

COMUNICAÇÕES

Viabilidade da utilização de um sistema de energia alternativo para suprir as faltas e falhas nas Estações de Apoio de Controle de Espaço Aéreo em regiões remotas.

ANDRÉ RICARDO MOREIRA, AL CFOE Com
ANDERSON CRUZ RODRIGUES, AL CFOE Com
JOEBSON PEREIRA DA SILVA, AL CFOE Com

Silas Martins da Costa MAJ ESP COM
Coordenador da Especialidade de Comunicações

Orientador Técnico: Jeferson Yañez dos Santos - 1º Ten Esp Com

Orientadores Metodológicos:
Priscila Bueno de Souza - 1º Ten QCOA BIB
Roberto Campos Frossard - 2º Sgt QSS-BET

RESUMO

Observa-se que algumas fontes de energia não convencionais podem ser muito úteis no contexto da Força Aérea Brasileira, como alternativa para deficiências apresentadas pelas concessionárias. Nesse contexto, busca-se, com este trabalho, analisar os sistemas de comunicações que compõem as Unidades de Telecomunicações (UT), localizadas nas Estações de Apoio de Controle do Espaço Aéreo (EACEA) e utilizadas pelo 4º Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle do Espaço Aéreo (CINDACTA IV), em locais de difícil acesso na região amazônica, onde há grande dificuldade quanto ao provimento de energia ininterrupta e de qualidade, e, em contrapartida, a necessidade de oferecer suporte à navegação aérea segura. As UT formam basicamente um conjunto de células, de maneira que sua atuação possibilita a cobertura de comunicações na região de interesse. No caso de falha dessas células, compromete-se a segurança aérea. As falhas incidem, em sua maioria, na deficiência da energia oriunda das concessionárias; fato que faz a utilização de grupos geradores tornar-se uma solução custosa e de ampla logística. A implantação, com êxito, de um sistema híbrido na EACEA de Surucucu, com emprego do grupo gerador em conjunto com a energia fotovoltaica, nos remeteu a pensar que, também na estação de Carauari, existe a possibilidade da utilização de um sistema alternativo de energia que venha a preencher as lacunas ocasionadas pelo sistema de energia comercial.

Palavras-chave: EACEA. Custo-operacionalidade. Sistema alternativo de energia.

1. INTRODUÇÃO

O desempenho e funcionamento dos equipamentos de telecomunicações estão diretamente relacionados com a qualidade da energia elétrica utilizada e são essenciais para a cobertura do espaço aéreo na região amazônica.

Em situações em que a energia fornecida não é de qualidade, torna-se muito comum o uso de Grupo Motor Gerador, que pode até mesmo suprir toda a energia requerida para determinada localidade. Porém, para o funcionamento dos geradores, demanda-se considerável quantidade de óleo diesel.

Nas regiões de difícil acesso, costumam surgir dificuldades, tais como: as distâncias envolvidas para o transporte, quase sempre dependente de vias fluviais ou aéreas, e a falta de material de suprimento, o que implica períodos de não funcionamento dos sistemas de energia e afeta o sistema de telecomunicações.

Sendo assim, torna-se cada vez mais necessária a busca por sistemas autônomos de geração de energia, por meio de fontes renováveis, bem como a tentativa de redução de custos, tendo em vista a eficiência e a eficácia quanto à disponibilidade dos meios nessas regiões mais isoladas.

Este trabalho busca destacar a possibilidade de implantação de um sistema de energia alternativo que possa suprir com qualidade as faltas/falhas de energia em regiões remotas, como já realizado na EACEA de Surucucu. Dessa forma, o sistema de energia solar "on grid", o sistema híbrido eólico/grupos geradores e o sistema composto por um banco de baterias foram analisados para possível implantação na Estação de Apoio de Controle do Espaço Aéreo de Caruari (EACEA-CA), no estado do Amazonas. Dessa forma, será apresentada essa viabilidade não somente quanto à parte técnica, como também com relação ao custo x benefício, fator de extrema relevância na seleção do sistema de geração de energia desta Estação.

Para tanto, serão abordados os seguintes tópicos: conceitos básicos de fontes de energia alternativa; implementação do sistema híbrido solar/grupo gerador a diesel na Estação de Apoio de Controle de Espaço Aéreo de Surucucu; possíveis sistemas de energia para implantação na Estação de Caruari; e, por fim, indicação de modelo viável a ser implantado nesta Estação, bem como apresentação de outras possíveis formas de energia.

2. ENERGIAS TRADICIONAL E ALTERNATIVA NO BRASIL

Muito embora a maior parte da energia elétrica gerada no Brasil origine-se das usinas hidrelétricas, em decorrência da favorável vantagem hídrica que o país apresenta, faz-se importante buscar fontes alternativas de energia quando se considera a operacionalidade das Estações de Apoio de Controle de Espaço Aéreo.

Uma possível fonte é a gerada pelas usinas termelétricas que podem ser instaladas próximo às regiões de consumo, o que reduz o custo das linhas de transmissão das concessionárias de energia. Porém, essas mesmas usinas são as maiores poluidoras do planeta devido à emissão de dióxido de carbono CO₂ pela queima de combustíveis fósseis. (ALVES FILHO, 2003).

Uma outra possível fonte alternativa de energia renovável e limpa é a eólica, que

apresenta baixo impacto ambiental por não emitir gases nem gerar resíduos. Por serem uma das fontes mais baratas na produção de energia elétrica e podendo até competir, em termos de rentabilidade, com as fontes de energia tradicionais, os parques eólicos acabam sendo atrativos para o mercado de energias. Mas, de acordo com Reis e Santos (2015, p. 98), “não se deve esquecer que a instalação de turbinas eólicas depende da disponibilidade do vento, que pode variar largamente mesmo em pequenas áreas.” Ou seja, às vezes a energia não é gerada em momentos necessários, sendo a sua produção instável em alguns períodos do dia. O problema é que alguns sistemas elétricos precisam de maior estabilidade de energia elétrica para melhor disponibilidade. Tratando-se de espaço aéreo, não restam dúvidas de que equipamentos que forneçam comunicação e navegação devam operar diariamente.

Já a energia solar fotovoltaica, por sua vez, é uma excelente fonte de energia alternativa para áreas não atendidas por fontes de energia convencionais. A energia hidrelétrica, por exemplo, não chega a locais de difícil acesso ou com grandes dificuldades para a instalação de torres e cabos de energia elétrica.

Desde o surgimento das primeiras células solares fotovoltaicas, de elevado custo e utilizadas na geração de energia elétrica para os satélites que orbitam nosso planeta, as tecnologias de produção evoluíram a tal ponto que se tornou economicamente viável em muitos casos a sua utilização em aplicações terrestres, no fornecimento de energia elétrica em locais até onde a rede elétrica pública não foi estendida. (RÜTHER, 2004, p. 8).

Porém, embora o custo de instalação de uma matriz solar fotovoltaica tenha sido reduzido devido a avanços tecnológicos, no Brasil esse custo ainda é alto. Outro fator a se considerar é o fato de, em dias chuvosos ou com baixa incidência de raios solares, a produção de energia ficar escassa e de, no período noturno, não ocorrer a produção de energia.

3. IMPORTÂNCIA DAS ESTAÇÕES REMOTAS DE AUXÍLIO À NAVEGAÇÃO AÉREA NA REGIÃO AMAZÔNICA

A região amazônica possui inúmeras áreas de difícil acesso e, para cumprir a árdua missão de realizar o controle e a defesa do espaço aéreo em toda essa região, é necessário vencer distâncias territoriais consideráveis. Nesse sentido, estações remotas são posicionadas estrategicamente nos rincões da Amazônia. Essas estações possuem equipamentos primordiais de comunicação e navegação aérea, que precisam de funcionamento ininterrupto durante todo o ano, para garantir a comunicação entre órgãos de controle de tráfego aéreo e as aeronaves que entram em território brasileiro.

3.1 Gastos envolvidos para a manutenção da Estação remota de Surucucu

Localidades cujo ingresso somente seja possível pelo modal aéreo, a exemplo de Surucucu, uma reserva ambiental na área pertencente ao município de Alto Alegre, no extremo noroeste do Estado de Roraima, são de extrema importância para a manutenção do fluxo de aeronaves de maneira segura e organizada.

Entretanto, para manter uma unidade de telecomunicações, como a de Surucucu, foram realizadas, segundo PAIM (2008), 42 Ordens de Serviço (OS) em 2010, divididas entre comissionamentos e manutenções preventivas e corretivas, as quais totalizaram R\$ 90.765,00 de OS, até novembro de 2010. O custo total anual com pessoal e diesel consumido pelos Grupos Geradores foi de R\$ 205.965,00, não se incluindo os gastos com sobressalentes e com transporte (aeronave) (BRANDÃO, 2015).

Nota-se que, para manter um destacamento como o de Surucucu, onde ocorrem cerca de trezentos voos diários em cinco rotas internacionais com os mais variados destinos da América do Sul, Central e Norte, que dependem diretamente dos serviços de comunicação VHF, UHF e satelital (telesat), equipamentos que dão suporte para operações dos ACC e COPM do CINDACTA IV, é necessário um considerável esforço envolvendo logística de transporte aéreo, consumo de óleo diesel e mão de obra para manutenção de seus grupos geradores.

Por se tratar de localidade remota, a EACEA de Surucucu, que não possui energia elétrica comercial, funcionava com uma pequena unidade termoelétrica composta por três grupos geradores trabalhando 24 horas ao dia, o que provocava poluição excessiva causada pelo consumo de combustível fóssil. Vale ressaltar que mais de 90% das ocorrências de falhas dos equipamentos de comunicação recai sobre as deficiências dos sistemas de geradores de energia elétrica, vitais para alimentação da KT (casa de transmissão), onde estão localizados os equipamentos de comunicação, conforme constatação do sistema de controle de inoperâncias do departamento de controle do espaço aéreo no Brasil (PAIM, 2008).

3.2 EACEA de Surucucu operando apenas com termoelétrica através de Grupo Motor Gerador (GMG)

O antigo sistema de geração de energia elétrica de Surucucu era composto por três grupos geradores a diesel que funcionavam, continuamente, 24 horas de forma alternada.

A seguir, serão apresentados os cálculos para o pior cenário possível, considerando-se, na localidade, a dificuldade de aquisição de óleo diesel e de energia comercial inexistente. Será utilizado o dimensionamento de um sistema Grupo Motor Gerador (GMG) dessa Estação.

Para a Unidade de Transmissão (UT), na região amazônica normalmente utiliza-se GMG de 45 kW, na configuração 1 + 1, ou seja, principal e reserva para prover o fornecimento de energia dos equipamentos da UT.

Destacam-se como características desse sistema:

- a) motor gerador Cummins de 45 kWh;
- b) consumo 25 litros/hora;
- c) sistema ainda composto de retificador, controlador e tanque de combustível de 30.000 litros; e

d) custo de instalação do sistema no valor de R\$ 120.000,00, conforme informações do Sistema Integrado de Logística de Material e de Serviços utilizado na Força Aérea (SILOMS).

Com base nessas informações, pode-se depreender que o consumo mensal de óleo era de 18.000 litros aproximadamente, ao custo de R\$ 2,00 o litro, totalizando o valor de R\$ 36.000 por mês somente com combustível para manter os geradores funcionando (PAIM, 2008).

Quanto aos custos referentes ao transporte, as informações foram baseadas nas seguintes fontes: Sistema Hércules e Sistema SILOMS. Deve-se levar em consideração que o combustível era transportado de Boa Vista para Surucucu.

Tabela 1 - Dados para cálculo do custo do transporte entre Boa Vista e Surucucu.

Característica	Valor Nominal
Custo hora de voo da aeronave C-105	US\$ 3.300,00
Tempo de voo entre Boa Vista e Surucucu utilizando aeronaves C-105	50 min
Distância entre Boa Vista e Surucucu	211 NM
Capacidade de Carga	4800 KG

Fonte: PAIM (2008).

É possível concluir, tendo em vista a Tabela 1, que o tempo gasto de ida e volta de Boa Vista a Surucucu era de 1h20min para transportar 24 galões de 200 litros de óleo diesel, ou seja, 48.000 litros por viagem, sendo, no mínimo, quatro viagens mensais - um custo estimado de US\$ 17.600,00/mês com transporte e R\$ 18.000,00/mês com óleo diesel. Os gastos envolvidos nesse sistema não se mostravam eficientes, pois envolviam uma complicada logística, além de alto impacto ambiental.

Sendo assim, viu-se a possibilidade de utilização de um sistema híbrido que fizesse uso de sistemas de grupo geradores em conjunto com a energia fotovoltaica (PAIM, 2008).

3.3 EACEA de Surucucu operando após a implementação do sistema híbrido de suprimento de energia

Alguns renomados centros de pesquisas energéticas como a Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito – CRESESB, Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE entre outros, indicam o uso da energia solar como alternativa viável para suprir a demanda da energia comercial disponibilizada pelo sistema elétrico brasileiro. Estudos realizados pelo CINDACTA IV concluíram também que, das formas de energia disponíveis na região de Surucucu, a solar seria a mais limpa e barata.

Em 2012, com um investimento de R\$ 998 mil, foi instalada a primeira Estação de

geração de energia híbrida (solar/gruger) com monitoramento remoto realizado por militares do CINDACTA IV (SOLUÇÃO LIMPA, 2013).

O sistema era composto pela seguinte configuração básica:

- a) 144 (cento e quarenta e quatro) módulos fotovoltaicos;
- b) 06 (seis) inversores monofásicos fotovoltaicos, que totalizam 30 kW;
- c) 03 (três) inversores monofásicos de 5 kW, utilizados no carregamento bidirecional das baterias, que totalizam 15 kW;
- d) 02 (dois) bancos de bateria de backup de 24 elementos;
- e) 01 (um) quadro de distribuição CA (3 x 220 V/127 V-60Hz);
- f) 02 (dois) SPLITS de, no mínimo, 22.000 BTU;
- g) 02 (dois) desumidificadores, que garantiriam umidade relativa do ar dentro do shelter no patamar de 50% a 60% e 06 (seis) postes constituídos com seus respectivos painéis fotovoltaicos, baterias e luminárias externas com LED (diodo emissor de luz) (BRANDÃO, 2015).

Por meio desse sistema, os painéis solares são capazes de produzir até 20 kW de potência, ocupando uma área de 200 metros quadrados e sustentando, de maneira autônoma, em média, 15 horas diárias a EACEA de Surucucu, além de possibilitarem alguns procedimentos de manutenção corretiva e preventiva de maneira remota, evitando, assim, a presença permanente de militares naquela região de difícil sobrevivência. Em apenas seis meses de funcionamento, o projeto se pagou, reduzindo em 65% a queima de óleo para geração de eletricidade (SOLUÇÃO LIMPA, 2013).

4 SISTEMA DE ENERGIA A SER UTILIZADO EM CARAUARI

Neste tópico, iremos apresentar a situação atual de Carauari quanto à manutenção do funcionamento dos sistemas de comunicações bem como os custos de operação dessa Estação. Apresentaremos, também, as três possíveis fontes de energia alternativa que poderiam prover energia de qualidade, tendo em vista as deficiências na distribuição da energia comercial nessa região.

4.1 A situação atual da Estação de Carauari, EACEA-CA

Atualmente, a EACEA-CA dispõe, segundo Brandão (2015), de uma Casa de Força (KF) que supre diversos sistemas, na Estação, tais como: um grupo gerador com motor MWM de quatro cilindros, um gerador de energia WEG de 45 KVA e um grupo gerador funcionando em regime de stand-by. Esse sistema alimenta uma Casa de Transmissão (KT) com uma demanda de aproximadamente 15 KVA.

O fornecimento comercial de Energia Elétrica da Unidade de Controle do Espaço Aéreo de Carauari é realizado pela Eletrobrás, por meio da Amazonas Distribuidora de Energia S.A,

a um custo de R\$ 0,28 por kWh. O Sistema Elétrico existente na localidade é isolado, ou seja, não é ligado ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

Segundo Brandão (2015, p. 01), a EACEA de Carauari apresenta uma carga total de 12 kW, com tensão elétrica de alimentação de 220 VAC (tensão de linha) / 127 VAC (tensão de fase), com tolerância máxima de 5% nessa tensão nominal e 3% na frequência (60 Hz).

A Estação apresenta um pouco mais de 800 faltas/falhas de energia por ano, com um total de 400 horas de inoperância de energia comercial. Portanto, o grupo gerador consome aproximadamente 2.000 litros de diesel ao ano, no intuito de cobrir essas faltas/falhas de energia. Vale destacar que esse regime de trabalho a que são submetidos os equipamentos faz com que as falhas e inoperâncias no grupo gerador sejam frequentes e compromete o controle do tráfego aéreo na região. De acordo Brandão:

sessenta por cento (60%) das faltas/falhas de energia na localidade ocorrem durante o período de pico, entre as 18 e 21 horas (local), 20 % das falhas de energia durante o restante do período noturno e outros 20% durante o período diurno. Sessenta por cento (60 %) das faltas/falhas de energia não passam de 1 hora. (BRANDÃO, 2015, p. 02).

4.2 Custo de Operação da Estação

A Estação apresenta uma demanda de 12 kW de modo que um funcionamento ininterrupto durante um ano remete a uma demanda do destacamento de 105.120 kWh. O custo da tarifa praticada é de R\$ 0,28 por kWh, resultando no custo anual da EACEA-CA, de R\$ 29.433,60. (BRANDÃO, 2015).

Considerando os 2.000 litros de diesel utilizados, por conta das faltas/falhas de energia na localidade, a um custo de R\$ 2,60 por litro, o valor total de diesel é de R\$ 5.200,00 (BRANDÃO, 2015).

4.3 O Transporte Aéreo de Combustível

A utilização da aeronave Gran Caravan (C-98) com esforço aéreo previsto para 06 horas de voo entre Manaus e Carauari, ida e volta, tem o custo de US\$ 1.800,00 por hora. Ao transportar dois tambores de 200 litros de diesel, no máximo, e realizar cinco viagens para levar os 2.000 litros por ano, a Estação terá um custo anual, referente ao traslado de combustível, no valor de R\$ 189.000,00. O esforço aéreo, somado ao custo de aquisição dos 2.000 litros de diesel transportado, remete a um valor por litro consumido de $(R\$ 189.000,00 + R\$ 5.200,00) / 2.000 \text{ litros} = R\$ 97,10$ (BRANDÃO, 2015).

4.4 Sistema Fotovoltaico "On Grid" de Geração

Um sistema fotovoltaico conectado à rede, em inglês on-grid ou grid-tie, funciona

como um gerador de eletricidade que tem como combustível a energia solar e trabalha em conjunto com a rede elétrica da distribuidora de energia. O painel fotovoltaico gera eletricidade em corrente contínua, e o inversor de frequência (aparelho que faz a interface entre os painéis fotovoltaicos e a rede elétrica) converte em corrente alternada e “injeta” na rede elétrica. Antes de “injetar” a energia, o inversor “lê” os valores de voltagem e frequência da rede, para que não haja nenhuma “modificação” na energia. Os valores de tensão e frequência são referenciados pela rede elétrica comercial.

Quando a carga consome mais que a energia gerada pelas placas, o sistema compensa com a energia comercial e quando a carga consome menos que a energia gerada pelas placas, o excedente é liberado para a rede comercial, passando, então, a Estação a possuir um crédito de kWh na proporção de 1 para 1, com validade imposta de 36 meses com a concessionária (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012).

Conforme preconiza Brandão (2015), o sistema “on-grid” apresenta a seguinte vantagem: não utiliza baterias de armazenamento e controladores de carga de energia, o que torna a troca de energia 30% mais eficiente e o custo de implantação 40% mais barato. Em contrapartida, o sistema desliga os inversores todas as vezes em que há falha/falta na rede, já que todos os parâmetros são referenciados pela própria rede, caracterizando uma deficiência do sistema.

4.5 A viabilidade do Sistema “On Grid”

O sistema de fornecimento de energia híbrida na EACEA de Carauari-AM deverá ser composto de três tipos fontes de energia: solar, rede comercial e grupo gerador, ficando o sítio alimentado pela energia solar de 05 a 06 horas por dia no período diurno, com a energia comercial funcionando a noite. O grupo gerador de energia ficará no modo stand-by para o caso de faltas/falhas das fontes solares e energia comercial. O sistema fotovoltaico seria, então, dimensionado para funcionar por 06 horas diárias nos horários de pico. Com isso, seriam necessárias 360 placas de 250 W e mais algumas aquisições, tais como: módulos fotovoltaicos, um inversor trifásico, quadros de distribuição, suportes metálicos das placas solares e custos com transporte de logística e treinamento, que somariam R\$1.100.000,00 (BRANDÃO, 2015).

Conforme Brandão (2015, p.04), “considerando esse custo total para implantação do sistema (R\$1.100.000,00) e o valor do custo anual da energia elétrica (R\$ 29.433,60), a instalação do sistema de energia solar “on grid” será paga em 37 anos e 05 meses.”

4.6 A Viabilidade do Sistema Híbrido Eólico/Grupo Geradores Diesel

Para que seja possível do ponto de vista econômico, a geração de energia com turbina eólica deve atender as condições de velocidade dos ventos de 06 m/s anuais (Wind Power, Dinamarca) na localidade de instalação. O terreno plano é o ideal para que

os ventos atuem de maneira regular na turbina, pois os montanhosos e irregulares geram turbulências, diminuindo consideravelmente a eficiência da captação dos ventos. Para o seu funcionamento, as turbinas atuam com uma velocidade de ventos instantânea mínima de 4,5 m/s e, conforme o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Eng. Sérgio de Salvo Brito - CRESEB, a região de Carauari apresenta velocidades médias anuais inferiores a 4,5 m/s.

Além disso, é importante ressaltar que o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) se mostra contrário quanto à instalação de turbinas eólicas em áreas de preservação ambiental.

4.7 A Viabilidade de Sistema com Banco de Baterias (UPS)

Nesse sistema, seriam utilizados dois bancos de 24 baterias com total de 48 baterias Tipo OPZS de 1500 Ah e quadros elétricos com retificadores e inversores de frequência.

Pelas características das faltas/falhas, o banco atuaria somente em 60% delas, pois ele seria projetado para funcionar durante 1 hora ininterrupta, ficando a cargo do grupo gerador o período subsequente.

O custo de implantação de um banco de baterias com as características mencionadas anteriormente é de R\$ 700.000,00, considerando o custo total de utilização de diesel atuando em 60% das falhas $R\$ 194.200,00 \times 0,6 = R\$ 116.520,00$. Portanto, o retorno de investimento será de $R\$ 700.000,00 / R\$ 116.520,00 = 6$ anos. (BRANDÃO, 2015, p. 05).

5. CONCLUSÃO

Este trabalho teve por objetivo apresentar uma solução viável de energia alternativa para a Estação de Apoio ao Controle de Espaço Aéreo de Carauari-AM, com o intuito de suprir as faltas/falhas, que comprometem a cobertura do espaço aéreo em questão. Dentre os tipos de produção de energia elétrica que o Brasil possui, observamos algumas matrizes energéticas que seriam possíveis, mas esbarrariam na viabilidade tendo em vista que o tipo de matriz energética que se busca venha atender apenas essa Estação.

De acordo com o exposto, a implantação de turbinas eólicas no sítio de Carauari-AM mostrou-se inviável economicamente, pois ainda que seja de baixo custo, comparando-se com as tradicionais matrizes energéticas, não é útil para essa Estação. Além de o projeto eólico depender do vento, que possui média abaixo do ideal em Carauari, o impacto ambiental também deve ser levado em conta; pois, de acordo com o IBAMA, a instalação de turbinas eólicas no local traria sérios prejuízos às reservas ambientais e indígenas.

A construção de uma usina solar "on grid", em grandes centros como Belém-PA e Manaus-AM, seria uma opção viável já que o custo de implantação é 20% menor em relação à Carauari e a energia excedente (kWh), produzida nesses locais, poderia ser utilizada numa

estação de mesmo CNPJ, conforme a Resolução Normativa – ANEEL, nº 482, (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012). Porém, a implantação dessa usina solar, por sua vez, apresenta ressalvas quanto ao tempo de “Pay-Back” (tempo necessário para o retorno do investimento aplicado), pois 37 anos e 5 meses é considerado um tempo alto para o retorno do investimento, tendo em vista que o fabricante oferece 20 anos de garantia para os equipamentos utilizados na usina solar. Com isso, a matriz energética solar “on grid” acaba sendo inviável em Carauari, devido ao longo tempo de retorno financeiro, sendo ainda necessário substituir os equipamentos empregados na implantação dessa fonte de energia alternativa durante o período de “Pay-Back”.

Já o banco de baterias reduziria em 60% os efeitos das faltas/falhas de energia e a consequente utilização do grupo gerador como fonte emergencial, proporcionando uma economia de R\$ 116.520,00 ao ano, em diesel e em esforço aéreo utilizado para o transporte do combustível até a localidade. Vale ressaltar que o banco de baterias não produz energia elétrica, apenas a armazena e ainda é menos agressivo ao meio ambiente. Decerto, o banco de baterias mostra-se mais viável não só pelas características da localidade, mas pelo baixo custo de manutenção e implantação.

Sendo assim, podemos concluir que existe, assim como houve em Surucucu, uma forma alternativa de suprir as deficiências de energia fornecida pelas concessionárias em Carauari-AM. Esse fato corrobora com o pressuposto deste trabalho, visto que a segurança da navegação aérea é aumentada, a partir do momento em que as lacunas deixadas pela interrupção do fornecimento da energia elétrica passam a não mais existir.

REFERÊNCIAS

PEREIRA, Geraldo Magela. As bacias hidrográficas e os usos múltiplos da água. In: _____. **Projeto de usinas hidrelétricas passo a passo**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. p. 01-27.

REIS, Lineu Belico dos; SANTOS, Eldis Camargo. Aspectos sócios ambientais da energia eólica. In: _____. **Energia elétrica e sustentabilidade: aspectos tecnológicos, socioambientais e legais**. São Paulo: Manole, 2015. p. 90-99.

ALVES FILHO, João. Hidroelétrica x Termoelétrica. In: _____. **Matriz energética brasileira: da crise à grande esperança**. Rio de Janeiro: Mauad, 2003. p. 109-113.

RÜTHER, Ricardo. Introdução. In: _____. **O potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil**. Florianópolis: Labsolar, 2004. p. 08-09.

PAIM, Dalmo José Braga. **Utilização de Energia Solar no SISCEAB. 2008**. 51 f. Monografia (Curso de Comando e Estado-Maior) - Escola de Comando e Estado Maior da Aeronáutica, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2008.

SOLUÇÃO limpa. **Revista Aerovisão**, Brasília, ano 40, n. 236, p. 21-25, abr./maio/jun. 2013. Disponível em:

<<http://issuu.com/portalfab/docs/aerovisao236/21>>. Acesso em: 12 ago. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **ANEEL 482**: Resolução Normativa, 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2015.

BRANDÃO, Boris Silva. **Cálculo de retorno de investimento para utilização de energia solar on-grid Estação de Apoio de Controle do Espaço Aéreo de Carauari (EACEA-CA)**. Manaus: DT CINDACTA IV, 2015. 5 p. 01/EEN/2015.

BRANDÃO, Boris Silva. Comparativo de implementação de energia Eólica/Diesel e Solar/Diesel no sítio de Surucucu. Manaus: DT CINDACTA IV, 2011. 6 p. 02/TNMC/2011.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

UT - Unidade de Telecomunicações

EACEA - Estação de Apoio de Controle do Espaço Aéreo

CINDACTA - Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle do Espaço Aéreo

ACC - Centro de Controle de Área

COPM - Centro de Operações Militares

SILOMS - Sistema Integrado de Logística de Materiais e de Serviços

GMG - Grupo Motor Gerador

KT - Casa de Transmissão

KF - Casa de Força

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

OS - Ordem de serviços

VHF - Very High Frequency

UHF - Ultra High Frequency

KW - Kilowatts

NM - Milhas Náuticas

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

CA - Corrente Alternada

V - Volt

Hz - Hertz

LED - Diodo Emissor de Luz

MWM - Motoren Werke Mannheim

WEG - marca de bateria

KVA - kilo volt àmpere

VCA - tensão alternada

BTU - British Thermal Unit

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente

UPS - Uninterruptible Power Supply

CNPJ - Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica