica, ver figura 5, de um rio é composto por duas porções, uma biogeofísica e outra sócio-econômico-cultural, embora o homem seja parte destas porções, normalmente, coloca-se como se não o fosse e continuamente tenta mantê-las sobre seu domínio.

O uso do solo pelo homem, tem resultado na escassez de terras. Segundo Silva, Schulz e Camargo (2003), essa escassez vem forçando o homem a adotar dois tipos de atitudes, a saber:
A busca de novas terras que naturalmente são capazes de produzir quantidades suficientes de alimentos de modo a manter o sustento humano;

Emprego de tecnologias que permitam a produção de matéria-prima - alimentos e utensílios (fibra, couro, madeira, etc.) para a manutenção da sua vida, e de modo a gerar possibilidades que permitam o atendimento das suas atividades, favorecendo, assim, a sua permanência em um mesmo local.

O uso do solo bom ou mal, ver figura 6, está intimamente ligado ao avanço da tecnologia gerada pelo homem (Vink, 1975). Os recursos naturais apresentados na bacia hidrográfica são finitos e, o entendimento das suas limitações dentro do domínio econômico (juros altos, prazos curtos, financiamentos viciosos, arrendamentos por períodos breves, maus salários), dentro do domínio físico (solos, topografia, precipitações, estiagens e ventos) e, dentro do domínio social (estado de educação do lavrador, relações entre o homem e a terra, densidade demográfica, uso e posse da terra) são parâmetros que nos permitem identificar o bom ou mau uso dos recursos naturais.

PERCEPÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA



Figura 5 – Usina Hidrelétrica de Santo Antônio – Percepção do empreendimento na bacia hidrográfica.
Fonte: http://www.google.com.br



Figura 6 – Usina Hidrelétrica de Santo Antônio – Percepção da bacia hidrográfica com a identificação de alterações.
Fonte: http://www.google.com.br

PERCEPÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

De acordo com Figueiredo (1994), existem outros parâmetros que são apontados como possíveis causas do mau uso e consequente desgaste do recurso solo, a saber:

1. Má distribuição de rendas: a elevada concentração de rendas de uma reduzida parcela da população é a causa mais perversa que permite a implantação do ciclo da miséria em uma nação;

2. Crescimento (Explosão) Industrial: o cenário de acelerada industrialização dos centros urbanos, no final da década de 1950 e início da década de 1960, deu origem a um fluxo migratório intenso em sua direção até o início da década de 1980, gerando um acréscimo na população dessas cidades sem a contrapartida de investimentos nos instrumentos urbanos;

3. Planejamento urbano/rural "deturpado": a falta de integração entre as várias esferas governamentais associadas a interesses casuísticos e a uma visão distorcida de desenvolvimento das cidades colaborou, por muitos anos, para a elaboração de inúmeros "Planos Diretores" inexpressivos e desgarrados da realidade;

4. Ocupação desordenada: consequência direta dos itens anteriores, este tópico traduz a omissão histórica do poder público no sentido de coibir a presença humana, seja aquela referente à habitação ou a indústria, em encostas, baixadas e várzeas, com o intuito de impedir a formação e proliferação de e em sua totalidade tão grave problema.

PERCEPÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

5. Clandestinidade das favelas: outro erro histórico e sem a perspectiva de correção em curto prazo é o fato das favelas serem consideradas, isto é, não serem enfocadas como existentes, de fato e de direito, pelos órgãos públicos e pela sociedade em geral. Assim, todos os cadastros e registros são aproximados, não havendo uma sistemática adequada para tratar a questão;

6. Legislação: pode-se afirmar que algumas leis sobre o assunto, tanto do ponto de vista jurídico como do técnico (diretrizes para ocupação, execução de obras de terra, fiscalização, penalidades, multas, entre outras), a legislação específica tem se mostrado ineficaz e anacrônica para enfrentar com determinação e em sua totalidade tão grave problema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os prejuízos ambientais e sociais podem ser evitados com programas de mitigação, que compreendem: relocação de infraestrutura, relocação de propriedades e povoados, mitigação da previsão sobre o mercado de trabalho, riscos à saúde, atividade mineraria, desmatamento, recuperação do canteiro de obras, recuperação de ecossistemas, manejo da fauna: terrestre (mamíferos) e aquáticos (peixes), manejo das bacias hidrográficas: uso desordenado das bacias, assoreamento, atividades agrícolas, etc., conservação da emergia; e medidas compensatórias, que compreendem: implantação de áreas de conservação, projetos de desenvolvimento sustentável e programas decentes de benefícios para a população afetada.

O conceito de sustentabilidade se faz verificar principalmente quando se estuda a relação área alagada e potência, ver tabela 4, considerando-se que a principal matriz de energia elétrica é função da quantidade de água armazenada, nos reservatórios das usinas hidrelétricas, e a utilização da tecnologia de turbinas tipo bulbo que possibilitam a exploração do potencial hídrico, principalmente na Amazônia, com menores impactos ambientais, por permitir o aproveitamento de baixas quedas e altas vazões, nos faz repensar a viabilidade de projetos de usinas hidrelétricas sem reservatórios.

O maior impacto de uma usina hidrelétrica independe do tamanho do reservatório, ele vem do desmatamento e dos conflitos gerados pela chegada de milhares de pessoas atraídas pelas obras. O polo de devastação ilegal é o entorno das obras da usina hidrelétrica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tabela 4 – Área alagada, potência firme e fator de capacidade das maiores usinas hidrelétricas conectadas ao Sistema Interligado Nacional Brasileiro (SIN)

Usina Hidrelétrica de Energia (UHE)	Área Alagada km²	Potência MW	*Relação entre km²/MW*	Potência Firme MW	f.c.%
Sobradinho	4.380,8	1.050,3	*4,17*	531	51
Três Marias	4.059,0	1.980	*2,05*	-	-
Tucuruí I e II	3.014,2	8.370	*0,36*	4.140	49
Porto Primavera	2.977,0	1.540	*1,93*	1.017	66
Balbina	2.360,0	250	*9,44*	-	-
Serra da Mesa	1.254,1	1.275	*0,98*	671	53
Furnas	1.406,3	1.216	*1,16*	598	49
Itaipu (Brasil e Paraguai)	1.350,0	14.000	*0,10*	11.620	83
Ilha Solteira	1.357,6	3.444	*0,39*	1.949	57
Luiz Gonzaga (Itaparica)	839,4	1.479,6	*0,57*	959	65
Itumbiara	749,1	2.082,0	*0,36*	1.015	49
São Simão	716,2	1.710,0	*0,42*	1.281	75
Água Vermelha (José Ermírio de Moraes)	673,6	1.396,2	*0,48*	746	53
Belo Monte	516,0	11.200,0	*0,046*	4.600	41
Marimbondo	452,4	1.440,0	*0,31*	726	50
Embarcação	403,9	1.192,0	*0,34*	497	42
Jupiá (Eng. Souza Dias)	321,7	1.551,2	*0,21*	886	57
Santo Antônio	271,0	3.150,0	*0,086*	2.200	70
Jirau	258,0	3.300,0	*0,078*	2.184	66

Fonte: Marcato (2008)

CONCLUSÃO/RECOMEDAÇÃO

O plano decenal da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), órgão do Ministério de Minas e Energia, que planeja a expansão do sistema, indica que das 47 novas usinas hidrelétrica (*Rio Madeira*: Jirau, Santo Antônio; *Rio Ji-Paraná*: Tabajara; *Rio Comemoração*: Rondon II; *Rio Aripuanã*: Dardanelos; *Rio Jari*: Santo Antônio do Jari; *Rio Araguaia*: Cachoeira Caldeirão, Ferreira Gomes; *Rio Xingu*: Belo Monte; *Rio Tapajós*: São Luiz do Tapajós, Jatobá, Chacorão; *Rio Jamanxin*: Cachoeira do Caí, Jamanxim, Jarim Ouro; *Rio Juruena*: São Simão Alto, Salto Augusto Baixo, Cachoeirão, Juruema; *Rio Teles Pires*: São Manoel, Teles Pires, Colider, Sinop, Magessi. *Rio Tocantins*: Marabá, Serra Quebrada, Estreito, Tupiratins, Tocantins (Ipueiras), Porteiras, Maranhão Baixo; *Rio Tocantinzinho*: Mirador; *Rio Paranã*: Paranã, São Domingos; *Rio do Sono*: Novo Acordo, Brejão; *Rio Perdida*: Perdida; *Rio Araguaia*: Araguanã, Torixoréu, Diamantino, Couto Magalhães; Rio das Mortes: Toricoejo, Água Limpa) ***na região norte, onde se encontra o maior potencial inexplorado do Brasil, e desse total, 30 usinas hidrelétricas não terão barragens.***

O resultado disso é a perda/redução na capacidade de armazenar/gerar energia. O cenário que se descortina para uma nação que até 2015 será a 5ª Potência Econômica do planeta não é dos mais promissores, pois ***nos anos 70 a água armazenada nos reservatórios das usinas hidrelétricas assegurava mais de 20 meses de energia, mesmo sem uma gota de chuva; no presente o armazenamento aguenta cerca de 5 meses, e a previsão para o futuro, isto é, 2019 é de apenas 3,5 meses.***

CONCLUSÃO/RECOMEDAÇÃO

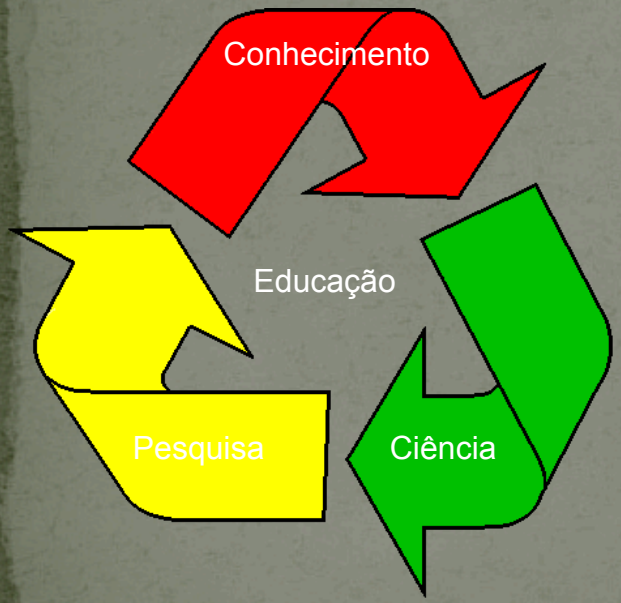
Torna-se relevante destacar no encerramento desse trabalho que apenas 50% da Amazônia foi prospectada geologicamente. Até o momento, pelo que se tem conhecimento, somos a sexta maior reserva de urânio do planeta. No caso da hidroeletricidade estamos aproveitando somente 1/3 dos 260 mil MW, estimados no país. A hidroeletricidade é a fonte que apresenta maior eficiência a conversão da energia (potencial) d' água em eletricidade, sendo superior a 90%. Na outras fontes, a que avança mais, chega a pouco mais de 40%, as turbinas a gás. As usinas térmicas também se incluem nesse leque, porém apresentam limitações, poluem.

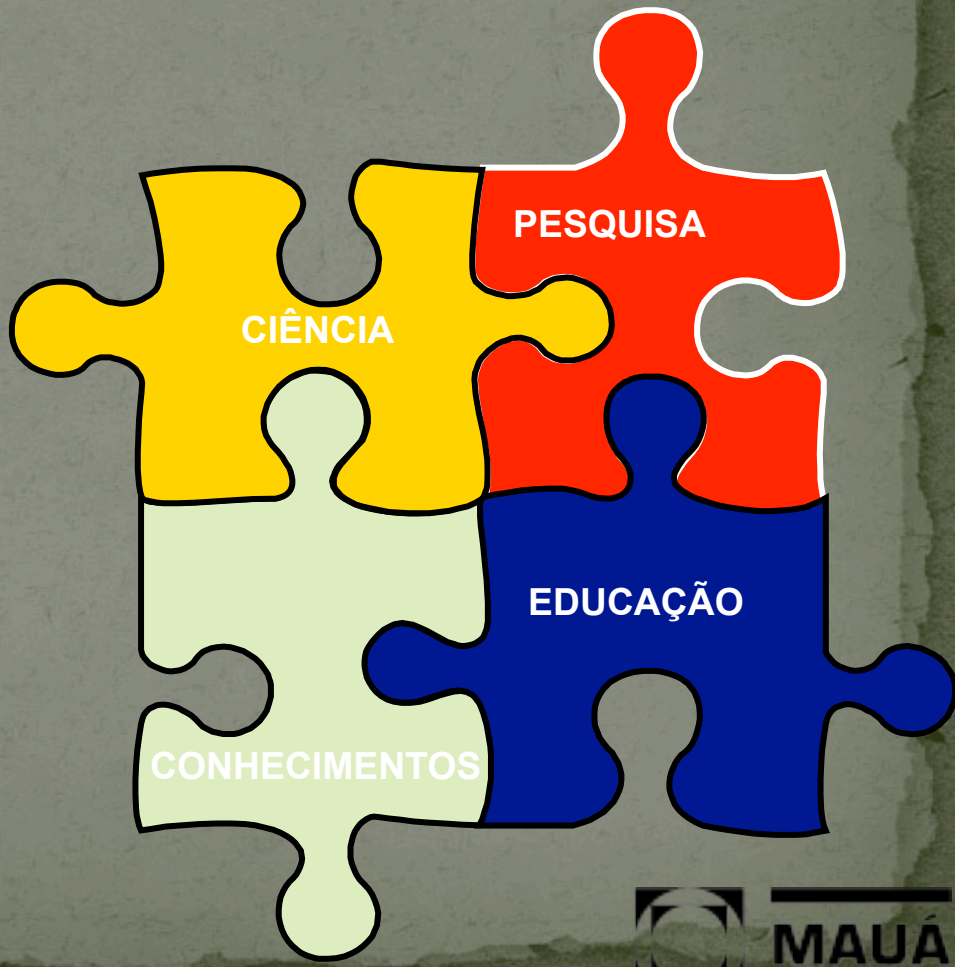
Assim fica evidente que precisamos respeitar nossas dimensões continentais e promover o equilíbrio necessário entre os empreendimentos hidrelétricos a fio d'água e com grandes reservatórios. Se a nossa economia crescesse à taxa de 5% ao ano, teríamos exaurido nossa capacidade de suprimento nos dois primeiros anos, pois para cada 1% de crescimento do PIB é necessária à expansão da oferta de energia em 1,2%, ou seja, precisaríamos oferecer 6% a mais de energia ao ano para crescer 5% em nosso PIB. Ao atingir o pleno emprego desse recurso, seria necessária a entrada em operação de duas usinas como Santo Antônio anualmente para garantir a sequência do crescimento".

AGRADECIMENTOS:

COMITÊ TÉCNICO-CIENTÍFICO DO 25º ENCONTRO TÉCNICO AESABESP – CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE

PARTICIPANTES





MUITO AGRADECIDO !

Palestrante: Prof. Dr. Pedro José da Silva
p-jose-silva@uol.com.br