



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GIA 21
14 a 17 Outubro de 2007
Rio de Janeiro - RJ

GRUPO XI

GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS – GIA

**ANÁLISE DE REPOTENCIAÇÃO DE PCH'S CONSIDERANDO OS ASPECTOS TÉCNICOS, ECONÔMICOS
AMBIENTAIS E SOCIAIS.**

Oscar Astorga Maldonado^(*) Paulo Armando Panunzio Dinara Fernandes Silva José Luz Silveira

RESUMO

O crescente aumento da demanda de energia elétrica, aliada ao aumento dos custos de produção de energia e à preocupação com questões ambientais e sociais, conduz o planejamento do setor energético mundial para uma estratégia de utilização mais eficiente das fontes de produção já existentes. Neste trabalho é apresentado um estudo de caso de repotenciação de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH), com o objetivo de demonstrar que este tipo de empreendimento é viável para aumentar a oferta de energia elétrica do sistema, necessária para suprir a demanda futura.

Do levantamento do potencial hidráulico do rio que alimenta a usina, verifica-se a possibilidade de elevar a capacidade de geração a fio d'água em aproximadamente 75%.

A análise sobre a viabilidade técnica-econômica apresentada, não considera somente custos de equipamentos e preços de mercado da energia elétrica, mas tenta incorporar os diversos benefícios sociais e ambientais que podem ser obtidos com a repotenciação da PCH, com destaque para a geração e comercialização de créditos de carbono que propicia a redução do tempo de amortização do investimento, tornando este empreendimento mais atrativo do ponto de vista econômico, social e ambiental.

PALAVRAS CHAVE

Repotenciação, PCH's, capacidade de geração de energia, crédito de carbono, desenvolvimento sustentável, inserção social.

1.0 INTRODUÇÃO

As usinas hidrelétricas constituem a base do sistema de geração energética no Brasil, respondendo por cerca de 80% da oferta de eletricidade. Essa elevada participação foi alcançada nos últimos 30 anos através da construção indiscriminada de usinas de grande porte, acarretando graves problemas sociais e ambientais [1]. No presente, a reordenação da matriz energética nacional é orientada pela falta de recursos públicos para investimentos em grandes empreendimentos, esgotamento dos recursos hídricos em locais próximos aos centros de consumo e pelos impactos sócio-ambientais negativos que os projetos possam provocar. O desenvolvimento econômico tem proporcionado o crescimento acelerado do consumo de energia no país e, conseqüentemente, os riscos da possibilidade futura de uma crise no setor energético não podem ser descartados. O desafio que se apresenta é encontrar alternativas eficientes para se obter ganhos de energia elétrica no país, diminuindo a necessidade atual da expansão da geração para suprir, de forma assegurada, a demanda futura esperada.

Nesse contexto, as quedas d'água de pequeno e médio porte representam uma importante opção de geração, apresentando vantagens intrínsecas na atenuação dos eventuais efeitos negativos sócio-ambientais causados pelos grandes aproveitamentos.

(*) Av. Ariberto Pereira da Cunha 333 – CEP 12516410 – Guaratinguetá – São Paulo – Brasil
(+55 12) – 3123-2832 – Fax (+55 12 312328 2866 – e-mail – oscarama@feg.unesp.br

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) apresentam maior viabilidade devido ao custo reduzido, menor prazo de implementação e maturação do investimento, e aos benefícios que a atual legislação oferece como incentivo, entre os quais se tem a dispensa de remunerar os municípios e estados pelo uso dos recursos hídricos, a disposição das concessionárias de energia elétrica de comprarem o excedente de energia gerada por autoprodutores, além de disponibilizarem o acesso às suas linhas de transmissão a longa distância [1], [2]. Outro aspecto importante a ser destacado é que PCHs que se encontram próximas ao centro consumidor, aumentam a oferta de energia do sistema elétrico com significativa redução dos custos e das perdas de energia ocasionadas pelas linhas de transmissão, o que vem de encontro aos princípios de Geração Distribuída. No Brasil, uma grande quantidade de PCH's foi construída entre 1930 e 1940, o que coloca a média de idade das instalações por volta de 57 anos [1].

A existência em número elevado destas centrais mostra a oportunidade para empreendimentos nesta área, sendo o foco principal a repotenciação de PCHs em operação ou atualmente desativadas. De acordo com a ANEEL, no Brasil existe em torno de 233 PCH's em operação e 600 PCH's desativadas, totalizando aproximadamente 1.500 MW de potência instalada [3], que se repotenciadas proporcionarão uma maior oferta de energia no setor elétrico brasileiro, contribuindo, ao mesmo tempo, para a sustentabilidade ambiental, social e econômica, através do aumento de utilização da energia sustentável em relação ao consumo total de eletricidade no país.

Atualmente, projetos de construção de novos empreendimentos hidrelétricos têm encontrado dificuldades quanto ao licenciamento ambiental. Muitos projetos são inviabilizados pelos impactos agressivos que causam ao meio ambiente, como o início ou aceleração dos processos erosivos às margens do reservatório, alteração na qualidade da água do reservatório causada por decomposições orgânicas que favorecem a emissão de gases de efeito estufa, diminuem a concentração de oxigênio da água, comprometendo a fauna aquática e gerando compostos nocivos à saúde humana. A construção da barragem compromete as rotas migratórias de algumas espécies de peixe e causa a inundação de grandes quantidades de terras cultiváveis, sítios históricos e reservas ambientais. Um importante impacto social provocado pela construção de usinas é o deslocamento compulsório das populações ribeirinhas promovido pelas obras de instalação da usina, que na maioria das vezes é acompanhado por compensações financeiras irrisórias ou inexistentes e o processo de reassentamento, não assegura a manutenção das condições anteriores de vida [1], [4].

Se ao invés de construir novas usinas for realizada a repotenciação e reativação das usinas já existentes, eleva-se a oferta de energia elétrica do sistema, com impactos negativos menores ou mesmo inexistentes. Considerando que as usinas a serem repotenciadas existem há mais de 30 anos, a maioria dos impactos já foi absorvida pela natureza no decorrer dos anos, de modo que a fauna e a flora já estão readaptadas ao ambiente da usina, a emissão dos gases de efeito estufa é praticamente nula e não existe a necessidade de deslocamento compulsório da população ribeirinha. Caso não haja interferência no nível do reservatório são afastadas as hipóteses de novos processos erosivos à margem do lago, de novas decomposições orgânicas que afetam a qualidade da água e de inundações de terras cultiváveis, matas nativas, entre outros. Projetos de reativação de usinas podem gerar expectativas, aumentar as arrecadações municipais, gerar novos empregos a comunidade, incentivar o turismo, a pesca recreativa, afetando positivamente a economia local. Nas usinas podem ser desenvolvidos projetos educacionais para a população em parceria com instituições municipais, abordando temas como: piscicultura, agricultura, preservação ambiental, preservação das espécies em extinção, uso racional de energia elétrica, uso racional da água, entre outros. Projetos educacionais voltados para a conscientização sobre a importância da preservação e do uso racional dos recursos disponíveis são fundamentais para se diminuir a necessidade da expansão dos sistemas, economizando custos das obras, custos operacionais, minimizando os impactos ambientais e socioculturais e, desta forma, melhorar a qualidade de vida da população.

A repotenciação de usinas hidrelétricas é um empreendimento que coloca energia limpa e renovável no sistema elétrico nacional, contribuindo para o atraso do acionamento ou mesmo para a desativação de usinas termelétricas abastecidas com combustível fóssil, evitando a emissão de gases de efeito estufa (GEEs) gerados pela queima desse combustível. Sendo assim, empreendedores dispostos a investir em projetos de repotenciação, podem adquirir benefícios no mercado de créditos de carbono, reduzindo o tempo de retorno de capital investido.

O Tratado de Kioto estabelece que os países desenvolvidos devem reduzir a emissão de GEEs em 5,2% em relação ao que era emitido em 1990, até o período de 2008-2012 [5]. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo permite que os países desenvolvidos possam investir em projetos de redução de emissões de GEEs nos países em desenvolvimento, gerando créditos de carbono com um custo marginal de abatimento das emissões bem menores que em seus próprios territórios. A tonelada de gás carbônico pela ultrapassagem da meta custa em torno de US\$40, enquanto a tonelada de crédito de carbono está bem abaixo deste valor, em torno de US\$5 [6].

A base de representação de um crédito de carbono é a tonelada de CO₂ equivalente (tCO₂e), sendo que todos os outros gases de estufa são convertidos para unidades de massa de CO₂. Para países como o Brasil, as receitas provenientes da comercialização dos créditos de carbono trariam benefícios adicionais pelo fato de serem geradas em moeda forte (dólar norte-americano ou euro), protegendo a dívida contra a desvalorização da moeda nacional (real). Além da possibilidade de ganhar dinheiro com a negociação dos títulos de créditos de carbono, as empresas promotoras de projetos de repotenciação podem contar em seu balanço com um carimbo de desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU) e melhorar sua imagem perante este mercado emergente [6].

Com o propósito de demonstrar os aspectos atrativos da repotenciação, este trabalho apresenta um estudo de caso de uma PCH, cujas características técnicas serão apresentadas a seguir, onde a filosofia para a tomada de decisão sobre a viabilidade do projeto é baseada tanto na análise técnico-econômica, quanto nos benefícios ambientais e sociais que o empreendimento proporciona.

2.0 - CRÉDITOS DE CARBONO

A participação de empresas brasileiras do setor de energia no mercado de créditos de carbono é uma realidade muito próxima devido à projetos de repotenciação de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e de reflorestamento em andamento nas diversas instâncias de análise do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) abrindo possibilidades para o ingresso do setor nesse mercado ainda emergente. Com isso, o setor elétrico colabora para que projetos brasileiros tenham uma participação significativa entre os listados na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Global do Clima. De acordo com informações do Fundo de Desenvolvimento Florestal, dos 135 projetos listados na convenção em processo de validação, 47 são brasileiros.

O Tratado de Kyoto estabelece que os países desenvolvidos deveriam reduzir as emissões de GEE (gases de efeito estufa) a relação de 5,2% para o que estava sendo emitido em 1990 entre o período de 2008 - 2012 [5]. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo permite que os países desenvolvidos possam investir em projetos de redução de GEE em países em desenvolvimento, gerando créditos de carbono a um custo marginal atrativo comparando com o custo do investimento em redução das emissões em seus próprios territórios.

Países como o Brasil, têm a possibilidade de ganhar dinheiro com a comercialização de crédito de carbono, e ainda contribuindo para a melhora de sua imagem no do mercado internacional, desde que tenham a aprovação e acordo das Nações Unidas. A repotenciação de Pequenas Centrais Hidrelétricas é uma opção para empresas interessadas em investir e ainda contando com a compensação de créditos de carbono, provocando com isso a redução do tempo do retorno do investimento.

Estimativas do Banco Mundial indicam que, em 2010, o volume de negócios nesse mercado poderá ser da ordem de US\$ 50 bilhões por ano e que o Brasil poderá movimentar aproximadamente 10% desse valor. Essa participação deve se dar por meio de projetos de redução das emissões e venda dos créditos de carbono para países industrializados que não conseguem reduzir suas emissões.

Com o propósito de demonstrar os aspectos atraentes da repotenciação, este trabalho apresenta um estudo de caso de uma PCH, onde as características técnicas são discutidas abaixo, onde a filosofia da decisão de viabilidade do projeto está baseada na análise técnica econômica e nos benefícios social ambiental que as ofertas de empreendimento.

3.0 - ESTUDO DE CASO - PCH SODRÉ

A Usina Sodré localiza-se no município de Guaratinguetá/SP, no Bairro dos Pilões. A usina foi inaugurada em 1912 e desativada em 1982. De 1986 a 1990, passou por reforma, voltando a funcionar de 1990 até 1992 [7], quando apresentou problemas técnicos que não atraíram investimentos para seu reparo, devido a pouca energia que agregava ao sistema elétrico. A possibilidade de se repotenciar a usina para aumentar sua capacidade de geração e melhorar suas condições de operação não foram levadas em consideração na época. Nem mesmo os aspectos ambientais e sociais foram observados.

O presente estudo de caso faz uma avaliação do potencial hidráulico do rio que alimenta a usina a fim de elevar sua capacidade de geração, bem como analisa a viabilidade econômica deste projeto de repotenciação considerando os benefícios adquiridos com a comercialização dos créditos de carbono, apresentando os custos envolvidos e o tempo de amortização dos investimentos.

3.1 Características Gerais da Usina

O atual proprietário da Usina Sodré é o EMAE – Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. O potencial hidráulico que alimenta a usina é proveniente do Rio Piagüi, que pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. O reservatório da Barragem Sodré tem pequena capacidade de armazenamento, sendo esta de 4.500 m³. Da usina até a captação, são 123 metros de altura. A Usina possui 3 Unidades Geradoras de 200 kW cada uma, totalizando 600 kW de potência instalada [7].

3.2 Avaliação da Real Capacidade de Geração da Usina

A avaliação do potencial hidráulico do Rio Piagüi é necessária para se verificar a capacidade de geração de energia elétrica da Usina Sodré. Para isso, é preciso determinar a máxima e mínima vazão que poderá ser regularizada no Rio Piagüi. A Tabela I apresenta as Vazões Médias Mensais por Ano e as Vazões Médias Mensais do Período de 1980 a 2002, obtidas a partir das Vazões Médias Diárias registradas no Rio Piagüi.

TABELA I. - Vazões Médias Mensais do Rio Piagüi no Período de 1980 a 2002 [8].

Monthly Mean Flows (m ³ /s)												
Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1980	7,73	6,47	4,16	7,23	3,32	2,66	1,92	1,89	1,67	2,32	5,49	5,50
1981	9,89	5,04	6,81	4,58	3,10	2,71	2,08	1,89	1,24	3,29	5,11	6,20
1982	9,75	5,26	13,48	8,10	4,18	3,40	2,71	2,50	1,69	2,79	1,99	5,53
1983	11,85	10,09	11,40	7,29	5,67	9,63	4,08	2,71	7,98	6,89	5,33	10,67
1984	4,65	3,33	3,29	3,75	3,50	1,79	1,36	1,79	1,66	0,82	1,30	5,47
1985	15,89	16,03	15,58	6,65	3,72	2,95	1,87	1,32	2,23	1,19	3,81	6,61
1986	5,67	7,88	14,47	-	4,77	2,49	2,60	2,56	1,74	1,47	1,91	6,82
1987	8,09	4,84	4,26	7,96	5,17	4,15	2,74	2,19	2,66	3,00	2,07	8,30
1988	7,62	12,84	11,63	7,24	6,15	4,03	2,59	1,81	2,14	4,57	3,42	5,59
1989	9,24	10,92	13,69	5,00	3,57	3,22	2,64	2,00	1,94	1,60	9,85	9,75
1990	5,64	4,79	5,52	3,76	2,66	1,84	1,83	2,23	2,80	2,89	2,38	3,29
1991	19,67	10,67	15,90	9,79	4,81	3,48	2,43	2,18	1,67	5,36	2,55	3,07
1992	9,38	4,28	4,85	6,08	3,57	2,23	2,10	2,09	11,19	7,21	8,51	11,44
1993	5,82	18,33	13,16	3,25	3,14	2,63	1,82	1,53	2,52	2,70	1,44	4,32
1994	6,09	2,81	6,31	9,33	4,59	2,91	2,06	1,51	1,23	1,39	4,08	7,04
1995	9,22	14,86	8,73	2,98	3,48	2,93	2,85	1,44	2,10	10,82	6,28	6,27
1996	11,41	7,91	11,56	5,79	3,40	2,72	2,17	1,85	6,51	3,06	9,81	8,46
1997	7,32	5,42	8,42	4,41	2,58	4,18	1,91	1,20	1,33	2,01	6,90	4,19
1998	9,51	9,15	9,39	4,12	2,06	1,25	1,01	1,89	2,46	5,50	2,83	5,72
1999	20,89	14,69	14,90	8,99	4,28	4,65	3,92	3,38	3,14	2,55	3,83	9,47
2000	15,73	14,86	14,81	9,74	3,35	3,08	4,24	4,59	3,86	3,38	5,19	7,19
2001	14,54	8,44	6,19	7,23	3,01	1,94	-	-	4,13	4,50	4,62	13,25
2002	10,32	11,28	11,99	5,32	3,66	2,02	-	-	-	-	5,64	12,34
Qme	7,61	6,78	7,44	4,47	2,83	2,35	1,64	1,43	2,19	2,56	3,37	5,37

Para prosseguir com a análise, determina-se o Ano Típico, que [9], vem a ser o ano que apresenta o menor valor da somatória da Eq. (1), representando na série histórica de dados, o ano real que mais se aproxima do valor médio das vazões:

$$\sum_{i=1}^{12} (Q_{mi} - Q_{me})^2 \quad (1)$$

Sendo Q_{mi} a vazão mensal (em m³/s), e Q_{me} a média aritmética das vazões mensais no período de 1980 a 2002 (em m³/s), obtidas da Tabela I.

O Ano Típico encontrado é 1998. O gráfico apresentado na Figura 1 mostra que a máxima vazão regularizada (média aritmética das vazões mensais em 1998) é $\bar{Q} = 4,57 \text{ m}^3/\text{s}$ e a vazão mínima (menor vazão registrada em 1998) é $Q_{min} = 1,01 \text{ m}^3/\text{s}$.

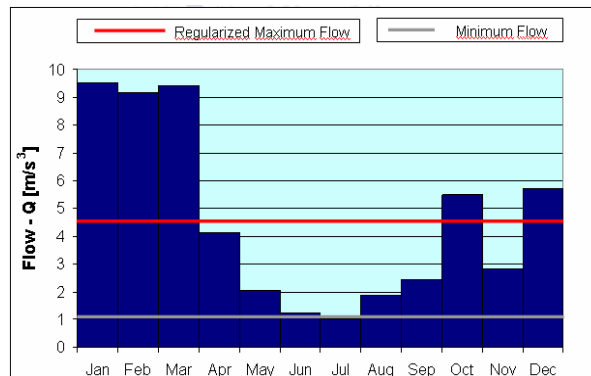


Figura I. Vazões Médias Mensais no Ano de 1998

Considerando a máxima vazão regularizada de $4,57 \text{ m}^3/\text{s}$, um volume de reservatório de 46.582 m^3 , o rendimento de 0,9 e a altura da usina até a captação de 123 m, a capacidade de geração da usina chegaria a 5 MW. Porém, torna-se inviável alcançar essa potência, pois o reservatório da Usina Sodré é de apenas 4.500 m^3 . Para isso seria necessário aumentar o volume do reservatório, implicando em impactos ambientais maiores, elevando os custos da repotenciação, entre outros aspectos negativos.

O mais viável é analisar os aspectos da usina a fio d'água, considerando a vazão mínima $1,01 \text{ m}^3/\text{s}$, o volume do reservatório de 4.500 m^3 , o rendimento de 0,85 e a altura de 123 m. Sendo assim, a potência disponível é de 1 MW.

Verifica-se, então, que é possível fazer um melhor aproveitamento do potencial hidráulico do Rio Piagüi, aumentando a potência gerada pela Usina Sodré em até 75% da sua capacidade atual, considerando a usina a fio d'água. Sendo garantido este aumento na capacidade de geração, é permitido substituir as máquinas geradoras por outras três de 350 kVA cada, os reguladores de tensão e velocidade também devem ser trocados, entre outros equipamentos necessários para adaptar a Usina às novas condições de geração de energia.

3.2 Créditos de Carbono Gerados com a Repotenciação da Usina

No Brasil, ainda que a maior parte da energia produzida no país seja baseada nos recursos hídricos, a maioria dos investimentos de baixo custo em hidrelétricas está esgotada. Assim surge a possibilidade de investimentos em fontes não renováveis, como as usinas termelétricas. Como as usinas termelétricas usam combustível fóssil, essas companhias acabam tendo custos operacionais mais altos do que as hidrelétricas. Como resultado, é provável que sejam substituídas por qualquer hidrelétrica adicionada à rede. Sendo assim, a repotenciação e reativação da PCH Sodré é uma alternativa que propicia reduções de emissões de GEEs ao substituir a geração em plantas térmicas a combustível fóssil que estariam alimentando a rede interligada.

Para se obter a quantidade exata da redução das emissões de GEEs conseguida através da repotenciação da PCH Sodré, foi necessário conhecer a linha de base a ser utilizada, para só então determinar o retorno obtido com a venda desses créditos de carbono.

Para determinar a linha base, serão consideradas as emissões de CO_2 da geração de eletricidade com combustível fóssil a serem compensadas pela repotenciação da PCH Sodré. A metodologia aplicada para a determinação da linha base relativa a repotenciação da PCH Sodré é: ACM0002 - Metodologia consolidada de linha base para geração de eletricidade de fontes renováveis (versão 05). Para PCH's, o fator de emissão na linha base é calculado como uma margem combinada, consistindo na combinação de uma margem operacional (MO) e uma margem de construção (MC) [12].

Com a finalidade de determinar a margem de construção e o fator de emissão da margem operacional, considera-se um projeto de um sistema de eletricidade de uma determinada região, definido pelas plantas de geração de energia existentes e a distância entre elas e também pela quantidade de energia a ser transmitida pelas linhas respeitando a capacidade de transmissão de energia das linhas. Neste caso considera-se para a PCH em questão, o fator de emissão do Sul/Sudeste/Centro-Oeste do sistema brasileiro de $0,2783 \text{ tCO}_2/\text{MWh}$. O cálculo deste fator de emissão está baseado no Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico) e será usado na análise da viabilidade econômica do projeto de repotenciação pelo fato desta planta estar localizada na área do Sudeste do Brasil.

Considerando que a capacidade total instalada da PCH Sodré após a repotenciação é 1050 kVA, o fator de potência das máquinas geradoras é de 0,92 e que a demanda firme de energia é em torno de 900 kW, tem-se uma energia anual produzida pela usina de 7.884 MWh. O repotenciação da PCH Sodré gera uma redução anual em torno de $2.194 \text{ tCO}_2\text{e}$, baseado em um fator de emissão de $0,2783 \text{ tCO}_2\text{e}/\text{MWh}$. Esses créditos de carbono sendo comercializados até 2012 (ano final fixado pelo Tratado de Kyoto para os países em desenvolvimento alcançarem a redução de emissão de GEE), a redução total seria em torno de $13.165 \text{ tCO}_2\text{e}$ em seis anos. Hoje em dia uma tonelada de crédito de carbono vale US\$5. E os créditos obtidos através da repotenciação da PCH Sodré poderia alcançar US\$66.000 até as 2012.

3.3 Viabilidade Econômica

Os custos dos principais componentes que necessitam ser substituídos são apresentados na tabela II:

Tabela II – custos estimados

Quantidade	Componentes	Custo (US\$)
3	350kVA Geradores	31.236
2	500kVA Transformadores	14.368
3	Regulador de tensão	1.800
3	Regulador de velocidade	2.160
-	Outros acessórios	15.200
CUSTO TOTAL		64.764

Os valores utilizados foram fornecidos pela WEG Indústrias S.A.

Sendo a tarifa de venda de energia elétrica 27,4 US\$/MWh e a tarifa de demanda de 2,12 US\$/kW [11], o faturamento mensal da Usina Sodrê com a produção de energia é de aproximadamente US\$21.600. A receita mensal obtida com a venda dos créditos de carbono é algo em torno de US\$915. Se mensalmente a usina apresentasse um custo operacional de US\$8.640,00 e fosse destinado US\$3.507,00 para amortização do investimento, considerando uma taxa de juros de 3% ao mês, o tempo de retorno do capital investido na repotenciação da usina seria de aproximadamente 2 anos e 3 meses, indicando que esta repotenciação é economicamente viável.

A renda obtida com a comercialização dos créditos de carbono é livre de qualquer custo para manter a condição que garante tal benefício, já que usina hidrelétrica é caracterizada como fonte de geração de energia limpa e renovável que não emite GEEs na atmosfera. Portanto, se este faturamento não fosse considerado no cálculo da viabilidade econômica, o valor mensal destinado para amortização do investimento seria de apenas US\$2.592,00, o que resultaria em um tempo de retorno de aproximadamente 3 anos e 11 meses, tornando o empreendimento menos atrativo para investidores. [12]

Quanto aos aspectos sociais, a repotenciação de usinas hidrelétricas pode gerar benefícios através do incentivo ao turismo, ao comércio, à criação de novos empregos, afetando de forma positiva a economia da região onde estão inseridas. Nas usinas podem ser desenvolvidos projetos educacionais para a comunidade, trabalhos de preservação ambiental como, por exemplo, o reflorestamento voluntário que pode vir a ser mais uma fonte para obtenção de créditos de carbono. Surge então a seguinte questão: “Como traduzir estes benefícios sociais em valores a serem deduzidos do custo da repotenciação?” Este é o desafio que apesar de não ter sido quantificado neste trabalho, não deve ser desprezado na tomada de decisão sobre a viabilidade de projetos de repotenciação.

4.0 - CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta resultados da repotenciação de Pequenas Centrais Hidrelétricas mostrando que é um empreendimento totalmente viável para se elevar a capacidade de geração do sistema elétrico, principalmente na zona rural e também atendendo à crescente demanda de energia no Brasil, contribuindo, ao mesmo tempo, para a sustentabilidade ambiental, social e econômica.

Uma análise que tem demonstrado a viabilidade técnico-econômica do projeto de repotenciação da PCH Sodrê apresentada é que além dos custos de equipamentos e os preços comerciais de energia elétrica, também foram considerados os benefícios sociais e ambientais que o empreendimento pode prover, principalmente porque recorre à geração e comercializando dos créditos de carbono.

Este estudo de caso mostra que a repotenciação da PCH Sodrê pode apresentar um ganho de até 75% da potência instalada, mantendo o tipo de geração hidrelétrica a fio d'água. O crédito de carbono gerado por tal repotenciação promove uma redução de 42,5% do tempo de amortização do capital investido. Tais resultados mostraram que a repotenciação da referida PCH é uma alternativa excelente para aumentar a quantidade de energia gerada e considerando o tempo reduzido da execução da repotenciação poderá contribuir para o desenvolvimento sustentável com os vários benefícios ambientais que o projeto provê.

Podendo diminuir a necessidade de grandes projetos para ampliar o Setor de Energia Nacional no Brasil,

Os benefícios sociais alcançados com projetos de repotenciação, apesar de não terem sido quantificados neste trabalho não podem ser desconsiderados na tomada de decisão sobre a viabilidade deste tipo de empreendimento.

A repotenciação de usinas desativadas afeta de forma positiva a economia da região onde estão inseridas, incentivando o turismo, o comércio, gerando novos empregos, aumentando as arrecadações municipais que podem ser direcionadas para melhorar a qualidade de vida da comunidade local. Projetos educacionais podem ser desenvolvidos nas usinas, exercendo um papel social fundamental na formação de cidadãos conscientes quanto às questões energéticas e ambientais, que colaborem de forma mais efetiva para o desenvolvimento sustentável. Buscando atribuir valores compatíveis, a viabilidade econômica de projetos de repotenciação tornando-os muito mais atrativos.

5.0 - REFERÊNCIAS

- [1] C. Bermann, G. S. Rocha and J. R. C. Veiga, "A Repotenciação de Usinas Hidrelétricas como Alternativa para o Aumento da Oferta de Energia no Brasil com Proteção Ambiental", São Paulo (2004), pp.7, 9, 16, 17.
- [2] I. M. Filho and W. R. Zanin, "Viabilização de PCHs – Conexão Elétrica", Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas, pp. 18. Available: http://www.cerpch.unifei.edu.br/artigos_tec/pdf/tema01/rev17_pag17a19.pdf
- [3] "Banco de Informações de Geração", ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Available: <http://www.aneel.gov.br>
- [4] R. A. Hinrichs and M. Kleinbach, "Energy: its use and the environment", Ed. Pioneira Thomson Learning, São Paulo (2003), pp.328.
- [5] B. Eliasson, "Working Together on Global Climate Problems", IEEE Power Engineering Review, March 2001, pp. 4.
- [6] "Klabin e Aracruz: Elétricas apresentam Projetos para Mercado de Carbono", Associação Brasileira de Grandes Consumidores Industriais de Energia. Available: http://www.abrace.org.br/salaimprensa_noticia_associados.asp?id=179
- [7] C. A. Amaral and F. A. A. Prado Jr., "Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado de São Paulo", CSPE, São Paulo (2000), pp.55.
- [8] "Registro das Vazões Médias Diárias do Rio Piagüi", DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica. Available: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhn.exe/fln>
- [9] Z. Souza, "Centrais Hidrelétricas, Dimensionamento de Componentes", Editora Edgar Blücher, São Paulo (1992), pp.100.
- [10] "Documento de Concepção do Projeto Simplificado para Atividade de Projeto de Pequena Escala", MDL Comitê Executivo, 27 Sept 2005, pp.10, 25, 26, 35.
- [11] "Resolução Homologatória N^o 139, de 27 de Junho de 2005", ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Available: <http://www.aneel.gov.br>
- [12] Mecanismo de Desenvolvimento Limpo Documento de Concepção do Projeto Simplificado para Atividades de Projeto de Pequena Escala (PeqEsc-MDL-DCP) versão 02, julho de 2005, <http://cdm.unfccc.int/Reference/Documents>, acessado em junho de 2006.