

Pedro Alberto Brasil Vieira dos Santos

**USO DA ENERGIA SOLAR PARA  
ALIMENTAÇÃO DE ESTAÇÕES  
RÁDIO BASE**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Formas Alternativas de Energia, para a obtenção do título de especialista em Formas Alternativas de Energia

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2006

Pedro Alberto Brasil Vieira dos Santos

## **ALIMENTAÇÃO DE ESTAÇÕES RÁDIO BASE UTILIZANDO CÉLULAS FOTOVOLTAÍCAS**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Formas Alternativas de Energia, para a obtenção do título de especialista em Formas Alternativas de Energia

APROVADA em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_

UFLA

Carlos Alberto Alvarenga

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

## ÍNDICE GERAL

<b>LISTA DE FIGURAS E TABELA</b> .....	04
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	05
<b>1 – OBJETIVO</b> .....	07
1.1 - Objetivo Geral .....	07
1.2. - Objetivo específico.....	07
<b>2 – REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	08
<b>3 – TELEFONIA CELULAR: UM BREVE HISTÓRICO</b> .....	10
<b>4 – ENERGIA SOLAR – CÉLULAS FOTOVOLTAICAS</b> .....	15
<b>5 – IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE ALIMENTAÇÃO DE ESTAÇÕES RÁDIO BASE ATRAVÉS DE CÉLULAS FOTOVOLTAÍCAS</b> .....	18
5.1 - Demandas de energia .....	18
5.2 - Banco de baterias – Ampère. Hora.....	19
5.3 - Controlador de carga – Ampère.....	19
5.4 - Inversor – Watt .....	20
5.5 - Módulos ou Geradores Fotovoltaicos .....	20
<b>6 – MÉDIA DE CONSUMO DE ERB’S GSM</b> .....	24
<b>7 – CONCLUSÃO</b> .....	27
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	29

## ÍNDICE FIGURAS E GRÁFICOS

FIGURA 1 – Rede de Telefonia.....	11
FIGURA 2 – Estação Rádio Base – ERB.....	12
FIGURA 3 - Reuso de Frequência 1 – 7.....	13
FIGURA 4 – Diagrama Esquemático Sistema Fotovoltaico .....	16
GRÁFICO 1 – Média de Consumo .....	25

## **Introdução**

---

O objetivo deste trabalho é identificar e analisar o uso da energia solar para alimentação do sistema de telefonia celular no que tange as Estações Rádio Base (ERB).

O interesse por esta questão remonta aos tempos de minha formação profissional como estudante do curso de engenharia elétrica. Posteriormente, o interesse pelo assunto intensificou-se devido á influência do curso de Fontes Alternativas de Energia aliado à experiência adquirida em seis anos de trabalho como engenheiro eletricista, com ênfase em Telecomunicação, exercidos por uma empresa de ponta, no ramo de prestação de serviços de telefonia celular em Minas Gerais, Bahia e Sergipe. Acrescente-se a este interesse, questões relacionadas a uma fonte de energia elétrica limpa e renovável, que poderá ser capaz de somar, a energia elétrica proveniente de Hidrelétricas, minimizando assim, cada vez mais, os impactos ambientais gerados na geração da energia. Acredita-se, dessa forma, na possibilidade de se realizar uma pesquisa que cumpra um papel responsável com a sociedade, devolvendo-lhe informações úteis ao direcionamento de ações impulsionadoras do desenvolvimento, contribuindo, no entanto, com uma utilização de uma fonte energia limpa e renovável.

Logo, no primeiro mês de 2006, houve um registro total de 87,5 milhões de telefones móveis, habilitados no Brasil, registrando um aumento de 26% se comparado às habilitações registradas em relação ao mesmo mês do ano

anterior<sup>1</sup>. O uso crescente de aparelhos celulares leva uma crescente busca de estudos no setor, buscando cada vez mais, regular o seu uso e atender às crescentes demandas no atendimento a estes consumidores. Com isso o aumento do número de implantação de Estações Rádio Base se faz necessárias, uma vez que a cobertura e demanda de atendimento destes usuários, cresce e com isso, o aumento da demanda de energia elétrica destas Estações Rádio Base.

Na etapa de preparação desta monografia, foram executados cálculos de demanda de energia de três tipos de Estações Rádio Base utilizadas por uma empresa de Telefonia Celular, instaladas na planta de cobertura nos Estados de Minas Gerais, Bahia e Sergipe, a fim de se fazer os estudos das questões levantadas no objetivo deste trabalho:

Nesse aporte, foram observados os seguintes pontos:

1. Estudo da demanda de energia das ERB's;
2. Identificação dos aspectos ambientais e classificação dos respectivos impactos inerentes às atividades;
3. Identificação das células fotovoltaicas;

Essas considerações nortearam esta monografia, que teve como objetivo geral entender como utilizar uma fonte alternativa de energia para alimentar as Estações Rádio Base.

---

<sup>1</sup> Fonte Anatel – [www.anatel.gov.br](http://www.anatel.gov.br) - dia 20/02/2006

## **1 - Objetivo**

---

### **1.1 - Objetivo Geral:**

Esta monografia apresenta o trabalho final do curso de Fontes Alternativas de Energia, turma do segundo semestre de 2005, da Universidade Federal de Lavras. O objetivo geral do trabalho é analisar a viabilidade técnica de utilização de células fotovoltaicas na alimentação de energia elétrica das Estações Rádio Base, minimizando assim, impacto ambiental, inserido dentro de uma discussão mais ampla sobre preservação ambiental e sustentabilidade econômica.

### **1.2 - Objetivo específico:**

Identificar a capacidade de utilização de células fotovoltaicas na alimentação de ERB com o intuito de gerar economia financeira em relação ao uso de energia elétrica proveniente das concessionárias de energia e abrir uma alternativa de alimentação elétrica de mínimo impacto ambiental e alta confiabilidade.

## 2 - Referencial Teórico

---

O primeiro questionamento que faz referência à disponibilidade de energia no Brasil e no mundo, está relacionado ao meio ambiente e disponibilidade econômica de financiamentos e investimentos no setor. Esta diretriz, dentre outras podemos destacar vários órgãos que controlam o setor, como a Resolução nº 237/97, de 19/12/97, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que estabelece uma padronização nacional no que se refere aos procedimentos de licenciamento ambiental (plano executivo ambiental). Enfim, propor a uso racional de energia, utilizando fontes alternativas que minimizam impactos, sejam eles na área social, econômica ou ambiental<sup>2</sup>.

Os posicionamentos científicos mais recentes, em referência a esta questão, podem destacar:

*Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (Anel), o Brasil possui 1.469 usinas de geração de energia de diferentes tipos (eolioelétrica, hidrelétrica, solar, hidrelétrica, termelétrica e termonuclear). Atualmente 1.110 estão em operação, gerando 77.221.160 KW de potência, 90 estão em desenvolvimento e outras 269 estão com a sua construção prevista.*

*Cerca de 90% do suprimento de energia elétrica do país provém de geração hidráulica, gerada por 433 centrais hidrelétricas em operação no Brasil, das quais 304 são empreendimentos de pequeno porte. Apesar da importância dessa fonte, a conjuntura atual do setor elétrico brasileiro –*

---

<sup>2</sup> A GESTÃO AMBIENTAL PARA EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS  
por Ricardo Kohn de Macedo



*crescimento da demanda, escassez de oferta e restrições financeiras, socio-econômicas e ambientais à expansão do sistema gerador hidráulico – indica que o suprimento futuro de energia elétrica exigirá maior aproveitamento de fontes alternativas.*

*A gestão ambiental tem como objetivo curar impactos adversos, preferencialmente a priori, ou seja, impedir que eles se manifestem. Os planos, programas e projetos ambientais a serem concebidos e implementados para a instrumentalização da gestão ambiental têm esta tarefa. Assim sendo, é fundamental realizar um exercício para identificar os impactos potenciais destes empreendimentos, antes de propor medidas para a solução dos que forem adversos.*

### 3 - Telefonia Celular: Um Breve Histórico

---

Toda comunicação feita através do ar, considerado como meio de ligação, utiliza-se de ondas eletromagnéticas para transmitir a informação ou voz. Exemplos de aparelhos que utilizam este tipo de propagação são o radar, as antenas de TV, as antenas de satélites, as emissoras de rádios, os aparelhos celulares, dentre outros. Podemos destacar também que a energia elétrica ao ser transmitida ou transformada, gera ondas eletromagnéticas que acabam interferindo em nosso meio.

O aparelho celular comunica, via ondas eletromagnéticas, com as antenas que estão nos topos das torres (ERB – Estação Rádio Base). Em alguns casos, as antenas das ERB's são instaladas nos topos de edifícios ou na fachada dos mesmos, sendo a torre substituída pelo edifício para a sustentação das antenas. Em outros casos, são instalados em ambientes fechados, dentro de shopping's e edifícios, sendo chamados de ERB *indoor*. Estas ERB's são imprescindíveis para um telefone celular poder operar, fazendo a intercomunicação com uma Central de Comutação de Controle (CCC). É na CCC que ocorrerá a conexão entre os usuários com as demais operadoras, celulares ou fixas, quando a ligação é completada.

Toda regulamentação que se aplica ao serviço de telefonia celular, fixa ou rádio comunicação no Brasil é de responsabilidade do Órgão Regulador Brasileiro, a Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações).

As ERB's são interligadas a CCC da operadora a qual ela pertença que por sua vez, são conectados entre si e com a "Rede Nacional e Internacional de

Telefonia". As CCC's são centros de comutação de rádio-frequência e interligação com o sistema telefônico convencional.

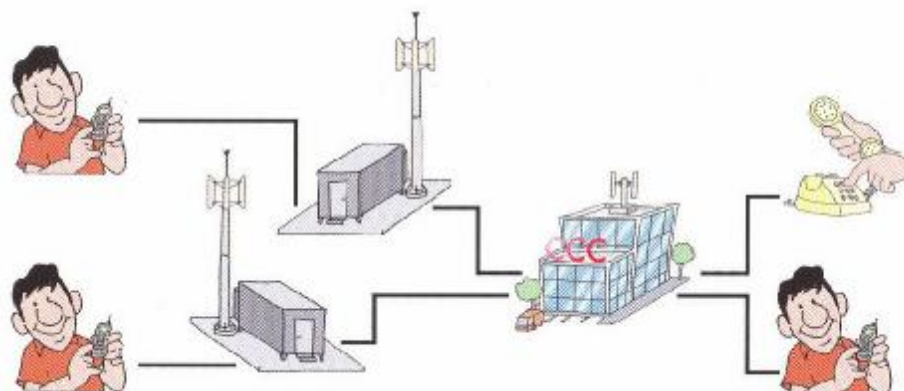


FIGURA 1 – Rede de Telefonia  
FONTE: Manual “Tudo o que você queria saber sobre torres de Telefonia Celular” (TIM)

Para a implantação e otimização da telefonia móvel celular, é necessário dividir uma área geográfica em pequenas células hexagonais, que formam uma área de cobertura, cada uma dispendo de uma ERB e de conjuntos de antenas para supervisão e controle das rádios frequências disponíveis, que serão responsáveis pela comunicação com o aparelho celular.

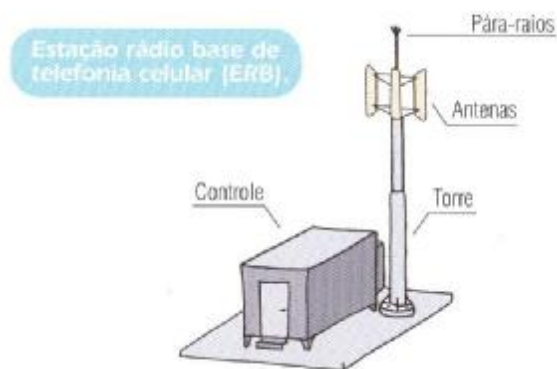


FIGURA 2 - ESTAÇÃO RÁDIO BASE – ERB  
Fonte: Manual “Tudo o que você queria saber sobre torres de Telefonia Celular” (TIM)

O tamanho de cada célula hexagonal é definido através da potência dos transmissores das ERB's, do telefone celular e pela atenuação do sinal. Por isso que é necessária a instalação de um número maior de ERB's a fim de atender melhor o usuário. A única forma de prestar o serviço celular é através de instalação de antenas de baixa potência, distribuídas em diversos locais da cidade, onde se encontram as pessoas que vão utilizar o serviço. Aumentando-se o número de antenas a potência de cada uma diminui.

Cada célula possui um grupo específico de rádios frequências e como existe um número limitado de rádios frequências disponíveis, para comunicação, elas são utilizadas mais de uma vez, sendo reutilizadas. A fim de se evitar que haja interferência entre células vizinhas, o reuso de uma rádio frequência não pode ser utilizado nas fronteiras de cobertura destas células vizinhas. O padrão

de reuso de frequências conhecido como 1 para 7<sup>3</sup> é comumente utilizado em telefonia celular e está mostrado na figura 3, abaixo:

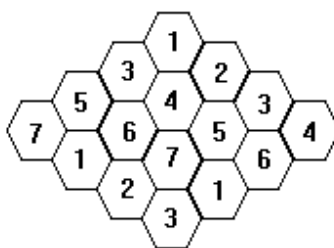


FIGURA 3 - REUSO DE FREQUÊNCIA 1 – 7  
FONTE: Data Communications International,  
pg 62, vol. 23, n.23, marco 1991

Cada telefone celular, transitando por uma determinada área, quando deseja fazer uma chamada, envia uma mensagem a ERB. Essa mensagem, após ser processada e aceita pela CCC, conecta o telefone celular ao terminal o qual deseja manter uma comunicação. Esta comunicação é feita através de uma concessão de rádio-frequência disponível. Todas as transmissões são feitas com um canal de transmissão e outro de recepção, chamados de up link (canal utilizado do celular para a ERB) e down link (canal utilizado da ERB para o celular).

Quando há uma chamada para um aparelho celular, a informação é enviada a CCC da operadora celular da qual o assinante é cliente, que se encarrega de localizar o número solicitado, através de sinais enviados a várias ERB's, que por sua vez repassam este sinal até encontrar o celular. A partir daí,

---

<sup>3</sup> Fonte: Data Communications International, pg 62, vol. 23, n.23, marco 1991

o aparelho celular envia um sinal para a ERB que ele está conectado, fechando um fluxo de comunicação, através dos canais de “up link” e “down link”.

Como podemos notar, com o aumento do número de usuários, o aumento de ERB's que atendem uma determinada região será proporcionalmente maior, sendo necessária à instalação de um maior número de equipamentos transmissores, impactando assim, num aumento de demanda de energia elétrica.

#### **4 - Energia Solar: células fotovoltaicas**

---

A energia solar é uma fonte de energia limpa e inesgotável, com um enorme potencial energético. Além disso, a descentralização de sua geração torna seu uso acessível a qualquer comunidade em qualquer local. A energia solar também apresenta facilidade e baixo custo de instalação, transmissão e manutenção, juntamente com a longa duração e estabilidade de um sistema adequadamente projetado, proporcionando grande satisfação e retorno do investimento ao usuário.

A conversão de energia solar em energia elétrica foi verificada pela primeira vez por Edmond Becquerel, em 1839, o que podemos notar que o seu estudo já despertava interesse a bastante tempo. Através de diversos estudos, houve um avanço significativo na tecnologia fotovoltaica onde se aprimorou o processo de fabricação, a eficiência das células e seu peso, com um uso mais voltado a área espacial. Com a crise mundial de energia de 1973/74, a preocupação em estudar novas formas de produção de energia fez com a utilização de células fotovoltaicas não se restringisse somente para programas espaciais, mas que também pudesse atender a uma demanda de uso coletivo.

Um dos fatores que impossibilitava a utilização da energia solar fotovoltaica em larga escala era o alto custo das células fotovoltaicas. As primeiras células foram produzidas com o custo de US\$600/W para o programa espacial. Com a ampliação dos mercados e várias empresas voltadas para a produção de células fotovoltaicas, o preço foi reduzindo, até chegar a uma média de US\$ 8,00/W, na atualidade.

Atualmente, os sistemas fotovoltaicos vêm sendo utilizados em instalações remotas, atendendo a projetos sociais, agropastoris, irrigação e

comunicações. As facilidades de um sistema fotovoltaico tais como modularidade, baixo custo de manutenção e vida útil longa, fazem com que sejam de grande importância para instalações em lugares desprovidos da rede elétrica. Há também a inserção da energia solar, em locais onde há oferta de energia elétrica, contribuindo desta forma para o uso racional de fontes tradicionais de energia, como a energia elétrica proveniente de hidroelétricas. Vale ressaltar também, a redução do risco de defeitos por descargas atmosféricas que é um diferencial dos sistemas fotovoltaicos em relação as linhas elétricas.

Um sistema solar é composto de células fotovoltaicas, que alimentam um banco de baterias, através de um controlador de carga e descarga, que por sua vez é responsável pela alimentação dos equipamentos eletro eletrônico numa unidade consumidora. O uso de fios bem dimensionados e controladores de carga e descargas, são fatores essenciais para a minimização de perdas elétricas durante todo o processo e aumento da vida útil das baterias.

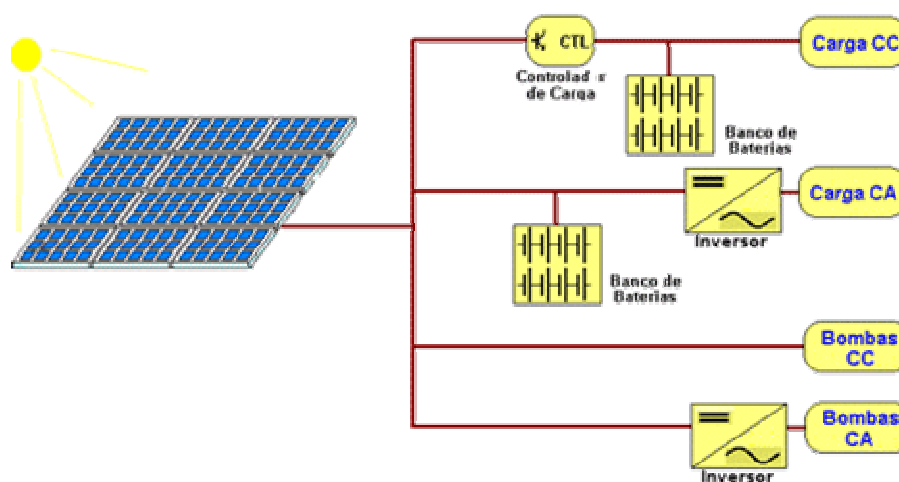


Figura 4 – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO SISTEMA FOTOVOLTAICO



O sistema aqui tratado será o sistema híbrido, uma vez que a demanda de energia elétrica das ERB's, será atendida, tanto pela Energia Solar, quanto pela a Energia proveniente das Hidrelétricas. Um sistema híbrido seria capaz de garantir suprimento de energia 24 horas ininterruptas, pois uma ERB não pode ter seu funcionamento interrompido em momento algum.

## **5 - Identificação e Análise de Alimentação de Estações Rádio Base Através de Células Fotovoltaicas**

---

Ao iniciarmos nosso trabalho, identificamos três modelos de Estações Rádio Base comumente utilizada nas plantas desta empresa de telefonia celular. As estações aqui estudadas são de fabricação Ericsson, para a tecnologia GSM assim especificadas:

### **5.1 - Demandas de energia**

RBS 2106: Tensão: 220 V / AC  
Consumo:  $6,0 \text{ kW} \times 24\text{h} = 144,0 \text{ kWh/dia}$

RBS 2206: Tensão: 220 V / AC  
Consumo:  $6,0 \text{ kW} \times 24\text{h} = 144,0 \text{ kWh/dia}$

RBS 2000: Tensão: 24 V / DC  
Consumo:  $2,1 \text{ kVA} \times 0,9 = 1,9 \text{ kW} \times 24\text{h} = 45,6 \text{ kWh/dia}$

O fator 0,9 é utilizado para transformação de kVA em kW.

Os módulos necessários para a composição de alimentação de equipamentos elétricos utilizando energia solar, são:

## **5.2 - Banco de baterias – Ampère. hora**

O Banco de baterias é responsável pela utilização da energia solar 24h por dia, mantendo um sistema isolado, sempre energizado, mesmo nos períodos noturnos e de baixa incidência solar. Todas as ERB's, já possuem seus módulos de baterias, não cabendo tratar, neste trabalho, um outro módulo a ser inserido neste equipamento.

Caso haja necessidade de agregar, ou dimensionar separadamente, cada banco de bateria, seria recomendado trabalhar com baterias seladas e aplicar o valor de consumo diário de corrente (Ah) vezes 5 (cinco). Baterias fabricadas para descarga profunda possuem melhor rendimento, podendo trabalhar com até 90% (noventa por cento) de sua capacidade e sua vida útil é muito maior que as convencionais. Dimensionando as baterias para descarga profunda de 50% (cinquenta por cento), para trabalharem, durante a ausência de radiação solar por dois dias. O banco de baterias é responsável pelo armazenamento da energia elétrica convertida através do sistema fotovoltaico. No caso deste trabalho, não dimensionaremos o banco de baterias, uma vez que as ERB's já vêm com banco de baterias próprias a fim de sustentar o sistema em operação, isto é, sem a interrupção de seu funcionamento, por até 4h. Vale ressaltar também que a proposta deste trabalho é em relação à conjugação dos dois sistemas: energia fotovoltaica e energia proveniente das distribuidoras de energia.

## **5.3 - Controlador de carga - Ampère**

O controlador de carga deve suportar a corrente que vai para as cargas e a corrente de curto circuito do módulo. É o equipamento utilizado para a proteção das baterias, garantindo assim, uma vida útil maior para as mesmas.

Também é responsável pela proteção contra as descargas profundas e contra o carregamento excessivo, evitando aumentos de temperatura.

#### **5.4 - Inversor – Watt**

O inversor é o dispositivo capaz de fornecer tensão e corrente elétrica demandada pelos aparelhos do sistema, que funcionam em corrente alternada. É o equipamento utilizado para conversões de correntes contínuas das baterias, em correntes alternadas que são comumente utilizadas por todos os equipamentos eletro eletrônicos no mercado, bem como as ERB's. Também tem papel importante em relação às perdas ôhmicas e a diminuição das bitolas dos cabos, uma vez que elevam o nível de tensão de trabalho. Neste trabalho, também não será tratado este módulo, uma vez que as ERB's já vêm equipadas de inversores elétricos. Vale ressaltar que este componente é inerente a todas Estações Rádio Base produzidas no mercado, sejam elas, de fabricação Ericsson, Siemens, Motorola ou Nokia.

#### **5.5 - Módulos ou Geradores Fotovoltaicos**

A energia do sol é medida em horas de sol máximo por dia. No Brasil a média de anual de insolação é de 5 horas de sol máximo por dia. Assim o módulo solar irá fornecer sua corrente nominal durante estas 5 horas e, portanto, para calcularmos a corrente exigida do módulo devemos dividir a corrente total por 5, que dará a corrente nominal.

O módulo fotovoltaico é responsável pela conversão da energia radiante do sol em energia elétrica, através das células fotovoltaicas que compõe o gerador fotovoltaico. É a unidade básica do subsistema de geração de eletricidade.

Os geradores ou módulos fotovoltaicos são compostos pelos painéis solares (coletores), controladores de carga, banco de baterias e inversores, este último quando há necessidade de conversão da corrente contínua para corrente alternada, dentro do sistema. Neste caso, os inversores, não seriam necessários, uma vez que as ERB's já possuem estes dispositivos inerentes na sua composição, bem como o banco de baterias, como vimos anteriormente.

Abaixo, podemos ver o custo dos módulos fotovoltaicos da *Isofoton*, sem levar em conta o banco de baterias e o inversor, pois estes módulos já vem incorporados nas ERB's.

<b>Módulos fotovoltaicos Isofoton</b>			
<b>Modelo</b>	<b>Tensão</b>	<b>Potência</b>	<b>Preço (R\$)</b>
I - 5	12 V	5 W	213
I - 10	12 V	10 W	333
I - 22	12 V	22 W	485
I - 47	12 V	47 W	915
I - 50	12 V	50 W	973
I - 55	12 V	55 W	1.070,00
I - 75	12 V	75 W	1.457,00
I - 80	12 V	80 W	1.557,00
I - 94	12 V	94 W	1.827,00
I - 94	24 V	94 W	1.827,00
I - 100	12 V	100 W	1.946,00
I - 110	12 V	110 W	2.141,00

Dentro os equipamentos utilizados por esta operadora de telefonia celular, poderíamos destacar a utilização do módulo I-100, que teria um custo de R\$ 1.946,00, por unidade instalada. Para uma demanda de 1.500 ERB's, planta

estimada desta operadora seria possível uma redução do valor, proposto pelo fabricante, de 10% (dez por cento) sobre o valor total, baixando o custo unitário, para R\$ 1.751,40.

Como este módulo de 100W-12V disponibiliza cerca de 5,8A -12V para alimentação da ERB, e considerando um nível médio de insolação para Minas Gerais de 5 horas de sol máximo por dia e uma eficiência total de 85%, teríamos um fornecimento de cerca de 9 kWh/mês para cada módulo alimentando uma ERB. Caso instalássemos dez módulos, ao invés de um, impactaria uma economia total da planta de 135.000 kWh/mês (90 kWh/mês/ERB x 1.500), produção equivalente de uma PCH (pequena central hidrelétrica). A escolha de dez módulos ao invés de um apenas, elevaria o custo de instalação dos módulos fotovoltaicos para R\$ 17.514,00, para cada ERB, mas não impactaria no aumento ou redução do tempo de depreciação do mesmo.

Considerando que o valor do kWh, cobrado pela CEMIG, concessionária de energia que atende esta operadora de telefonia celular, atualmente é R\$ 0,5170727 /kWh. Portanto estes dez módulos, instalados por ERB, contribuiriam para uma economia de R\$ 46,50 por mês. Considerando o valor dos 10 (dez) módulos, citados anteriormente, esta empresa levaria 31 anos para pagar o investimento dos módulos fotovoltaicos, o que inviabiliza sua utilização, se levarmos em conta somente as questões financeiras. Se levarmos em conta a utilização de apenas um módulo, este tempo não seria reduzido, uma vez que a sua contribuição seria dez vezes menor.

Outro ponto que pode ser destacado seria em relação à utilização de um número maior de módulos solares, projeto este descartado, devido à

inviabilidade em relação à segurança. De acordo com os dados desta empresa de telefonia celular, cerca de 80% da planta desta operadora já sofreu algum tipo de vandalismo e/ou furto. Este fato faz com que seja necessário um sistema de pequeno porte, utilizando módulos fotovoltaicos de pequeno porte, a fim de que o mesmo possa ser instalado no alto das torres de transmissão das ERB's, minimizando assim, ações de vândalos e ladrões.

## **6 - Média de Consumo de ERB's GSM**

---

Um estudo e levantamento do real consumo, de ERB's instalados nesta planta de telefonia celular, faz com que os resultados sejam vislumbrados de uma forma mais prática deste trabalho. Neste tópico, foi feito um levantamento do consumo de energia elétrica, mês a mês, de 80 ERB's da planta desta empresa de telefonia celular, espalhadas por todas meso-regiões do estado de Minas Gerais. Computou-se o consumo das estações, para todo o ano de 2005, incluindo desta forma, todas as estações do ano (inverno, outono, verão e primavera), cobrindo assim, as variações climáticas e de temperatura, que temos ao longo do ano. A utilização de dados de meso-regiões distintas, também abrangeria as variações climáticas, que são comumente percebidas de uma meso-região para outra.

Vale ressaltar que a concessionária de energia elétrica que atende esta operadora, em todo Estado de Minas Gerais é a CEMIG e que todas as ERB's aqui estudadas, são da tecnologia GSM.

A média de consumo de ERB's GSM da planta, onde a mesma é constituída de equipamentos Ericsson, citados anteriormente, foi de 700 kWh / mês, no ano de 2005. Este dado mostra que o consumo real é bem inferior ao definido pelo fabricante, uma vez que as configurações destes equipamentos são variados, podendo operar em 100 (cem por cento) de sua capacidade ou não.

Abaixo podemos ver graficamente a média de consumo mensais das ERB's:



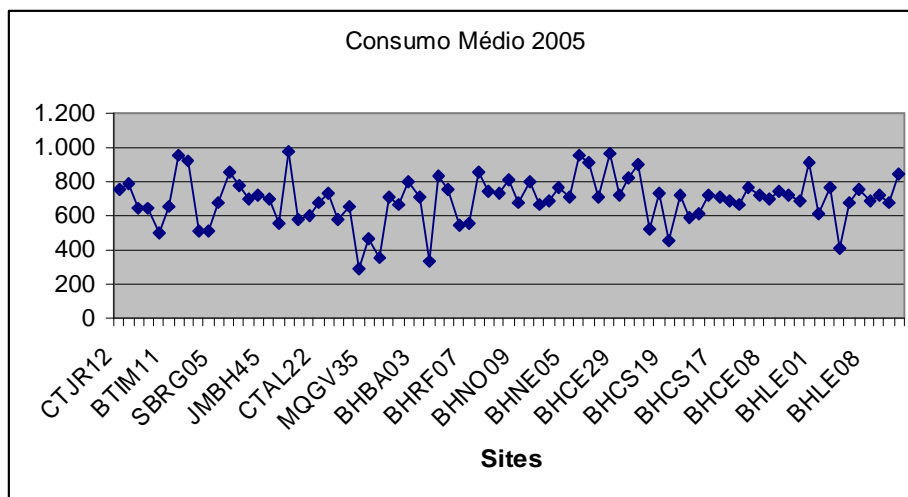


GRÁFICO 1 – Média de Consumo

Em relação aos valores plotados no gráfico acima, podemos notar que a variação de consumo de uma ERB, não varia muito de uma região para outra, sendo possível assim, tratarmos como sendo um valor médio para todas as ERB's. As novas tecnologias de ERB's permitem às operadoras de telefonia celular, dispor de equipamentos de ponta, robustos e de baixo consumo de energia. Outro fator preponderante desta evolução tecnológica, seria em relação aos bastidores que abrigam os equipamentos destas ERB's, sendo estes de pequenas dimensões e conseqüentemente necessitando de um dispositivo de refrigeração mais simples, com a utilização de um *cooler*, não demandando aparelhos de ar condicionados que consomem muita energia elétrica.

Se utilizarmos o sistema híbrido: solar e energia das concessionárias de energia elétrica, onde o sistema de energia solar contribuisse com 90 kWh/mês/ERB (para os dez módulos), a economia proveniente do uso da energia solar por estação rádio base seria em média de 1.080 kWh/ano/ERB. Somente no sistema desta operadora de telefonia celular, onde a planta consiste

em aproximadamente de 1.500 ERB's, a economia mensal total de energia elétrica seria de 135.000 kWh/mês e de 1.620.000 kWh/ano.

## 7 - Conclusão

---

Nestes últimos tempos, podemos ver que o setor de energia elétrica, bem como a utilização da energia elétrica, são focos de todos os jornais e meios de comunicação no Brasil e no Mundo. Todo crescimento industrial, só se torna viável, se tivermos fornecimento contínuo e crescente de energia. A falta de energia pode gerar impactos significativos na economia de qualquer país, seja ele de 1º mundo ou em desenvolvimento. É visível que este setor, demanda investimentos altos e contínuos a fim de garantir uma disponibilidade de energia de qualidade. No Brasil, o governo está agindo no sentido de atrair investidores nacionais e internacionais, para que o setor industrial possa crescer e gerar empregos. Enfim, é a energia que impulsiona os mercados mundiais, pois a produção e os demais tipos de serviços, só podem caminhar junto com o desenvolvimento da produção de energia elétrica.

Na telefonia celular, o cenário não é diferente, pois se trata de um mercado em constante mudança, onde as concorrências se tornam cada vez mais fortes. A economia e a redução de custos operacionais (OPEX) fazem com que as empresas se tornem mais competitivas em quaisquer setores. Para isto é necessário que o investimento inicial, que é agregado ao imobilizado destas empresas, acabe por se pagar num curto espaço de tempo, fazendo com que sejam pioneiras na redução de custos e preservação do meio ambiente.

Quanto à viabilidade econômica da instalação de sistemas fotovoltaicos de energia elétrica, a princípio torna-se inviável uma vez que o investimento inicial seria compensado somente num período de 31 anos. A viabilidade, seria apenas nos custos operacionais, mesmo assim muito baixos. Não podemos deixar de

destacar, entretanto, que a energia solar é uma fonte de energia limpa, renovável e confiável, o que pode em certos casos compensar esta inviabilidade econômica na economia de energia elétrica da rede convencional.

Enfim, podemos ver neste trabalho que a redução de consumo de energia, por parte do setor industrial e de serviços, contribui para um desenvolvimento limpo e sustentável, além de reduzir significativamente seus custos de operação, viabilizando desta forma, o uso de fontes alternativas de energia, no caso, a energia solar. Os fabricantes de ERB's deveriam investir e implementar seus equipamentos, com dispositivos de alimentação elétrica proveniente da energia solar, sendo necessário assim, um contínuo desenvolvimento na redução de consumo de energia elétrica de seus equipamentos, pois atualmente o seu uso pode-se tornar dispendioso e inviável. Os fabricantes deveriam ampliar seu campo de pesquisa, para disponibilizar ERB's de baixo consumo de eletricidade com módulos fotovoltaicos já inerentes a sua composição, pois estariam contribuindo para um desenvolvimento sustentável, limpo e viável financeiramente.

## Bibliografia

---

- <http://www.timmaxitel.com.br>, dia 27 de setembro de 2004.
- <http://www.anatel.gov.br>, dia 20 de fevereiro de 2006.
- <http://www.solenerg.com.br>.
- [http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/mmf/atlz\\_pesquisa.html](http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/mmf/atlz_pesquisa.html), dia 28 de julho de 2004.
- TIM. Manual sobre “Tudo o que você queria saber sobre torres de Telefonia Celular”.
- <http://www.cresesb.cepel.br>, dia 24 de maio de 2006.
- <http://www.ambientebrasil.com.br>, dia 24 de maio de 2006.
- ALAVARENGA, C. A.; Gráfica Universitária UFLA. Apostila do curso de Fontes Alternativas de Energia