



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

FI/GET/10
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO – XIV

GRUPO DE ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GESTÃO DA TECNOLOGIA, DA INOVAÇÃO E DA EDUCAÇÃO - GET

CENÁRIOS DE GERAÇÃO RENOVÁVEL, SMART GRID E VEÍCULOS ELÉTRICOS NO ARQUIPELAGO DE FERNANDO DE NORONHA

**EDUARDO FONTES SILVEIRA (*)
ITAIPU BINACIONAL**

**TAYGOARA FELAMINGO DE OLIVEIRA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo pormenorizado de viabilidade para a substituição da energia térmica (hoje responsável por 100% da energia da ilha de Fernando de Noronha) por energia de fontes renováveis abundantes. Além disso, contribuindo para o caráter inovador do trabalho, este englobará também o impacto de um aumento de demanda energética causado pela substituição da frota de carros movidos a combustão existentes na ilha por uma frota de veículos elétricos.

Para realização desses estudos utilizou-se um modelo computacional que relaciona aspectos de engenharia a variáveis econômicas de modo a construir caminhos e cenários para implementação de projetos de engenharia de maneira viável economicamente. Os cenários foram construídos usando parâmetros reais de equipamentos e recursos e depois simulados computacionalmente de modo a aferir sua viabilidade.

PALAVRAS-CHAVE

Geração Renovável, Sistema Energético Híbrido, Fernando de Noronha, HOMER Software, Veículo Elétrico

1.0 - INTRODUÇÃO

As Energias Renováveis estão conectadas a todos esses desafios e é crucial adaptar a matriz energética mundial a uma nova realidade ambiental, econômica e social. Globalmente a participação das energias renováveis tem crescido substancialmente e irão continuar crescendo por pelo menos duas décadas (1).

Pela menor concentração dos recursos naturais utilizados como fontes renováveis, elas são capazes de prover maior segurança energética aos países que as utilizam, e seu aproveitamento em maior escala é um dos principais instrumentos de combate às mudanças climáticas decorrentes do aumento da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera. E além de prover esses benefícios, as fontes de energia renováveis, se implantadas apropriadamente, podem também contribuir para o desenvolvimento social e econômico, para a universalização do acesso à energia e para a redução de efeitos nocivos ao meio ambiente e à saúde.

Conforme outros sistemas insulares, a geração de energia de Fernando de Noronha encontra-se baseada na importação de combustível fóssil, sujeitando-se, portanto, à "tirania da distância", onde o custo de transporte e o controle de riscos de todo o sistema de abastecimento, distribuição e armazenamento, projetam os preços do litro do óleo diesel à patamares bastante elevados, em geral muito acima dos preços médios de mercado.

E além da distância, Fernando de Noronha, assim como em outros sistemas isolados, possui restrições naturais que implicam em baixa capacidade produtiva primária, ou seja, PIB e balança comercial limitados, necessitando-se que a importação de energia seja subsidiada.

(*) Avenida Tancredo Neves, n° 6731 – almoz. 5 - AM.GB – CEP 85.856-970 Foz do Iguaçu, PR – Brasil
Tel: (+55 45) 3520-5988 – Fax: (+55 45) 3520-5985 – Email: eduardos@itaipu.gov.br

O estudo desvenda a capacidade não só natural, mas econômica que Fernando de Noronha possui para mudar esse quadro, deixando de ser um vilão do sistema energético estadual para ser exemplo de aplicação economicamente viável das energias renováveis.

Serão analisados cenários de energia renovável para a ilha principal do arquipélago de Fernando de Noronha utilizando um modelo computacional específico de comparação de sistemas energéticos por meio de seus custos. Esses cenários migram do sistema atual (somente utilizando óleo diesel) para um sistema que possui Energias Renováveis até que se encontre um ponto ótimo econômico.

Além disso, busca-se estudar um cenário com aumento da demanda de energia elétrica por meio da substituição da frota de veículos movidos a motores de combustão interna por uma frota de veículos elétricos. Os impactos são medidos em termos econômicos, energéticos e ambientais.

São realizadas ainda discussões transversais abordando a nacionalização de algumas tecnologias, o custo dos painéis solares e sua implicação nos projetos de engenharia brasileiros, bem como aspectos ambientais relevantes como emissões de gases tóxicos e avaliação da pegada ecológica do sistema insular de Fernando de Noronha.

2.0 - METODOLOGIA

O Hybrid Optimization Modeling Software – HOMER é um modelo computacional de otimização de microcentrais de energia que foi desenvolvido pela National Renewable Energy Laboratory – NREL como uma das respostas do governo norteamericano ao relatório principal da ECO 92 (2).

O programa computacional simplifica a tarefa de avaliação de projetos de sistemas híbridos, os quais contêm uma mistura de geradores convencionais, cogeração, turbinas eólicas, energia solar fotovoltaica, energia hidroelétrica, baterias, células a combustível, biomassa, dentre outros insumos.

A ferramenta também disponibiliza uma série de funções de orçamento, podendo-se determinar o custo de projeto em diversos cenários de disponibilidade de energia, contribuindo para a minimização de custos e a otimização do projeto baseado em vários fatores, como por exemplo, a diminuição na emissão de CO₂.

O sistema efetua cálculos do balanço de energia para cada uma das 8.760 horas do ano. Para cada hora, é comparada a demanda elétrica e térmica com a energia que o sistema pode fornecer naquela hora, levando-se em consideração os fluxos de entrada e saída de energia em cada componente do sistema. Para sistemas que incluem baterias ou geradores movidos a combustível fóssil, é possível calcular e auxiliar na decisão de como operar os geradores em cada hora e se é melhor carregar ou descarregar as baterias.

O software também mostra se uma configuração é viável e estima o custo de instalação e operação do sistema durante a vida útil do projeto. Os cálculos de custo do sistema incluem: custo de capital, custo de reposição, custos de operação e manutenção, custos com combustível, entre outros. Depois de simular todas as possíveis configurações de sistema, elas são ordenadas pelo custo presente líquido (às vezes chamado de custo de ciclo de vida), o qual você pode utilizar para comparar as opções de projeto do sistema.

Nesta lógica, três principais atividades são realizadas: simulação, otimização e análise de sensibilidade (figura 1). No processo de simulação, apenas uma configuração do sistema é modelada e simulada verificando a cada hora sua viabilidade técnica e seu custo.

Já na otimização, várias configurações de sistemas são simuladas de modo a encontrar um sistema ótimo que satisfaça as condições técnicas e, ao mesmo tempo, possua o menor custo. E no processo de análise de sensibilidade, alguns parâmetros são fixados na simulação de modo a permitir uma análise de incertezas, como por exemplo, se a velocidade do vento aumentar, poderei desligar totalmente o sistema diesel?

3.0 - FERNANDO DE NORONHA

O Arquipélago de Fernando de Noronha (FN) situa-se a quatro graus abaixo da linha do Equador, nas coordenadas 3,54 S de latitude e 32,25W, distante 545 km de Recife e 360 km de Natal. É constituído por 21 ilhas, rochedos e ilhotas com um total aproximado de 26 km². A ilha principal que dá o nome ao arquipélago possui área de 17,6 km².

No arquipélago de FN existem quatro Unidades de Conservação, duas federais: o Parque Nacional Marinho que abrange 70% do arquipélago enquanto a APA Fernando de Noronha – Rocas – São Pedro e São Paulo que abrange 30%. E duas estaduais: uma APA e um Parque Nacional, o primeiro abrange a totalidade do arquipélago e

o segundo quase a totalidade. Além disso, o arquipélago é detentor dos títulos de Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e Sítio de Patrimônio Natural Mundial, concedidos pela ONU, por meio da UNESCO.

Embora com as peculiaridades de um ambiente insular, a infraestrutura urbana em Fernando de Noronha pode ser comparada a maioria das cidades, onde as ações da gestão são, normalmente, de caráter corretivo, com foco apenas sobre o reparo de situações problemáticas já estabelecidas.

Após o acidente e quebra da turbina eólica em 2009, o sistema de abastecimento energético de Fernando de Noronha é, nos dias atuais, totalmente baseado em geradores diesel. Eles devem suprir uma demanda média de 1,8 MWh ou 43 MWh/dia. O custo do óleo diesel mensal (aproximadamente US\$ 1,83 - cotação de Julho/13) é dado pela soma do preço na nota fiscal (R\$ 2,09) que é mais do que dobrado com os custos logísticos (R\$ 2,11) envolvendo o transporte marítimo do Rio de Janeiro ao Porto de Suape (Recife), do Porto de Suape até o Porto em Fernando de Noronha, somados ainda ao custo do transporte dentro de Fernando de Noronha. Desta maneira o valor total é de R\$ 4,20, em torno de US\$ 1,83 (Cotação de junho/13).













No total são cinco máquinas diesel, aqui mostradas com seus valores de mercado (ver Tabela 1), e que funcionam intercaladas de 8 em 8 horas. A potência instalada total hoje é de 4,2 MW. Os dados das máquinas foram retirados in loco e os preços são os mesmos praticados no mercado brasileiro.

Tabela 1 – Dados dos Geradores Diesel

Gerador tipo 1 Cummins QST30G3 - 1023 kVA (x2)			Gerador tipo 2 KTA50g3 - 1375 kVA (x1)			Gerador tipo 3 Caterpillar de 684 kVA (x2)		
Tamanho	900	kW	Tamanho	1.200	kW	Tamanho	600	kW
Custo Novo	675.000	\$	Custo Novo	900.000	\$	Custo Novo	450.000	\$
Custo Troca	540.000	\$	Custo Troca	720.000	\$	Custo Troca	360.000	\$
O e M	1,5	\$/hr	O e M	2,0	\$/hr	O e M	1,5	\$ - hr
Vida útil	15.000	horas	Vida útil	15.000	horas	Vida útil	15.000	horas

Inserindo os dados de carga de Fernando de Noronha e dos geradores diesel que lá se encontram as simulações são iniciadas no modelo computacional. Para todas as simulações foram consideradas a taxa SELIC (7,9% em 2013 - Banco Central do Brasil) como taxa anual de interesse e o período de projeto de 25 anos.

FIGURA 1 – Simulação apenas com os geradores diesel

			Label (kW)	Label (kW)	Label (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Label (hrs)	Label (hrs)	Label (hrs)
			900	1200		\$ 1,575,000	10,636,327	\$ 116,092,0...	0.684	0.00	5,413,680	8,760	8,760	
			900		1200	\$ 1,575,000	10,645,087	\$ 116,186,3...	0.684	0.00	5,413,680	8,760		8,760
			900	1200	600	\$ 2,025,000	10,631,455	\$ 116,489,5...	0.686	0.00	5,413,680	8,760	8,760	0
				1200	1200	\$ 1,800,000	11,134,011	\$ 121,675,3...	0.717	0.00	5,623,920		8,760	8,760

Verificamos que o resultado ótimo é apresentado na Figura 5 (sublinhado) com apenas dois grupos geradores (do tipo 1 e 2, conforme tabela 1) totalizando 3 MW. Vemos que para uma demanda média de 1,8 MW, segundo o modelo computacional não ocorrerão picos maiores de 1,2 MW o que nos leva a afirmar que o sistema instalado de Fernando de Noronha que possui 4,2 MW está superdimensionado.

4.0 - SISTEMA ÓTIMO

Nesta seção, parte-se então para encontrar um sistema híbrido que possua mais do que 50% de energia renovável em sua matriz energética, mas que concomitantemente, seja viável economicamente.

A figura 2 mostra então o resultado da simulação computacional de vários sistemas com participação crescente de energias renováveis, começando com o Híbrido 51 (51% de geração oriunda de fontes renováveis) até o Híbrido 100 (100% de geração oriunda de fontes renováveis) corroborando com os anseios dos governantes que desejam uma ilha sem poluição oriunda de sua geração de energia.

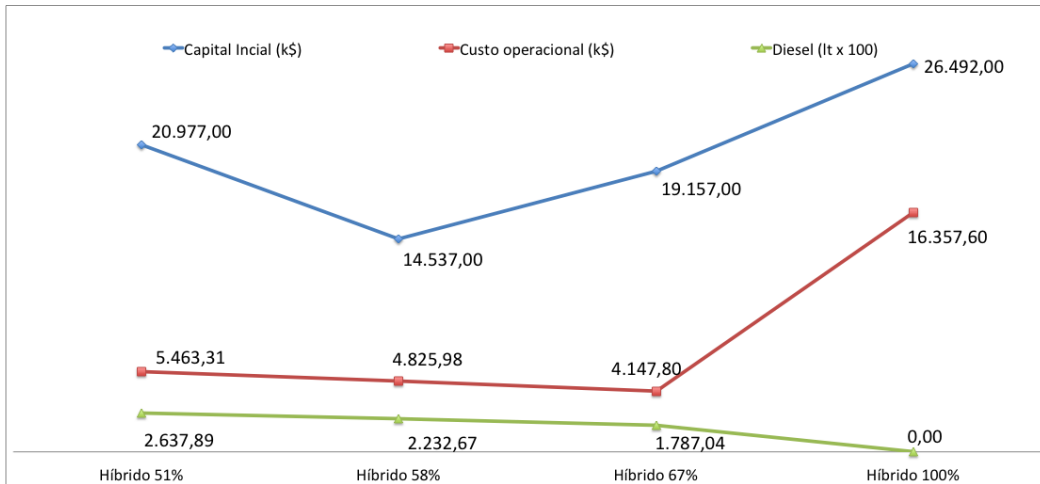


FIGURA 2 – Comparação dos Sistemas com mais de 50% de renováveis

De acordo com a Figura 2, o custo operacional e o diesel utilizado decrescem quase que linearmente do 51% até 67%. Já o custo de capital inicial, que decaíra de 51% para 58% aumenta no Híbrido 67%. Isto se dá devido a maior quantidade de turbinas eólicas a serem compradas para garantir o aumento de energia renovável.

Apesar do alto capital inicial, o HOMER aponta para o sistema com 67% como mais vantajoso. Tanto o Custo Presente Líquido (NPC) quanto o Custo equivalente (COE) são os menores dos sistemas simulados. Ressalta-se que foram simulados outros sistemas entre 67 e 100% de renováveis, mas viu-se que a partir de 67% o custo presente líquido e o custo inicial cresciam bastante até chegar a 100% de participação renovável. Desta maneira, o modelo apontou o sistema de 67% como ponto ótimo de equilíbrio entre a participação de renováveis e o custo do sistema.

A Tabela 2 mostra os equipamentos utilizados em cada sistema. Observa-se que o mais vantajoso (Híbrido 67%) não utiliza painéis fotovoltaicos. Entende-se que este fato se dá por uma junção de pelo menos dois fatores: a grande disponibilidade eólica em Fernando de Noronha e o alto custo do painel solar no Brasil.

Tabela 2 – Componentes dos Sistemas Renováveis Simulados

Sistemas Modelados	Diesel (kW)	PV (kW)	Wind (kW)	Converter (kW)	Battery (nr)
Hybrid 51%	4.200	2.000	1.500	2.000	128
Hybrid 58%	4.200	0	3.000	2.000	128
Hybrid 67%	4.200	0	4.500	2.000	128
Hybrid 100%	0	1.800	4.750	2.000	128

Ressalta-se que os sistemas não utilizam toda a capacidade de carga instalada. O modelo simula os melhores horários, de acordo com a disponibilidade da fonte para operar cada um sempre buscando um menor custo. Pelo número de baterias utilizadas, que é constante, podemos dizer que o sistema funciona com cerca de 3MWh intermitentes, para suprimento da carga principal, da carga reserva e do armazenamento do excedente.

Vemos pela tabela 6 que a partir de 67% deveríamos começar a colocar painéis solares até chegarmos a 100% de geração renovável, o que inviabiliza economicamente a tentativa de tornar a ilha totalmente sustentável, conforme custos do sistema Híbrido 100% supracitados

Outra importante constatação obtida por meio do modelamento é o fato de não ser necessário desmobilizar o sistema diesel já instalado no arquipélago. Todos os sistemas híbridos até 67% mantêm os geradores diesel. Este fato se dá pelo motivo de que o grande custo da geração a diesel não está na aquisição dos motores em si, mas no custo do combustível. Além disso, mantendo-se o sistema diesel com os cinco geradores existentes pode-se utilizá-los em escala de rodízio, aumentando sua vida útil bem como otimizando os intervalos de suas manutenções.

O valor absoluto das emissões do Sistema Híbrido 67% calculado pelo modelo apresenta uma redução percentual de aproximadamente 70%. Assim, é notável a contribuição que a contínua inserção de fontes renováveis trará ao planeta se for mais incentivada e tiver seu custo minorado.

5.0 - SISTEMA ÓTIMO COM FROTA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Um fenômeno ocorrido em FN foi um aumento expressivo no número de automóveis e demais veículos movidos a motores de combustão interna dentro da ilha principal. Numa comparação com outras ilhas que se assemelham a Fernando de Noronha em tamanho (Nauru e Tuvalu), ou em renda per capita (Belize, Cook Islands e Maldivas), Noronha ainda tem um índice de automóveis per capita bem acima das demais (Figura 3).

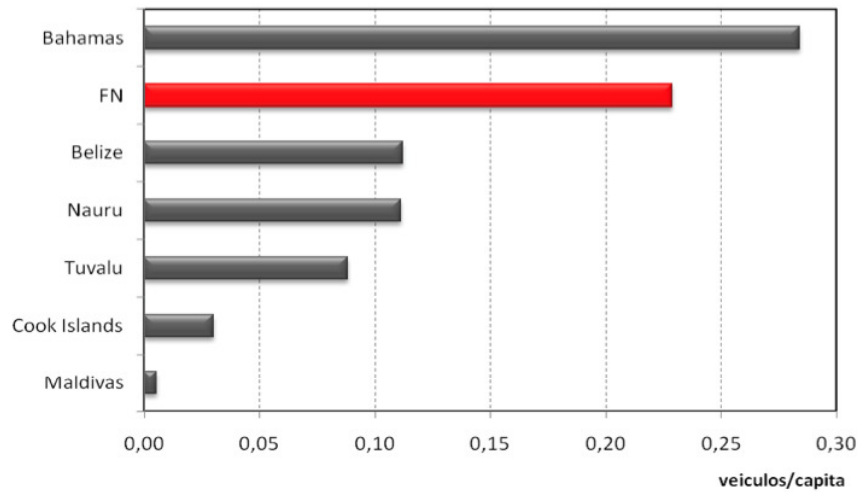


FIGURA 3 – Nº de automóveis per capita nas ilhas (3)

Vê-se que a única ilha que ultrapassa Fernando de Noronha é Bahamas, mas salienta-se que a renda per capita em Bahamas é aproximadamente 5 vezes maior que a renda per capita em Noronha.

No último levantamento do IBGE, a quantidade total de veículos foi de 991. De modo a facilitar a simulação, transformam-se todos estes veículos em veículos movidos com baterias utilizando-se como base os protótipos feitos em Itaipu, como Jipe Elétrico, Ônibus Híbrido à etanol, Mini ônibus, entre outros, ficando com 868 veículos equivalentes.

Para nosso estudo vamos estabelecer que esses 868 possuem uma média de consumo de carga em kW próxima da real. Como todos trafegam nasegunda menor estrada do Brasil (BR 363) com apenas seis quilômetros de extensão, vê-se que não existe muito deslocamento, apenas uma alta quantidade de veículos.

Assim, assumindo que cada um destes veículos rode quatro vezes essa extensão por dia, ou seja 24 km, as baterias consumiriam cerca de 4kWh ao longo de um dia (também tomando-se como base a autonomia dos veículos produzidos em Itaipu). Multiplicando-se este valor pela quantidade de veículos equivalentes (868 veículos), o consumo energético diário da frota é de 3,47 MWh. Sabendo-se que o consumo diário total de Fernando de Noronha é de 43 MWh/dia, vê-se que o impacto é muito pequeno na carga total, cerca de 8,7% apenas. Simulou-se então essa nova carga da ilha para verificação da mudança ou não do sistema ótimo para a ilha, considerando-se esta hipótese.

A tabela 3 mostra um aumento no capital inicial de aproximadamente 1,5 milhões, o que é explicado pelo fato de que em relação ao sistema ótimo anterior (Híbrido 67) devem ser comprados mais um inversor de 200 kW e mais 42 baterias.

Tabela 3 – Comparação entre o Sistema Híbrido 67% e o sistema ótimo com VE

	Capital Inicial (k\$)	Custo operacional (k\$)	Total NPC (k\$)	COE (\$/kW)	Fração Renovável	Diesel (mil L)
Híbrido 67%	19.157,00	4.147,80	63.814,70	0,37	0,67	1.787,04
Ótimo om VE	20.665,00	4.542,72	69.574,62	0,38	0,66	1.954,04
Diferença absoluta	1.508,00	394,92	5.759,92	0,01	-0,01	167,00
Diferença percentual	7,87%	9,52%	9,03%	2,97%	-1,49%	9,34%

O aumento do capital inicial aliado ao aumento no custo operacional acabou refletindo no aumento de 9,03% do custo presente líquido (NPC) e de 2,97% do custo equivalente (COE). Nota-se ainda que ocorreu uma sutil diminuição na fração renovável, em consequência do aumento do consumo de óleo diesel.

O modelo mostra um aumento de quase 500 toneladas de emissão de CO² resultante do maior consumo de óleo diesel dos geradores estacionários para suprir o aumento de carga para abastecimento dos veículos elétricos (VEs). Assim, deve-se perguntar: Do ponto de vista energético e ecológico, seria interessante transformar todos os carros da ilha em VEs e depois queimar 167 mil litros a mais de óleo diesel para gerar energia para estes carros rodarem?

Um estudo conduzido no Programa VE de Itaipu (4) mostra que do ponto de vista energético, considerando as perdas do poço à roda (well-to-wheel), se utilizarmos o petróleo para transformá-lo em diesel e aplicarmos em um veículo convencional, somente 15% da energia deste processo será convertida em movimento, ou seja, perde-se 85% da energia. No entanto, se a mesma quantidade de petróleo for utilizada numa usina termelétrica para produção de energia a ser utilizada em um VE, o rendimento do processo alcança 40%.

Sob a ótica de emissões, utilizando o sistema equivalente de 868 veículos rodando 24 km por dia, utilizando uma calculadora de emissão de CO² (5) vemos que, se movidos a combustão interna, os veículos emitiriam 1.808,4 toneladas de CO² por ano. Desta maneira a emissão total do sistema híbrido sem substituição dos veículos, passaria a ser de 6.514,26 toneladas, ou seja: 4.705,86 informadas pelo modelo computacional mais 1.808,4 toneladas emitidas nos escapamentos dos veículos movidos a combustível fóssil, conforme mostra Figura 4.

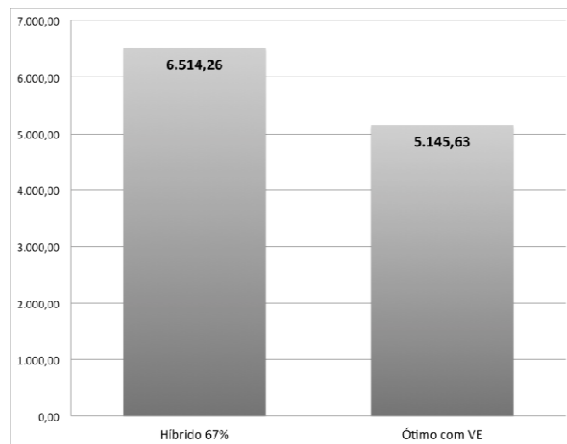


FIGURA 4 – Emissão de CO² considerando emissão do modelo mais a emissão veicular

Assim, levando-se em consideração também as emissões dos veículos na ilha, a transformação da frota em 100% elétrica do ponto de vista ambiental também é vantajosa. Desta maneira, tanto ambientalmente como energeticamente a mudança da frota é salutar, cabendo-se apenas uma discussão econômica.

Sabendo-se que as baterias dos veículos elétricos podem ser utilizadas para armazenamento de energia, no conceito de smart grid, onde na hora de maior demanda (horário de pico) o usuário forneceria carga para a rede. E também sabendo que grande parte do aumento de custo do sistema Híbrido 67 para o sistema com os VEs vem da aquisição de baterias, se as baterias já estivessem nos VEs, esse custo automaticamente cairia. Ou seja, no sistema precisamos de aproximadamente 160 baterias, mas nos carros temos 868 baterias, quase seis vezes mais, sabendo que cada bateria custa em média 20 mil dólares, teríamos uma economia de mais de 14 milhões e dólares. Assim, também do ponto de vista econômico seria vantajosa a substituição da frota insular de carros movidos a combustão interna, por veículos elétricos no conceito smart grid.

6.0 - CONCLUSÃO

O arquipélago de Fernando de Noronha evidencia alto grau de representatividade quanto aos ecossistemas naturais, onde a complexidade e o metabolismo das comunidades terrestres e aquáticas resulta em alta produtividade e diversidade biológica.

A evolução do meio urbano na ilha interfere diretamente nos ecossistemas e, caso essa evolução continue se dando sob o ritmo e padrão atuais, podemos ter o colapso de habitats terrestres e extinção de espécies marinhas. Por outro lado, caso seja adotada uma nova conduta voltada para a sustentabilidade do meio urbano, o homem poderá atuar como restaurador de um ecossistema que tem sido conduzido ao desequilíbrio por mais de 500 anos.

Este trabalho se esmera na construção de cenários para esta nova conduta, onde os sistemas urbanos deverão acompanhar a complexidade de relações existentes no ambiente natural contribuindo não somente para o desenvolvimento socioeconômico puro e simples, mas para uma melhor qualidade de vida em harmonia com a biodiversidade.

Vê-se que no primeiro momento é difícil abandonar totalmente a geração diesel sem um grande esforço de investimento de capital inicial. No entanto, as simulações mostraram que um sistema híbrido com 67% de energias renováveis já é perfeitamente viável para Fernando de Noronha. Além disso, esse sistema com participação de 67% de energias renováveis, reduz mais de 6 milhões o custo operacional anual do sistema em comparação com o sistema atual, somente à óleo diesel, e reduz cerca de 70% a emissão de gases de efeito estufa.

Existe a possibilidade em um futuro próximo da venda de créditos carbono a empresas estrangeiras dentro de regras estabelecidas no Protocolo de Kyoto, tornando as energias renováveis um ativo atraente não somente pelos benefícios ambientais, mas também econômicos. Utilizando 20 dólares por tonelada (6), o sistema híbrido economizaria ainda mais de 200 mil dólares.

Ressalta-se que o sistema híbrido ótimo encontrado não possui painéis fotovoltaicos e isto se deve ao alto valor deste item no Brasil, pois toda a tecnologia de produção dos filmes finos dos painéis hoje é importada, encarecendo os preços sobremaneira. No entanto, viu-se que com uma redução de 30% em seu valor, este começa a se tornar um item competitivo. Assim, caso a geração fotovoltaica receba o mesmo tratamento dado à energia eólica, que recrudescer seus preços fortemente por ações de incentivos governamentais, ela poderá também ser utilizada em Noronha, e em outros sistemas isolados ou insulares.

Não podemos deixar de mencionar que a ilha nunca será totalmente sustentável se mantiver a estrutura de mobilidade urbana baseada em motores à combustão. Desta maneira foi proposta a substituição da frota de veículos insulares para veículos com tração 100% elétrica, reduzindo a emissão de CO₂, NOX e outros poluentes. Esta diminuição além de trazer um componente de marketing para ilha, reduziria quase 2 mil toneladas de emissão de CO₂ atmosférico.

E, além de correta ambientalmente, essa mudança é salutar energeticamente, uma vez que a eficiência dos motores elétricos é maior que a dos motores movidos à combustão interna; e economicamente, reduzindo o custo inicial do sistema em até 14 milhões, uma vez que as baterias dos próprios carros poderiam servir de sistemas de armazenamento num conceito smart grid.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) International Eletrotechnical Commission - IEC. (2012). Grid integration of large-capacity renewable energy sources and use of large-capacity
- (2) Senado Federal Brasileiro. (1992). Relatório Final da Comissão Temporária da Rio Eco 92.
- (3) ENOCH, M.P, WARREN, J.P. (2008). Automobile use within selected island states. . Transport. Res. Part A.
- (4) NOVAIS, C. R. (2012). Veículos Elétricos no conceito smart grid: novo mercado, desafios e oportunidades. Seminário de Inovação de Itaipu.
- (5) KEYASSOCIADOS. (s.d.). calculadora de CO2. Acesso em 22 de junho de 2012, disponível em <http://www.keyassociados.com.br/calculadora-de-emissao-co2-carbono.php>
- (6) Ministério de Minas e Energia - MME. (2008). Estudo e determinação da capacidade de suporte e seus indicadores de sustentabilidade com vistas à implantação do plano de manejo da área de proteção ambiental do arquipélago de Fernando de Noronha. Brasília.

8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Eduardo Fontes Silveira, nascido em Brasília, 12 de Outubro de 1982. Formado em Engenharia Mecânica pela Universidade de Brasília – Unb em Março de 2006, com Mestrado em curso na UnB com previsão de formatura em 2103. Pós-graduado em 2012 em Gestão da Inovação pela UNICAMP. Ingressou na Eletronorte Eletrobras em 2007 trabalhando na área de P&D e Inovação fazendo a avaliação de novos projetos, redação de patentes, prospecção tecnológica, e a negociação de contratos de Transferência de Tecnologia. Já ministrou cursos em empresas do Setor Elétrico de todo o Brasil e entes governamentais nas áreas de Inovação e Propriedade Intelectual. Desde 2012 encontra-se cedido à ITAIPU atuando no Projeto Veículo Elétrico de ITAIPU e prestando consultoria na área Propriedade Intelectual à Fundação Parque Tecnológico de ITAIPU (FPTI).