

AFA

ACADEMIA DA FORÇA AÉREA

VICTOR SHIGUEO SUGAHARA DO NASCIMENTO

***FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA PARA
A UNIDADE CELULAR INTENDÊNCIA***



PIRASSUNUNGA – SÃO PAULO
2017

VICTOR SHIGUEO SUGAHARA DO NASCIMENTO

***FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA PARA A
UNIDADE CELULAR DE INTENDÊNCIA***

Trabalho Monográfico de Curso (TMC)
apresentado como requisito do Curso de
Formação de Oficiais Intendentes da
Academia da Força Aérea.

Orientador Prof. Dr. Luís S. P. Lopes

PIRASSUNUNGA

2017

VICTOR SHIGUEO SUGAHARA DO NASCIMENTO

*FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA PARA
A UNIDADE CELULAR DE INTENDÊNCIA*

Trabalho Monográfico de Curso (TMC),
apresentado como requisito do Curso de
Formação de Oficiais Intendentes da
Academia da Força Aérea

Data de aprovação: 01/11/ 2017

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA

Orientador: Professor Dr. Luís Sérgio Paçó Lopes

Membro Titular: Professor Dr. Paulo César Rioli Duarte de Souza

Membro Titular: 1º Ten Shayne de Souza Mattos

Local: Divisão de Ensino

Academia da Força Aérea

Pirassununga

À minha família por todo apoio, conselhos e lições no transcorrer de minha vida. À Maria Fernanda pela paciência, conselhos e sugestões. Àqueles que buscam conhecimento para transformar a realidade que vivem e a da Força Aérea Brasileira

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Luís Lopes por ter ensinado a usar as plataformas Word e Excel, bem como pela paciência e pelo direcionamento para confecção deste trabalho.

À Capitã Alessandra Carvalho pelas aulas que motivaram e serviram de amparo, bem como por ter estabelecido contato com oficiais da Subdiretoria de Encargos Especiais que forneceram dados relevantes para elaboração desse trabalho.

À Tenente Mayara por fornecer os dados técnicos dos geradores utilizados pela Unidade Celular de Intendência (UCI), além de tirar dúvidas sobre o consumo de energia na UCI e outros assuntos afins.

A todos que de algum modo possibilitaram a confecção desse trabalho, meu muito obrigado e mais sincero sentimento de gratidão.

“A percepção é forte e a visão é fraca. Em estratégia, é importante ver o que está distante como se estivesse próximo e ter uma visão distanciada do que está próximo.”

(Myamoto Musashi)

RESUMO

O presente estudo propõe uma análise da viabilidade de utilizar geradores de fontes alternativas à fonte utilizada atualmente, que é o gerador a diesel, na Unidade Celular de Intendência da Força Aérea Brasileira. Visando possibilitar à Intendência Operacional prestar seu apoio incondicionalmente em quaisquer locais do país e do exterior com redução de sua dependência e dos gastos pelo uso desse combustível, bem como diminuir a vulnerabilidade e aumentar a capacidade de permanência em território desdobrado. As alternativas estudadas são provenientes do uso de fontes renováveis solar e hídrica, pois possuem o maior acervo de estudos e itens comercializados com o intuito de fornecimento energético no mercado, sendo referenciados como meios de garantir a ininterrupta entrega de eletricidade em ambientes hostis, tanto por conta das intempéries locais, quanto por conta de ameaças de ataques inimigos. Por meio de critérios qualitativos, mais especificamente na elaboração de cenários de atuação, e quantitativos foi possível concluir que o uso desses geradores de fontes renováveis não só traz maior segurança às Unidades Celulares de Intendência, mas também é viável economicamente, com exceção de um dos geradores hídricos, de acordo com os indicadores Tempo de Recuperação Descontado, Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno. Assim, a utilização de fontes energéticas limpas é uma possibilidade a ser desbravada pela Força Aérea Brasileira, para garantir economia de meios materiais, financeiros e humanos, bem como aumentar sua eficiência e garantir a possibilidade de atender missões em quaisquer cenários.

Palavras-chave: Unidade celular de intendência. Geradores. Fontes renováveis. Eficiência. Segurança

ABSTRACT

The present study proposes an analysis of the feasibility of using generators of alternative sources to the current source, which is the diesel generator, in the Cellular Intendance Unit of the Brazilian Air Force. Aiming to enable the Operational Intendance to provide its support unconditionally in any place of our country and abroad, reducing its dependence and expenses for the use of this fuel, as well as reducing vulnerability and increasing the capacity to stay in hostile territory. The alternatives studied come from the use of renewable solar and water sources, since they have the largest collection of studies and items marketed with the purpose of supplying energy in the market, being referenced as means to guarantee the uninterrupted delivery of electricity in hostile environments, both by account of local weather, as well as threats of enemy attacks. Through qualitative criteria, specifically in the development of performance scenarios and quantitative it was concluded that the use of these renewable generators not only brings greater security to Cellular Intendance Units but also economically viable, except for one of the generators according to the Discounted Payback, Net Present Value and Internal Rate of Return indicators. Thus, the use of clean energy sources is a possibility to be cleared by the Brazilian Air Force to ensure economy of material, financial and human resources as well as increasing its efficiency and ensure the ability to accomplish missions in any scenarios.

Keywords: Cellular Intendance Unit. Generators. Renewable sources. Efficiency. Security.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Acampamento Montado Pela UCI.	17
Figura 2 – Rancho Montado Pela UCI.	18
Figura 3 – Módulo de Higiene da UCI.....	19
Figura 4 - Radiação Solar Global Diária, Média Anual.	24
Figura 5 - Kit de Geração de Energia Solar Fotovoltaica GSO-1080-24.....	25
Figura 6 – Modelo de Bateria para Gerador Solar <i>OFF-GRID</i>	25
Figura 7 – Sistema Solar OFF-GRID.	26
Figura 8 – Kit Solar SMA SUNNYBOY.	26
Figura 9 – Gerador de Energia Solar Móvel ECOSPOWERCUBE.....	27
Figura 10 – Gerador de Energia Solar com Painel Acoplado.	27
Figura 11 - Gerador Hidrocinético CAPPÁ.	29
Figura 12 – Atuação da Forma Exclusiva do Gerador na Obtenção de Energia.	30
Figura 13 – Funcionamento do Gerador CAPPÁ.....	30
Figura 14 – Especificações do Gerador CAPPÁ.....	31
Figura 15 – Gerador Hidrocinético IDENÉRGIE.	32
Figura 16 – Produção de Energia em Razão da Velocidade da Água.	33

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Efetivo de uma Unidade Celular de Intendência.....	19
Tabela 2 – Potência em Watts (W) por Item da UCI.....	37
Tabela 3 – Consumo de Diesel por Hora (L/H).....	38
Tabela 4 – Comparação entre os Geradores.	38
Tabela 5 – Preço dos Geradores.	40
Tabela 6 – Custo de Operação dos Geradores.	40
Tabela 7 - Economia por kWh dos Geradores de Fontes Renováveis.....	41
Tabela 8 - Fluxo de Caixa Descontado para Geradores Renováveis.....	43
Tabela 9 - Payback Descontado pelos Geradores.....	43
Tabela 10 - Fluxo de Caixa para Cálculo do VPL.....	45
Tabela 11 - Cálculo do VPL dos Geradores de Fontes Renováveis.	45
Tabela 12 - Taxa Interna de Retorno para os Geradores de Fontes Renováveis.	46

LISTA DE ABREVIATURAS

ACISO – Ações Cívico Sociais
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
BSP - Básico em Suprimento Técnico
COMAER – Comando da Aeronáutica
DIRAD – Diretoria de Administração da Aeronáutica
kW – Quilowatt
kWp – Quilowatt-pico
MMA – Manual do Ministério da Aeronáutica
NSCA – Norma do Sistema do Comando da Aeronáutica
SAD - Serviço de Administração
SEL – Serviço de Eletricidade
SEM – Serviço de Eletromecânica
SGS – Serviço de Guarda e Segurança
SISIOP – Sistema de Intendência Operacional
TAR – Taifeiro Arrumador
TCO – Taifeiro Cozinheiro
UCI – Unidades Celulares de Intendência
W – Watt

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 UNIDADE CELULAR DE INTENDÊNCIA	16
2 SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA	21
2.1 SISTEMAS RENOVÁVEIS E NÃO-RENOVÁVEIS.....	21
2.2 GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR.	22
2.3 GERADORES SOLARES.....	23
2.3.1 KIT DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA GSO- 1080-24.	24
2.3.2 KIT SOLAR SMA <i>SUNNYBOY</i>	26
2.4 GERAÇÃO DE ENERGIA HIDRÁULICA	28
2.4.1 GERADORES HÍDRICOS	28
2.4.2 GERADOR <i>CAPPA</i>	29
2.4.3 GERADOR IDENÉRGIE	31
3 ANÁLISE DE VIABILIDADE DE PROJETOS	34
3.1 ANÁLISE DE VIABILIDADE	34
3.2 ANÁLISE DE GASTOS E GERAÇÃO DE ENERGIA.....	36
3.2.1 CONSUMO ENERGÉTICO DA UCI	36
3.2.2 COMPARAÇÃO ENTRE OS GERADORES DA UCI E OS PROPOSTOS	37
3.2.3 ANÁLISE ECONÔMICA DO USO DOS GERADORES	39
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
BIBLIOGRAFIA	52

INTRODUÇÃO

A Força Aérea Brasileira (FAB) apresenta como uma de suas missões desenvolver a capacidade para atuar nos mais diferentes cenários de conflito ou de apoio à população, como por exemplo, nas Ações Cívico Sociais (ACISO). Este requisito implica necessidade de flexibilidade e rapidez nas suas operações. Nesse sentido, foram criadas as Unidades Celulares de Intendência (UCI) que podem ser acionadas para operar nesses diferentes cenários em até quarenta e oito horas (48) após serem requisitadas.

As UCI's são descritas na Norma do Sistema do Comando da Aeronáutica (NSCA) 400-2/2008 como

Unidade destinada ao apoio logístico, atividades de bem-estar e manutenção do moral e suprimento de materiais das classes I e II (Subsistência e Intendência, respectivamente) às Unidades Aéreas ou de Aeronáutica, em situação de emprego real ou de adestramento, em locais remotos ou desprovidos de recursos.

A disponibilidade de energia constitui-se em requisito essencial para seu funcionamento. A energia elétrica é considerada um bem de fundamental importância para os seres humanos na medida em que lhes proporciona conforto, segurança e inúmeras outras facilidades no desenvolvimento das suas atividades produtivas de forma a garantir melhor qualidade de vida.

Atualmente, a energia elétrica é uma das formas de energia mais utilizadas, como por exemplo, em aparelhos domésticos como chuveiros, lâmpadas, telefones, dentre outros. A versatilidade dos aparelhos elétricos, a disponibilidade de pontos de energia e o custo competitivo são fatores que incentivam a utilização desta forma de energia.

Assim, o acesso à energia é um fator crucial para o desempenho de uma Força Armada, pois é o que sustenta quase que a totalidade das atividades que ela desenvolve. Sua necessidade torna-se ainda mais premente no caso de atuação em cenários desdobrados, nos quais o acesso à energia é limitado. Nestas condições, torna-se necessária a criação de contingenciamentos e a demanda de comboios de transporte para manter as capacidades operacionais. Além disso, outras atividades acessórias devem ser desenvolvidas no âmbito da comunicação no sentido de possibilitar o monitoramento das unidades desdobradas para que se tenha um controle em tempo real da condição em que se encontra cada missão.

No teatro de operação, diante de um conflito, há frequentemente a necessidade de realizar mudanças de localização do efetivo militar que envolvem a utilização de recursos de vital importância, dentre os quais, pode-se destacar a eletricidade.

Diante destas condições e das vantagens proporcionadas pela disponibilidade de energia elétrica, as operações militares têm especial interesse no desenvolvimento de tecnologias de geração de energia que possam proporcionar uma contínua disponibilidade associada à viabilidade de transporte e à adequada capacidade de geração, de forma a possibilitar o desenvolvimento de suas missões.

Com o objetivo de “prestar apoio logístico em serviços específicos e materiais de classe que lhe são afetos, destinados a possibilitar o emprego de Unidade Aérea de nível Esquadrão, em ações militares, operando isoladamente” em missões desdobradas nas quais há participação da Força Aérea Brasileira, é previsto o emprego da Unidade Celular de Intendência. Esta unidade é instalada por oficiais intendentes e sua operação depende, atualmente, do uso de geradores a diesel. Dessa forma, a referida unidade passa a depender da energia elétrica, do gerador a diesel e do estoque de diesel.

Os riscos inerentes às operações militares associados às limitações de recursos e ao elevado grau de imprevisibilidade tornam a eficiência um princípio fundamental para as atividades de geração de energia. O artigo 37 da Constituição Federal ratifica a importância da eficiência na administração pública

A administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência (...) (Brasil, 1988).

O princípio da eficiência é expresso nas palavras de Moraes (2010, p.333) como

Aquele que impõe à administração pública direta e indireta e a seus agentes a persecução do bem comum, por meio do exercício de suas competências de forma imparcial, neutra, transparente, participativa, eficaz, sem burocracia e sempre em busca da qualidade, primando pela adoção dos critérios legais e morais necessários para a melhor utilização possível dos recursos públicos, de maneira a evitar-se desperdícios e garantir-se uma maior rentabilidade social.

Com base nos requisitos anteriormente apresentados, este estudo busca fontes alternativas de energia para a Unidade Celular de Intendência de forma a proporcionar economia de custos e, ao mesmo tempo, disponibilidade contínua, duradoura e de característica renovável.

Por conta disso, as fontes de energia solar e hídrica serão estudadas, pois apresentam características de disponibilidade, capacidade e viabilidade econômica e técnica, *a priori*, superiores às demais formas de geração. Além disso, são as que apresentam um maior número de publicações, estudos e artigos correlatos que constituem um consistente banco de dados de informações para o presente estudo sobre o uso de energias renováveis nas UCI da FAB.

O Manual da Unidade Celular de Intendência (Manual do Ministério da Aeronáutica – MMA - 400-3 – Cap. 1, p.2) descreve a importância de ações para “o aperfeiçoamento do funcionamento do Sistema de Intendência Operacional (SISIOP) da Força Aérea Brasileira através da melhoria na prestação do serviço de fornecimento de energia elétrica do Setor de Serviços Especiais da UCI”.

Além disso, a Norma do Sistema de Intendência Operacional (NSCA 400-2/2008, p. 18 da Diretoria de Administração da Aeronáutica - DIRAD) relata a importância de “propor ao Órgão Central, por intermédio do Esquadrão de Intendência, sugestões que visem ao aperfeiçoamento do Sistema”, e, também, incentiva ações de inovação quando estabelece para a Intendência a atribuição de “receber e estudar proposta de utilização de novos materiais e/ou equipamentos de campanha que visem à modernização das UCI”.(p. 15).

Com base nestas orientações normativas, o presente trabalho, que trata do estudo de alternativas de geração de energia por meio de formas econômicas, renováveis e limpas, além de apresentar-se alinhado com os princípios da economicidade, da eficiência, da eficácia preconizados pela administração pública e, especificamente pela FAB em suas Unidades Celulares, também se mostra alinhado com as prescrições descritas pelas normas internas da Intendência da FAB.

A implantação de mecanismos que permitam o uso dessas fontes energéticas limpas possibilitará, a longo prazo, uma significativa economia de gastos, bem como, redução dos gastos logísticos necessários para manter uma unidade desdobrada em operações reais ou de preparo. A importância destas economias pode ainda ser ressaltada diante do contexto atual de corte dos gastos que englobam os gastos diretos no preparo operacional do seu efetivo militar e outros gastos indiretos em atividades de apoio. Diante destas restrições, torna-se importante identificar os gastos relacionados às atividades mais relevantes para o desenvolvimento de determinada missão ou projeto de defesa.

Além disso, há um outro importante aspecto a ser considerado. A maior parte do orçamento da Defesa no Brasil é destinado a gastos com pessoal, restando pouco menos de 27% (como mencionado na revista online Segurança e Defesa sobre o Orçamento do Ministério da Defesa em 2017, matéria de 12 de janeiro de 2017) para serem utilizados com equipamentos ou

sistemas. Este último aspecto ratifica a necessidade da busca pelo uso eficiente do orçamento e do cumprimento do princípio da economicidade e, nesse sentido, este trabalho constitui-se em exemplo com base na utilização de novas tecnologias para geração de energias a partir de fontes renováveis em atividades militares.

Com base nestes pressupostos, este trabalho objetiva verificar a possibilidade de se implantar e utilizar fontes de energia alternativas solar e hidráulica nas Unidades Celulares de Intendência, levantando as seguintes questões: Há equipamentos disponíveis no mercado capazes de utilizar as fontes alternativas de energia estudadas? De que forma outras Forças Militares ao redor do mundo captam e utilizam as energias alternativas? É possível utilizá-las nas Unidades Celulares da FAB, tanto em missões ACISO, quanto em campanha?

A pesquisa será conduzida, primordialmente, com base no estudo e análise de manuais, artigos e publicações acadêmicas sobre o uso de energias renováveis solar e hídrica em diversos ambientes, bem como de temas relacionados provenientes tanto de fontes bibliográficas, quanto de sítios da internet. Esta pesquisa é baseada no caráter indutivo para a consecução de trabalho monográfico de forma a apresentar finalidade prática à Força Aérea Brasileira, complementando-se com informações dos requisitos energéticos de cada item utilizado na Unidade Celular de Intendência fornecidas pela Subdiretoria de Encargos Especiais. Este estudo será dividido em 4 capítulos. No capítulo 1 – Unidade Celular de Intendência – é abordada sua conceituação, objetivos, finalidades, constituição e seu papel nas atividades da Força Aérea Brasileira. No capítulo 2 – Sistemas de Geração de Energia – será tratado sobre as fontes de geração de energia a serem utilizadas na UCI, alguns geradores disponíveis no mercado e suas especificidades. No capítulo 3 – Análise de Projetos – será feita a conceituação desse tipo de análise, a verificação da viabilidade do uso dos geradores do Capítulo 2 como geradores auxiliares na UCI. Por fim, serão feitas considerações sobre as propostas de geração de energia apresentadas quanto à viabilidade técnica, econômica e operacional, além dos impactos sobre as vulnerabilidades identificadas nas UCI's.

1 UNIDADE CELULAR DE INTENDÊNCIA

A Unidade Celular de Intendência – UCI - é uma estrutura móvel da Força Aérea Brasileira utilizada durante operações com desdobramentos de Unidades Aéreas e de efetivo militar para apoiá-las por meio do fornecimento de materiais, alimentos, instalações e serviços de intendência. Assim, a UCI

É a unidade formada pelo pessoal, material e equipamento necessários ao apoio, em serviços específicos de intendência, à Unidade Aérea de nível Esquadrão e ao seu Escalão Móvel de Apoio, quando operando fora de sede (MMA 400-3).

A principal razão da existência da UCI reside no fato de que a permanência do homem no combate é ditada pelas condições sob as quais ele atua, notadamente pelas ações relacionadas ao bem-estar e à manutenção do moral dos efetivos militares e, também, pelas atividades logísticas de suprimentos, tanto em tempo de paz, quanto em tempo de guerra. Esta consideração, dada a sua importância, foi expressa em norma do Comando da Aeronáutica (COMAER)

[...] a manutenção do ânimo e da determinação nas condições de combate não nascem espontaneamente. Assevera-se, portanto, a importância das ações de bem-estar e manutenção do moral dos efetivos militares e, igualmente, das atividades de suprimento (classe I e classe II) que as sustentam, tanto em tempo de paz, quanto em tempo de guerra (NSCA 400-2).

Figura 1 – Acampamento Montado Pela UCI.



Fonte: http://www.defesanet.com.br/site/upload/news_image/2012/07/8605.jpg

Visando atender tais condições, a UCI é a unidade operacional responsável por fornecer e garantir as ações de bem-estar e de manutenção do moral por meio das suas atividades de suprimentos. De forma sistêmica, estas atividades são de responsabilidade da Diretoria de Administração da Aeronáutica (DIRAD) quando esta desenvolve o apoio logístico às Unidades Aéreas e de Aeronáutica, em locais remotos ou desprovidos de recursos, seja em operações reais ou de adestramento. Com base nestas constatações foi estabelecido como missão da UCI

[...]prestar o apoio logístico em serviços específicos e materiais de classes que lhe estão afetos, destinados a possibilitar o emprego de Unidade Aérea de nível Esquadrão, em ações militares, operando isoladamente (MMA 400-3).

Figura 2 – Rancho Montado Pela UCI.



Fonte: <http://www.fab.mil.br/sis/enoticias/imagens/pub/28407/i16314140912115693.jpg>

O apoio logístico prestado pela Unidade Celular de Intendência, segundo MMA 400-3, abrange as atividades de: Finanças; Suprimento classes I, II, III, IV e VI; Fornecimento de Itens Reembolsáveis; Transporte de Superfície; Serviço de Lavagem de Roupa; Fornecimento de Mão-de-Obra; Montagem, Manutenção e Desmontagem de Acampamento; Fornecimento de Alimentação; Exploração de Recursos Locais; Controle do Material Excedente; Coleta do Material Capturado do Inimigo; Reparo e Manutenção do Material de Intendência; Embarque e Desembarque de Material; Limpeza e Preparação do Terreno; Coleta, Reunião e Evacuação de Salvados; Sepultamento e Espólio; Entrega Postal; Facilidades Recreativas; Banho, Desinfecção, Sanitários e Barbearia; Suprimento d'Água; Tratamento d'Água; Fornecimento de Energia Elétrica. Em relação ao seu emprego, a MMA-400-3 preconiza que este deve ser pautado pelos princípios da flexibilidade, rapidez, mobilidade e simplicidade do apoio.

Figura 3 – Módulo de Higiene da UCI

Fonte: http://www.defesanet.com.br/site/upload/news_image/2016/03/30063.jpg

O chefe da UCI é oficial do Quadro de Oficiais Intendentes da Aeronáutica. A Tabela 1 apresenta o efetivo militar que integra cada UCI.

Tabela 1 - Efetivo de uma Unidade Celular de Intendência.

Patente	Setor de Origem	Quantidade
Oficial Intendente (Of Int)	Diversos setores	1
Sargento (Sgt)	SAD/SGS/BSP	1
	SEM/SEL	1
Cabo (CB)	SAD/SGS/BSP	4
Soldado (SD)	SAD/SGS/BSP	5
	TCO	2
	TAR	2
Total do Efetivo		19

Fonte: Elaborado pelo autor¹.

Conforme o MMA 400-3, cada UCI deve ser capaz de apoiar um efetivo de até 150 pessoas, incluindo seu pessoal orgânico; de promover o adestramento de seu pessoal na técnica

¹ O significado de cada uma das siglas dos setores de origem consta na Lista de Abreviaturas.

de Intendência em Campanha; realizar a manutenção e manter em satisfatório estado de conservação o equipamento e o material sob sua responsabilidade; adotar as medidas de segurança e defesa interna das instalações orgânicas da UCI, utilizando seus próprios meios; dimensionar o esforço logístico de Intendência necessário ao desenvolvimento das operações previstas. Além dessas atribuições, a MMA 400-1 determina que a UCI é responsável patrimonialmente por todo o material de uso comum das Unidades Celulares.

Para garantir o melhor desempenho, eficiência e eficácia no uso dos recursos da FAB para essas operações desdobradas, existe um sistema dedicado exclusivamente aos serviços da intendência em campanha: o Sistema de Intendência Operacional (SISIOP), cujo objetivo é:

Prestar o apoio logístico nas atividades de Intendência (bem-estar e manutenção do moral e suprimento de material das classes I e II) para que o Comando da Aeronáutica cumpra com eficácia sua destinação constitucional, permitindo a evolução, sem solução de continuidade, da situação de paz para de guerra (NSCA 400-2, 2008).

A classe de material I refere-se a elementos para subsistência da tropa e a classe de material II a materiais de intendência. Para atingir este objetivo, o SISIOP abrange as seguintes ações: definição dos objetivos (estratégicos, operacionais e táticos) a serem alcançados pela Intendência Operacional; planejamento das atividades capazes de atingir os objetivos definidos; organização dos recursos disponibilizados, conforme planejamento; gerenciamento dos recursos humanos afetos ao sistema; e controle dos resultados, em consonância com os objetivos definidos.

2 SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA

Há diversos sistemas de obtenção de energia elétrica sendo, usualmente, classificados em diferentes tipos, a saber, as fontes convencionais, as fontes fósseis e as fontes alternativas. As usinas hidrelétricas, por exemplo, constituem exemplo da fonte hídrica, tida como convencional devido à sua ampla utilização. As fontes que se utilizam de combustíveis como o petróleo, o gás e o carvão são consideradas fontes fósseis. Já as fontes alternativas são as que captam energia renovável, tais como, a solar, a eólica e a geotérmica. Para que um sistema de obtenção de energia opere de forma adequada, independente de qual seja, há a necessidade de que seja considerado no seu projeto aspectos como a demanda de energia a atender, sua distribuição e o local de instalação.

Um outro importante aspecto a ser considerado é a distinção entre fontes de energia renováveis e não renováveis. Esta distinção é muito importante para o presente estudo, pois as UCI's devem apresentar elevada confiabilidade apesar de operarem em ambientes desdobrados que, frequentemente, apresentam difícil acesso e elevados níveis de incerteza. Nesse sentido, as fontes renováveis tornam-se especialmente interessantes na medida em que minimizam a vulnerabilidade pelo fato de possuírem elevada confiabilidade, ou seja, apresentarem reduzidas chances de ocorrência de interrupções durante o apoio às operações militares desdobradas.

2.1 SISTEMAS RENOVÁVEIS E NÃO-RENOVÁVEIS.

As fontes não renováveis de energia são aquelas que utilizam elementos que são consumidos ao longo do tempo para produzir energia elétrica, havendo, portanto, um limite para sua utilização ditado pela escassez do elemento a ser consumido para a produção. Isto é, “as fontes de energias **não renováveis** têm recursos teoricamente limitados, sendo que esse limite depende dos recursos existentes no nosso planeta, como é o exemplo dos combustíveis fósseis.” (PORTAL ENERGIA, 2015).

Já as fontes renováveis de energia são teoricamente inesgotáveis, possibilitando sua permanente utilização ao longo do tempo para produzir energia elétrica, ou seja,

*As fontes de energia **renováveis**, são aquelas em que a sua utilização e uso é renovável e pode-se manter e ser aproveitado ao longo do tempo sem possibilidade de esgotamento dessa mesma fonte, exemplos deste tipo de fonte são a energia eólica e solar. (PORTAL ENERGIA, 2015).*

Também podem ser definidas como “Fontes de energia inesgotáveis ou que podem ser repostas a curto ou médio prazo, espontaneamente ou por intervenção humana.” (PORTAL ENERGIA, 2015).

2.2 GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR.

A energia solar é aquela proveniente da energia irradiada pelo sol. Existem atualmente duas principais formas de utilizar esta energia: a geração de energia elétrica e o aquecimento solar de água. Para a geração de energia elétrica, foco deste trabalho, existem dois processos: o **heliotérmico**, no qual a irradiação é convertida primeiramente em energia térmica e, posteriormente, em elétrica; e o **fotovoltaico**, no qual a irradiação solar é convertida diretamente em energia elétrica (ECYCLE, 2017).

No processo **heliotérmico** um concentrador solar capta a energia proveniente da incidência dos raios do sol e concentra em um fluido, que passa a ser aquecido, transformando-se em vapor e, em seguida, é utilizado para gerar energia elétrica. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) explica: a superfície refletora (espelho) dos concentradores tem forma parabólica ou esférica, de modo que os raios solares que nela incidem sejam refletidos para uma superfície bem menor, denominada foco, onde se localiza o material a ser aquecido. Os sistemas parabólicos de alta concentração atingem temperaturas bastante elevadas e índices de eficiência que variam de 14% a 22% de aproveitamento da energia solar incidente, podendo ser utilizada para a geração de vapor e, conseqüentemente, de energia elétrica. (ATLAS SOLARIMÉTRICO DO BRASIL, 2000). É importante ressaltar que o uso desse processo é realizado para o aquecimento da água, podendo ser utilizado para substituição de chuveiros elétricos já que proporciona significativa economia de energia, uma vez que os chuveiros são um dos maiores consumidores da energia elétrica em residências e, conseqüentemente, para a atividade de banho da UCI.

No processo fotovoltaico a radiação solar emitida sobre determinados materiais chamados semicondutores provoca um aumento de energia nas suas camadas eletrônicas gerando diferença de potencial e, portanto, energia elétrica. Ou seja,

O efeito fotovoltaico decorre da excitação dos elétrons de alguns materiais na presença da luz solar (ou outras formas apropriadas de energia). Entre os materiais mais adequados para a conversão da radiação solar em energia elétrica, os quais são usualmente chamados de células solares ou fotovoltaicas, destaca-se o silício. A eficiência de conversão das células solares é medida pela proporção da radiação solar incidente sobre a superfície da célula que é

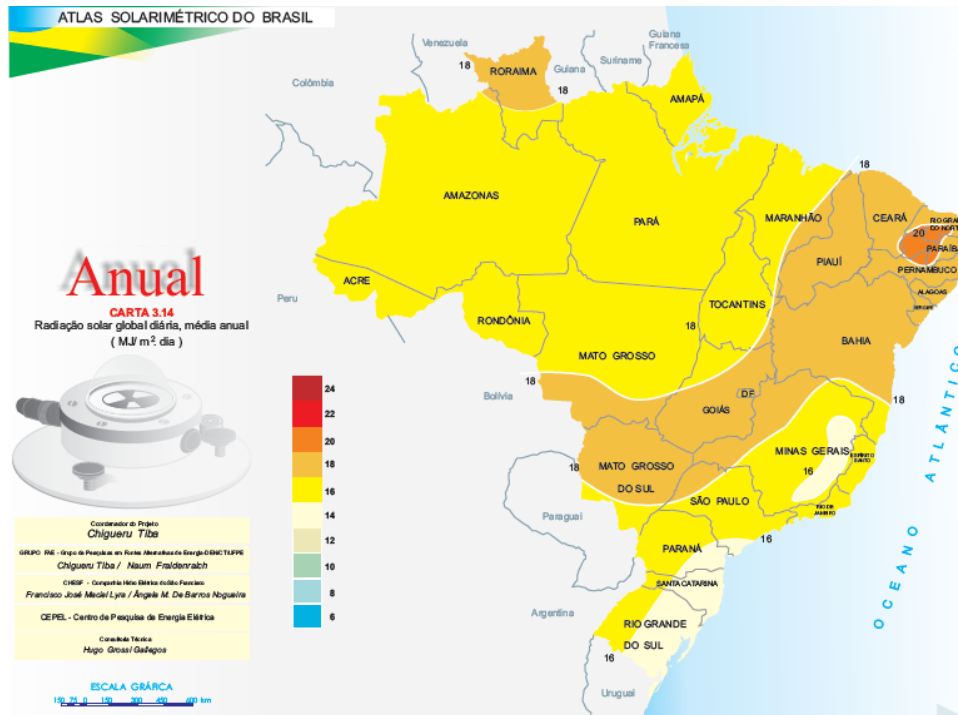
convertida em energia elétrica. Atualmente, as melhores células apresentam um índice de eficiência de 25% (GREEN et al., 2000).

A utilização da energia solar nas UCI's pode ser feita por meio do aquecimento da água nos módulos de higiene por um processo **heliotérmico**, bem como do uso de células fotovoltaicas para suprir parte da demanda energética da Unidade Celular e das Unidades apoiadas como auxílio ao gerador a diesel utilizado, principal meio de geração energética da UCI, sendo essa análise feita no Capítulo 3, baseado em artigos de uso da energia solar em campanhas militares e em relação à viabilidade econômica.

2.3 GERADORES SOLARES

No mercado os modelos de geradores a energia solar são muitos, variando em capacidade de geração de energia, uso, design, materiais, preço, e, claro, fabricantes. A vantagem de sua utilização está na alta disponibilidade de luz solar na maior parte do globo terrestre durante a maior parte do ano, nesse quesito a posição global do Brasil é vantajosa para o uso dessa fonte energética. As áreas localizadas no Nordeste do Brasil, têm valores da radiação solar diária média anual comparáveis às melhores regiões do mundo (ATLAS SOLARIMÉTRICO DO BRASIL, 2000). No “Atlas Solarimétrico do Brasil”, de 2000, ainda é possível notar que a maior parte do Brasil possui uma média anual de radiação solar na ordem de 16 MJ/m².dia, conforme mostra a Figura 1

Figura 4 - Radiação Solar Global Diária, Média Anual.



Fonte: Atlas Solarimétrico do Brasil, 2000.

Como é possível observar na Figura 1, o uso de geradores solares não só é possível como adequado durante grande parte do ano, possibilitando seu uso numa grande área do território nacional.

Na UCI, o uso de gerador solar, em uma condição em que seja capaz de gerar energia suficiente para operar como auxiliar do gerador principal (a *diesel*), possibilitará uma economia nos gastos com o apoio a unidades desdobradas, devido ao excelente índice de incidência da radiação solar anual média do país.

2.3.1 KIT DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA GSO-1080-24.

O Kit apresentado na Figura 5 é comercializado pela empresa Neosolar e é capaz de gerar até 4054 Watt-hora (Wh) (dependendo da incidência solar do local) suas principais características são: ele possui apenas 4 painéis solares com capacidade de 265 quilowatt-pico (kWp) cada; um controlador de carga de 40A e que ele foi montado no modelo de gerador *off-grid*, isto é, os aparelhos eletroeletrônicos recebem a energia por meio de um inversor que está ligado às baterias (**Figura 6**) que estão ligadas a um controlador, o qual, por sua vez, está conectado aos painéis solares ou em outras palavras:

São aqueles sistemas autônomos, independentes da rede de distribuição de energia elétrica, que se sustentam através de baterias, que são seus dispositivos de armazenamento. São compostos por painéis solares, cabos e estrutura de suporte, que compõem juntos o bloco de geração de energia; inversores e controladores de carga, que formam o bloco de condicionamento de potência; e as baterias propriamente ditas, que são do bloco de armazenamento (ECYCLE, 2017).

Neste kit não consta o inversor que deve ser adquirido para atender determinada demanda energética.

Figura 5 - Kit de Geração de Energia Solar Fotovoltaica GSO-1080-24.



Fonte: <https://www.neosolar.com.br/loja/kit-energia-solar-fotovoltaico-1080wp.html>

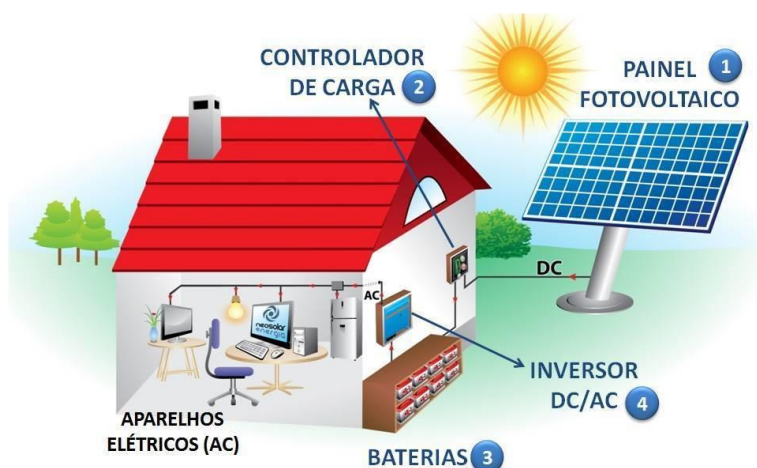
Figura 6 – Modelo de Bateria para Gerador Solar *OFF-GRID*.



Fonte: <https://www.neosolar.com.br/loja/bateria-estacionaria-moura-clean-12mf220-220ah.html>

Essas características tornam esse kit versátil e permite a utilização da energia gerada no período em que não há sol por meio de suas baterias. Para exemplificar a figura 4 mostra como são conectados os componentes desse sistema.

Figura 7 – Sistema Solar OFF-GRID.



Fonte: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>

2.3.2 KIT SOLAR SMA SUNNYBOY

O kit apresentado na Figura 8 opera da mesma forma que o anteriormente apresentado, no entanto, possui algumas diferenças: maior número de baterias que podem ser utilizadas (até 32 para esse modelo), a marca e qualidade do painel, o maior número de painéis (18, nesse caso) e, por conseguinte, uma capacidade de gerar mais energia, alcançando até 21 kWh.

Figura 8 – Kit Solar SMA SUNNYBOY.



Fonte: <https://www.neosolar.com.br/loja/grid-tie-fotovoltaico-sma-600-kwh-mes.html>

Estes kits podem ser montados a partir da definição da necessidade de energia a ser gerada, possuem diversos modos de estrutura de transporte e podem ser instalados em diferentes condições de relevo e de solo, conforme mostram as Figura 9 e Figura 10.

Figura 9 – Gerador de Energia Solar Móvel *ECOSPOWERCUBE*.



Fonte: <https://www.portalsolar.com.br/gerador-de-energia-solar.html>

Figura 10 – Gerador de Energia Solar com Painel Acoplado.



Fonte: <https://www.portalsolar.com.br/gerador-de-energia-solar.html>

Estas propostas constituem possíveis soluções para os problemas de transporte e instalação das unidades geradoras de energia solares, podendo ser interconectadas para aumentar a energia disponível para utilização.

2.4 GERAÇÃO DE ENERGIA HIDRÁULICA

O uso da energia hidráulica pela humanidade ocorre há muitos anos. Inicialmente, sua utilização não visava a obtenção de energia elétrica, mas sim, facilitar a execução de tarefas mais simples, tais como, a moagem de grãos ou o bombeamento de água. Muitos séculos depois, a humanidade descobriu o seu grande potencial para obter elevadas cargas de eletricidade ao utilizá-la para transformar energia cinética e térmica em elétrica. A energia hídrica “resulta da irradiação solar e da energia potencial gravitacional, que provocam a evaporação, condensação e precipitação da água sobre a superfície terrestre.” (ANEEL, 2005).

Em relação às Unidades Celulares de Intendência, este estudo analisará, também, a possibilidade de captação de energia por geradores hidráulicos portáteis que podem ser instalados em rios, orlas marítimas, corredeiras ou outros cursos d’água. Há no mercado fabricantes destes geradores que utilizam da energia hidráulica das correntes desses cursos para transformá-la em eletricidade ao colocar em movimento uma bobina magnética ligada a um transformador/ conversor, como por exemplo, a IBASEI e IDÉNERGIE cujos produtos serão analisados e apresentados nas Figura 11 e Figura 15 dos próximos tópicos desse capítulo.

Neste caso, torna-se importante observar que o artigo 20 da Constituição Federal de 1988, parágrafo 1º, determina que:

É assegurada, nos termos da lei, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, bem como a órgãos da administração direta da União, participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração. (CF, 1988).

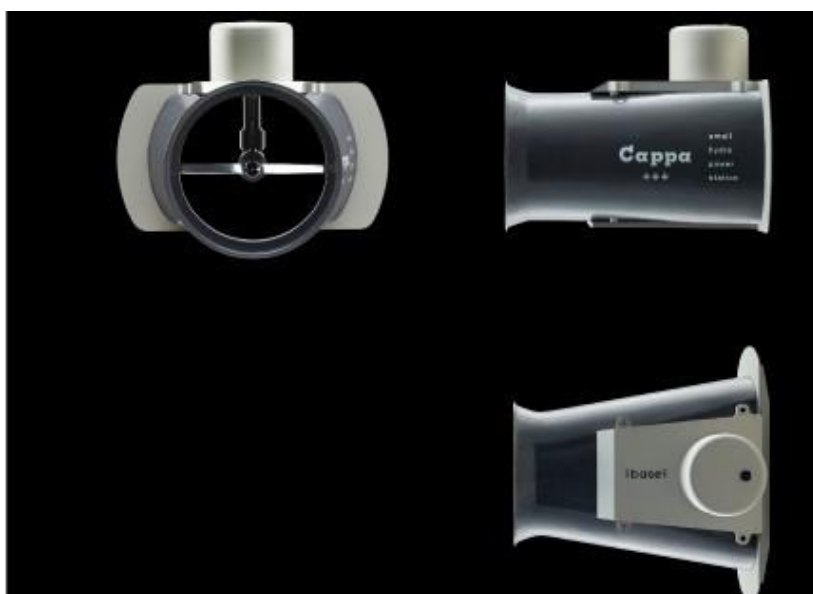
2.4.1 GERADORES HÍDRICOS

Existem diversos modelos de geradores de energia cuja força motriz é o movimento de massas de água. No entanto, neste trabalho, são analisados dois modelos devido às suas características de simplicidade, praticidade e flexibilidade – alinhadas aos chamados princípios de guerra – para serem utilizados em ambientes diversos nos quais possa vir a ser montada a UCI.

2.4.2 GERADOR CAPPa

O primeiro deles é o gerador da fabricante japonesa IBASEI chamado CAPPa (Figura 11). Distintamente da maioria dos geradores hídricos o CAPPa não necessita de uma queda d'água, isso significa que não será necessário despendar tempo e energia para construção de quedas artificiais quando inexistentes. Este gerador requer apenas um curso d'água com velocidade de deslocamento de sua massa hídrica suficiente para movimentar sua turbina, o que não é um parâmetro muito alto visto que essa velocidade é de 1,75 m/s, e de uma coluna d'água de no mínimo 50 cm, podendo ser transportado por apenas duas pessoas. Estas características tornam o CAPPa significativamente prático e versátil.

Figura 11 - Gerador Hidrocinético CAPPa.



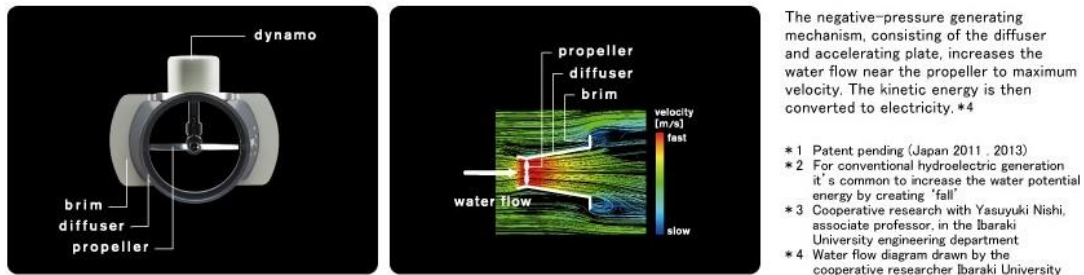
Fonte: <http://www.earthmilk.jp/english/cappa/concept/page2>

Segundo destaca a empresa fabricante,

Nós desenvolvemos um novo gerador de energia hidrocinético que pode gerar energia eficientemente por meio do uso da dinâmica dos fluidos, ao invés de utilizar a convencional construção de barragens, por meio de um trabalho colaborativo com a Universidade de Ibaraki. A forma exclusiva do equipamento de coleta de água e velocidade (difusor e prato de aceleração) aumentam o fluxo de entrada perto do propulsor. Como resultado, ele pode aumentar a geração de energia por até 4 vezes em comparação com apenas instalar um propulsor em água corrente. (IBASEI, 2017, traduzido pelo autor).

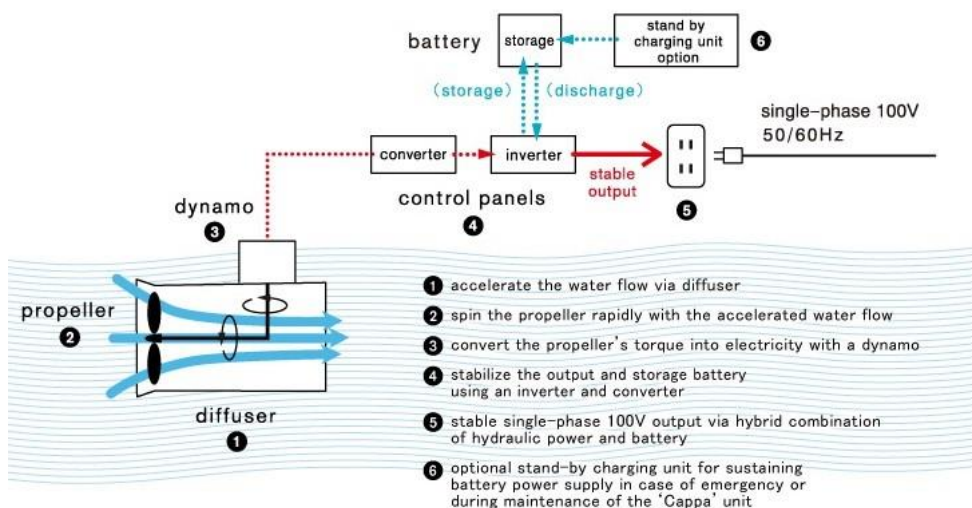
Os efeitos dessa forma exclusiva podem ser observados na Figura 12.

Figura 12 – Atuação da Forma Exclusiva do Gerador na Obtenção de Energia.



Fonte: <http://www.earthmilk.jp/english/cappa/mechanism/>

Figura 13 – Funcionamento do Gerador CAPPa.



Fonte: <http://www.earthmilk.jp/english/cappa/mechanism/page2>

A energia gerada por este gerador varia de acordo com a velocidade da correnteza da massa d'água em que está instalado. Para uma velocidade de 1,75 m/s este equipamento gera a potência de 160W. No caso de operação com a utilização apenas de baterias, as potências de saída variam da seguinte forma: 450W/h; 250W/3h; 180 W/5h; 120W/10h. Para uma melhor compreensão do funcionamento desse gerador um fluxograma explicativo é apresentado na Figura 13.

Nas especificações do gerador CAPPa (Figura 14), que podem ser obtidas no sítio da empresa fabricante, observa-se que os requisitos para utilização do mesmo proporcionam a versatilidade esperada para gerar energia em ambientes diversos que possuam um córrego ou

rio para a Unidade Celular, podendo diminuir o consumo de diesel para o gerador principal da UCI, bem como aumentar a capacidade de permanência desta no local de instalação, diminuindo sua vulnerabilidade frente à necessidade de obter mais combustível para o gerador a combustão.

Figura 14 – Especificações do Gerador CAPPa.

specifications (Japanese model)	
Water turbine system	Running water axial flow hydraulic turbine with combined water collection and velocity increasing equipment
Generating method	Permanent magnet synchronous generator
Rated output * ¹ and environment	Continuous rated output (single turbine system) 160W (Power factor 1) Rated output when operating only by battery (fully charged) 450W/hr 250W/3hr 180W/5hr 120W/10hr
Target current speed	Average current speed 1.75m/s * ²
Minimum waterway width	No less than 0.95m is recommended * ²
Lowest water level	No less than 50cm is recommended * ²
Frequency and output voltage	50/60Hz, single-phase 100V
Inverter capacity	Single-phase 100V-500VA
Size	Turbine main body approx. W832mm × D770mm × H665mm
Weight	Turbine main body approx. 57Kg
Standard accessories	Inverter, converter, battery * ³ Included materials (Manual and easy user-guide)
Options * ⁴	Cable set (connector included), hanging unit, set-up set Stand-by charging unit, safety & foreign substance countermeasure option
Turbine main body color	Gray with custom colors optional
Model * ⁵	Emergency portable model Continuous operation of 240hrs (10 days per month). Annual operation of 3000hrs

The description contents correspond to the reference numeric values for the Japanese model. For overseas models, the specifications need to be optimized to suit the region. Please contact us for more details.

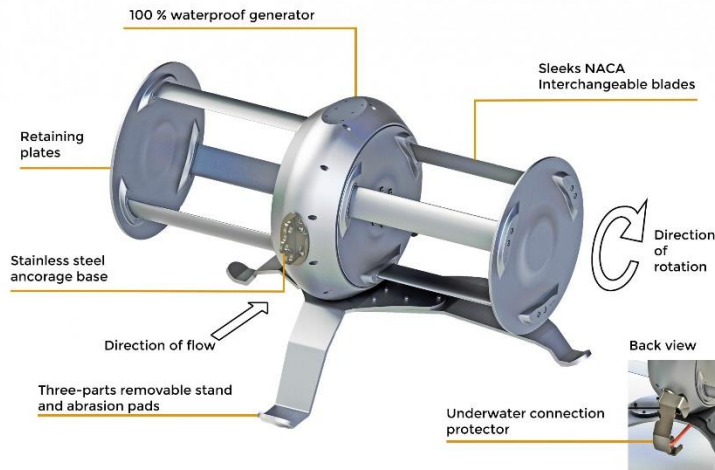
- * 1 In the case where Cappa is placed in a model waterway at a point where the average current is 1.75m/s (Waterway width: 1.9m, water depth: 60cm, 2-point method average current speed: 1.5 to 2.0m/s, without drifting trash or foreign substances).
- * 2 Since the environment of natural rivers varies, it is not guaranteed to suit all environments and implementations. To verify installation suitability, please contact us for more details.
- * 3 In preparation for emergency use it's necessary to maintain the battery's charge.
- * 4 Any additional machinery that may be necessary, depending on the intended installation environment, is optional.
- * 5 Please contact us for suggestions concerning a proper installation site for the emergency portable model. The portable model requires maintenance of its turbine and battery systems for secure use in emergencies. A maintenance contract needs to be made separately. For the continuous operation model, a detailed installation plan needs to be developed in accordance with the environment. Please contact us for a consultation.

Fonte: <http://www.earthmilk.jp/english/cappa/spec>

2.4.3 GERADOR IDENÉRGIE

O segundo gerador hidráulico proposto é apresentado na Figura 15 é produzido pela empresa IDENÉRGIE e opera de forma similar ao anterior. Sua capacidade de geração de energia depende da velocidade de deslocamento da massa d'água em que está submerso, isto é, também não requer a construção de barragens, mas apenas a energia cinética da correnteza, podendo, por exemplo, gerar até 12 kWh em um rio com 2,5 m/s de velocidade de deslocamento da água. Entretanto, este gerador necessita estar completamente submerso, logo, o local para instalação precisa ter pelo menos 66 cm de profundidade. Seu formato e massa o tornam prático de ser transportado e instalado, o que pode ser feito por, no mínimo, três pessoas, segundo informações da empresa. Este aparelho é feito, em grande parte, de aço inoxidável e alumínio que são materiais resistentes à deterioração pelo tempo e recicláveis e, dessa forma, ao final do seu ciclo de vida apresenta reduzido impacto ambiental.

Figura 15 – Gerador Hidrocinético *IDENÉRGIE*.



Fonte: <http://idenergie.ca/en/specifications-2/>

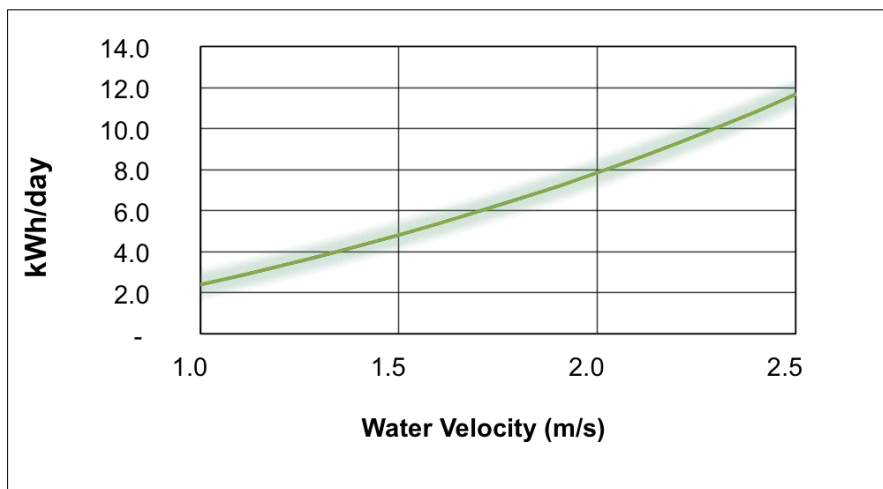
A velocidade de deslocamento, anteriormente mencionada, é o fator mais importante para a determinação do volume gerado de energia. A turbina imersa no rio converte a energia cinética da água corrente do rio em eletricidade cuja produção depende da velocidade da água. Sendo assim, quanto mais forte a correnteza, mais energia a turbina irá produzir (IDÈNERGIE, 2017, traduzido pelo autor). A produção de energia ocorre, basicamente, devido à rotação da turbina pela correnteza do rio no qual está submersa, ativando um conversor. Este conversor transforma a energia cinética em energia elétrica que é conduzida pela fiação e acumulada nas baterias, as quais dão o acesso ao seu uso.

Segundo a empresa,

O processo de produção de força acontece da seguinte forma: a correnteza do rio possibilita o movimento de rotação das turbinas o que ativa o gerador. A energia que segue é então convertida em eletricidade por um conversor inteligente construído internamente. Em seguida, a energia convertida é encaminhada para as baterias por meio de cabos elétricos. As baterias recarregam 24 H por dia e de lá um inversor transforma a corrente direta (24-48 V DC) em corrente alternada (120 V AC) para energizar os aparelhos elétricos (IDÈNERGIE, 2017, traduzido pelo autor).

A Figura 16 apresenta um gráfico de produção de energia em função da velocidade da água.

Figura 16 – Produção de Energia em Razão da Velocidade da Água.



Fonte: <http://idenergie.ca/en/power-production/>

Esta forma de geração de energia é favorecida, dentro do território brasileiro, em função da vasta existência de diversos tipos de fluxo de água. Cabe aqui ressaltar que, para a operação deste gerador hídrico, é suficiente apenas um pequeno córrego com velocidade entre 1,0 m/s e 2,5 m/s e com profundidade suficiente para submergir os geradores propostos.

Além da velocidade da água, outro fator relevante é a distância entre o gerador e o seu conversor. Quanto maior for esta distância, maior será a perda de energia por dissipação. No caso do gerador *IDENÉRGIE*, esta distância não deve ultrapassar um quilômetro, para que seja possível aproveitar o máximo da energia elétrica produzida.

3 ANÁLISE DE VIABILIDADE DE PROJETOS

A utilização de geradores de energia a partir de fontes renováveis pelas UCI's apoia o princípio de guerra da flexibilidade. Entretanto, além da análise de viabilidade técnica, outros importantes aspectos devem ser considerados. Um desses aspectos consiste na consideração dos esforços logísticos e respectivos custos, requeridos em atividades desdobradas para cada uma das diferentes alternativas estudadas em relação à adotada atualmente. Outro aspecto, relacionado à viabilidade econômica envolve uma análise do investimento financeiro necessário, dos custos de manutenção, operação e da depreciação dos equipamentos em cada uma das soluções.

Para apoiar a decisão de compra dos equipamentos estudados serão utilizadas técnicas de análise de viabilidade econômica de projetos no sentido de averiguar se o uso de energia de fontes renováveis é viável em termos financeiros.

Segundo WOILER (1996), as decisões interdependentes que buscam conduzir uma organização para uma situação futura desejada constituem um processo de elaboração de planejamento que aumenta as chances de acerto na tomada de decisões. Portanto, neste estudo as propostas serão embasadas em planejamento com o uso de técnica de análise de viabilidade a partir de dados disponíveis.

O processo decisório na empresa é um processo que se dá sob condições de informação parcial. Nestas condições, a fim de garantir que as decisões tomadas conduzam a empresa na direção desejada, é necessário um processo de coleta e seleção de informações para realimentar o processo decisório (WOILER, 1996).

3.1 ANÁLISE DE VIABILIDADE

A análise de viabilidade passa por diversas etapas no processo decisório, caracterizando-se como eixo basilar para se justificar certas decisões, bem como garantir que os investimentos sejam eficientes e tragam retornos para a instituição. Caso seja necessário, o projeto inicial pode ser modificado de forma a se adequar tanto aos objetivos estabelecidos quanto às condições que a organização possui para desenvolver o projeto. O projeto final, que embasará todo seu processo de construção, ainda poderá sofrer alterações devido a mudanças nos ambientes interno e externo à organização. Portanto, antes de se iniciar qualquer projeto é imprescindível realizar o projeto de viabilidade para que as decisões sejam as mais embasadas e acertadas possíveis.

O projeto de viabilidade é um projeto de estudo e análise, ou seja, é um projeto que procura verificar a viabilidade a nível interno da própria empresa. Quando surge a ideia (ou a oportunidade) de investir, começa o processo de coleta e processamento de informações que, devidamente analisadas, permitirão testar a sua viabilidade (WOILER, 1996).

Ainda assim o projeto de viabilidade é um processo, muitas vezes, negligenciado pelas organizações. Em geral, a verificação da viabilidade acaba sendo relegada a segundo plano (ou então nem é feita) dentro do processo decisório, porque é incômoda, porque é demorada, porque se atingiu o ponto de não-retorno na decisão, etc. (WOILER, 1996).

O processo de coleta e seleção de informações para realimentar o processo decisório, citado anteriormente, resulta na elaboração e análise de projeto, o qual é criado a partir da síntese dos objetivos e estratégias da alta cúpula de uma empresa. Ele baliza todo o processo decisório da empresa, pois nele são testadas e averiguadas as consequências de decisões antes mesmo de serem tomadas funcionando como uma simulação das escolhas tomadas.

[...] antes que as decisões estratégicas sejam operacionalizadas, tem-se o processo de elaboração e análise de projetos, como um simulador e realimentador das decisões estratégicas, particularmente das decisões de investimento. Antes que do planejamento estratégico resultem as decisões de investimento e antes que essas sejam implementadas, é necessário testar sua viabilidade e verificar se são compatíveis com os objetivos. Esta verificação de viabilidade é feita usando-se um projeto [...] (WOILER, 1996).

Assim pode-se notar que os estudos de viabilidade e, mais especificamente, a análise de projetos são de vital importância para a tomada de decisão. Estes processos auxiliam os gestores a selecionar as melhores oportunidades de investimento, a estabelecer os parâmetros que se almejam e a capacidade da empresa em atingi-los, a mensurar tempo e custo demandados inerentes às diversas fases de um projeto, a evitar gastos desnecessários e antieconômicos. Afinal, segundo WOILER (1996), a decisão estratégica de investimento, depois de tomada, apresenta-se como pouco flexível, de difícil reversão, de impacto demorado no tempo, requerendo grandes volumes de recursos.

A ideia básica contida neste estudo para proceder à análise do uso das novas tecnologias de geração de energia consiste na utilização de variáveis quantitativas relacionadas aos princípios de economicidade e eficiência da administração pública e, ao mesmo tempo, de variáveis qualitativas relacionadas aos princípios básicos militares como flexibilidade, confiabilidade e risco.

A análise quantitativa parte da necessidade de demanda de energia e de que forma cada alternativa é capaz de atender às necessidades de energia da UCI e seus respectivos custos de geração, depreciação, manutenção e transporte. A análise qualitativa baseia-se nos aspectos de aplicabilidade às condições do teatro de operações, à confiabilidade de operação, à flexibilidade de uso, instalação, transporte etc. Além disso, as alternativas são analisadas em relação às suas vulnerabilidades e riscos decorrentes quando do apoio das UCI's às unidades desdobradas.

3.2 ANÁLISE DE GASTOS E GERAÇÃO DE ENERGIA.

Nesta etapa do estudo é feita a análise do custo operacional de utilização de cada gerador, fazendo uso do critério quantitativo analisando a demanda energética dos itens utilizados na UCI. São analisadas as seguintes variáveis: a energia gerada pelas alternativas levantadas; o quanto custa o uso do gerador, imputando, neste caso, seu custo de aquisição e depreciação; as características físicas dos geradores averiguando se podem ser transportados pelos mesmos meios; e análises econômicas de tempo de recuperação, valor atual líquido, taxa interna de retorno e fluxo de caixa.

Posteriormente, são estudados os aspectos qualitativos anteriormente mencionados por meio da análise de cenários. Os cenários criados englobam dois riscos fundamentais: a falta de diesel para os geradores e a vulnerabilidade dos comboios que transportam o combustível. Esses fatores podem impactar todo o planejamento de missão, a capacidade de permanência na área de desdobramento, a segurança das instalações da UCI e do efetivo apoiado. Afinal, montar um comboio para trafegar em uma área de conflito exige grande esforço de pessoal e material para garantir a entrega do item transportado. A utilização de geradores de fontes renováveis, portanto, pode diminuir a necessidade de combustível numa possível zona de combate e, conseqüentemente, reduzir gastos e riscos com o efetivo que comporá o comboio de transporte que transitará por essa área.

3.2.1 CONSUMO ENERGÉTICO DA UCI

O consumo energético da UCI composto pelo uso dos aparelhos e itens geralmente utilizados durante as missões é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Potência em Watts (W) por Item da UCI.

Item da UCI	Potência (Watts)
Balcão Térmico	6000 W
Barraca Alaska	500 W
Barraca Modular de Campanha (BMC)	100 W
Barraca TAG 42	300 W
Barraca TMM 105	500 W
Bomba Auto Jet	1200 W
Climatizador Alaska	7200 W
Climatizador 36 BTU	4000 W
Climatizador 60 BTU	6000 W
Freezer	1500 W
Frigobar	1000 W
MAPRE	50000 W
Máquina de Gelo	150 W
Módulo Lavanderia	5000 W
Módulo Sanitário	16000 W
Refletores	500 W
RODOMAPRE	37000 W
TOTAL	136950 W

Fonte: Elaborada pelo autor.²

Como é possível observar pelos valores de consumo em *watts* dos vários itens da UCI, os geradores devem ser capazes de suprir essas demandas energéticas com uma certa margem de folga em caso de necessidade, evitando a possibilidade da falta de energia quando for requisitada. A partir da demanda energética é possível determinar a quantidade de geradores necessários para supri-la.

3.2.2 COMPARAÇÃO ENTRE OS GERADORES DA UCI E OS PROPOSTOS

Os geradores atualmente utilizados nas Unidades Celulares de Intendência pertencem à marca Cummins e são capazes de gerar de 50 kVA a 150 kVA de acordo com o modelo utilizado e com a necessidade de atendimento. Os modelos utilizados para análise são os de 100 kVA e 150 kVA, pois são os mais adequados a uma situação de maior dificuldade de acesso à energia elétrica por conta de sua capacidade de geração de eletricidade, eles possuem razão de consumo por hora conforme a Tabela 3.

² Dados fornecidos pela Subdiretoria de Encargos Especiais.

Tabela 3 – Consumo de Diesel por Hora (L/H).

GERADOR	CONSUMO (L/H) – ACIMA DE 50% DA CAPACIDADE	CONSUMO (L/H) – ABAIXO DE 50% DA CAPACIDADE
Cummins 100 kVA	20	11
Cummins 150 kVA	20	14

Fonte: Elaborada pelo autor.³

Estes geradores, como é possível notar, possuem elevada capacidade de geração energética suprindo grande parte das necessidades dos equipamentos da Unidade Celular de Intendência. No entanto, dependem da disponibilidade do combustível para seu funcionamento o que limita seu tempo de uso, bem como eleva as chances de falha do fornecimento de energia caso haja algum imprevisto que implique falta do *diesel*.

Outro aspecto importante é a análise comparativa entre os geradores propostos e os atualmente utilizados quanto à capacidade energética fornecida, peso, volume, dimensões e condições limitantes de fornecimento, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Comparação entre os Geradores.

GERADOR	ENERGIA MÁXIMA GERADA (W.h)	PESO (Kgf)	DIMENSÕES (mm)	FATORES RESTRITIVOS DE USO
Cummins 100 kVA	100.000	1.500	(1.080 x 2.770 x 1.550)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte para o local do acampamento ▪ Disponibilidade de combustível para seu funcionamento ▪ Barulho gerado pelo seu funcionamento ▪ Dimensões para seu traslado
Cummins 150 kVA	150.000	1.800	(1.080 x 2.770 x 1.550)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte para o local do acampamento ▪ Disponibilidade de combustível para seu funcionamento ▪ Barulho gerado pelo seu funcionamento ▪ Dimensões para seu traslado

³ Dados fornecidos pela Subdiretoria de Encargos Especiais.

GSO-1080-24	4054	Painéis – 18kg (cada); controlador – 1, 9kg; bateria – 56, 2kg (cada); inversor – 7, 5kg.	Painéis – (1638 x 982 x 40) mm; controlador – (252 x 180 x 63) mm; bateria – (517 x 272 x 246) mm; inversor – (507 x 249 x 116) mm.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte para o local de acampamento ▪ Geração de energia somente em período diurno ▪ Quantidade de energia gerada dependente da incidência solar do local ▪ Uso de energia de acordo com as baterias
<i>Sunnyboy</i>	21.000	Painéis – 19, 1kg (cada); controlador – 1, 9kg; bateria – 56, 2 kg (cada); inversor – 26kg.	Painéis – (1650 x 990 x 35) mm; controlador – (252 x 180 x 63) mm; bateria – (517 x 272 x 246) mm; inversor – (440 x 339 x 214) mm.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte para o local de acampamento ▪ Geração de energia somente em período diurno ▪ Quantidade de energia gerada dependente da incidência solar do local ▪ Uso de energia de acordo com as baterias
Cappa	450	57	832 x 770 x 665	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte para o local de acampamento ▪ Depende da velocidade do deslocamento da água para gerar energia ▪ Necessita de um fluxo de água
<i>Idénergie</i>	12.000	131	660 x 1320	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte para o local de acampamento ▪ Depende da velocidade do deslocamento da água para gerar energia ▪ Necessita de um fluxo de água

Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2.3 ANÁLISE ECONÔMICA DO USO DOS GERADORES

O uso de modelos de análise econômica visa fornecer informações financeiras ao responsável pela tomada de decisões de forma a apresentar a viabilidade econômico/financeira de um projeto. Estes modelos possibilitam um exame por meio de uma projeção ao longo do tempo de valores a serem investidos e a taxa ou tempo de retorno do investimento após conclusão do projeto. Simplificadamente, os critérios de análise condensam todas as informações quantitativas disponíveis em um número que, comparado com um padrão pré-estabelecido, permitirá aceitar ou rejeitar o investimento em análise (WOILER, 1996).

A seguir é realizada a análise de viabilidade econômica dos geradores de fontes renováveis propostos neste estudo, com base nos indicadores já apresentados no item 3.2, a saber, tempo de recuperação, valor atual líquido, taxa interna de retorno e fluxo de caixa. A Tabela 5 apresenta os preços dos geradores atualmente utilizados e das alternativas levantadas.

Tabela 5 – Preço dos Geradores.

GERADOR	PREÇO (R\$)
Cummins 100 kVA	R\$53.000,00
Cummins 150 kVA	R\$67.900,00
GSO-1080-24	R\$11.071,05
Sunnyboy	R\$63.733,00 (com 32 baterias acopladas, custando R\$1099,00 cada)
Cappa	R\$31.674,00 (\$10.000,00 dólares dos EUA, cotação em 30 de setembro de 2017) ⁴
Idènergie	R\$31.651,25 (\$12.500,00 dólares canadenses, cotação em 30 de setembro de 2017). ⁵

Fonte: Elaborada pelo autor.

Além desses dados é necessário calcular o custo unitário de energia produzido pelos geradores. A Tabela 6 apresenta os custos de geração de energia, supondo uma operação de 12 horas dos geradores Cummins, num período noturno, por exemplo, e o valor de R\$ 3,201 para o litro de diesel (valor médio desse combustível no período de 24 de setembro a 30 de setembro de 2017, segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). Os geradores novos não consomem combustível, sendo considerado, portanto, um custo aproximadamente nulo.

Tabela 6 – Custo de Operação dos Geradores.

GERADORES	FUNCIONAMENTO ABAIXO DE 50% DA CAPACIDADE	FUNCIONAMENTO ACIMA DE 50% DA CAPACIDADE
Cummins 100 kVA	R\$422,53	R\$768,24
Cummins 150 kVA	R\$537,77	R\$768,24
GSO-1080-24	R\$0,00	R\$0,00
<i>Sunnyboy</i>	R\$0,00	R\$0,00
Cappa	R\$0,00	R\$0,00
<i>Idènergie</i>	R\$0,00	R\$0,00

Fonte: Elaborada pelo autor.

Observando a Tabela 6 nota-se que, quando o gerador de 100 kVA entrega uma potência de até 50.000 W, a um custo de R\$ 422,53 para um período de 12 horas de operação. Já o gerador de 150 kVA, ao gerar uma potência de até 75.000 W custa R\$ 537,77 para esse mesmo intervalo de tempo de uso. Ao operarem com uma capacidade acima de 50% da

⁴ Disponível em: <http://earthtechling.com/2012/12/look-shiny-cute-hydropower-machine/>, acesso em 27 de set. de 2017

⁵ Preço disponível em: <http://idènergie.ca/en/product-category/river-turbines-spare/river-turbines/>, acesso em 27 de set. de 2017

máxima, os dois geradores Cummins apresentam o mesmo custo de operação de R\$ 768,24 para o período de 12 horas de operação.

Portanto, caso esses geradores operem oferecendo até 50 kWh e 75 kWh tem-se um custo de R\$ 8,4506 e de R\$ 7,17027 por kWh gerado, respectivamente. De maneira similar, quando entregam potências de 100 kWh e 150 kWh, cada kWh gerado custa R\$ 7,6824 e R\$ 5,2216, respectivamente. Considerando que os geradores levantados podem suprir parte da energia necessária a um custo próximo de zero, é possível calcular a economia proporcionada pelos geradores de fontes renováveis. Ao diminuir a necessidade do uso do gerador a diesel, evita-se o gasto com os geradores a diesel a cada kWh gerado pelos de fontes renováveis. A Tabela 7 apresenta a redução de custo por kWh dos geradores de fontes renováveis obtidas quando estes substituem os geradores Cummins de 100 kVA e 150kVA para um cenário em que estes estejam operando abaixo de 50% das suas respectivas capacidades.

Tabela 7- Economia por kWh dos Geradores de Fontes Renováveis.

GERADOR	QUILOWATT X HORA ENTREGUE	ECONOMIA EM REAIS DO kWh	
		Cummins 100 Kva	Cummins 150 kVA
GSO-1080-24	4 kWh	R\$ 33,80	R\$ 28,68
<i>Sunnyboy</i>	21 kWh	R\$ 177,00	R\$ 150,58
Cappa	0,45 kWh	R\$ 3,80	R\$ 3,22
<i>Idénergie</i>	12 kWh	R\$ 101,41	R\$ 86,04

Fonte: Elaborada pelo autor.

Do ponto de vista econômico, a aquisição de geradores de fontes renováveis possibilita uma economia equivalente ao valor do diesel que seria gasto para que os atuais geradores gerassem uma mesma quantidade de energia. Além desta vantagem financeira há outras vantagens em termos de flexibilidade e minimização de riscos. Para aprofundar na análise de viabilidade econômica dos geradores de fontes renováveis serão apresentados, a seguir, os cálculos das técnicas anteriormente relacionadas, partindo-se dos seguintes pressupostos:

- Demanda de geradores: 7 operações com duração de 5 dias cada;
- Horas diárias de utilização: 12 horas;
- Taxa básica de juros: SELIC – 8,25% a.a. (COPOM – Nota de 06/09/2017).
- Taxa de inflação: 3,2% a.a. (Banco Central – relatório de setembro de 2017).

▪ **Tempo de Recuperação Descontado (*Payback* Descontado).**

Esse critério indica basicamente o tempo necessário para que um investimento deixe de oferecer prejuízo, o que não quer dizer necessariamente o tempo para que dê lucro. No entanto, é usual esperar que após o tempo de recuperação as operações seguintes venham a gerar lucro. Para WOILER (1996), o tempo de recuperação é o prazo de tempo necessário para que os desembolsos sejam integralmente recuperados.

Numa empresa, esta técnica é utilizada na comparação entre dois ou mais projetos para decidir qual receberá o aporte de investimentos. Após a determinação de um prazo que engloba o investimento e os retornos obtidos, o projeto selecionado será o que apresentar um retorno mais rápido do capital investido.

A aplicação numa empresa é feita do seguinte modo: a empresa fixa um prazo-limite para a recuperação das despesas de investimento e são aceitos os projetos cujo *tempo de recuperação* seja menor ou igual a este limite. É evidente que a duração do prazo-limite dependerá de diversos fatores como: do tipo de projeto, do setor em que a empresa opera, da perspectiva de obsolescência, etc. (WOILER, 1996).

Com base no conceito de “tempo de recuperação” pode-se fazer uma análise utilizando uma taxa de referência denominada “Taxa SELIC real” dada pela seguinte expressão:

$$Taxa\ SELIC\ Real = \left[\frac{1 - SELIC\ nominal}{1 - Inflação\ esperada} - 1 \right] \times 100$$

O cálculo desta taxa permite o expurgo da inflação durante o período de tempo analisado, resultante em resultados reais mais precisos. Para o ano de 2017, a fórmula anteriormente apresentada permite obter uma taxa SELIC real de 4,89 % a.a.

Tabela 8 - Fluxo de Caixa Descontado para Geradores Renováveis.

Fluxo de caixa											
Ano											
Gerador	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GSO-1080-24 (100 kVA)	-R\$11.071,05	R\$14.196,00	R\$14.196,00	R\$14.196,00	R\$14.196,00	R\$14.196,00	R\$14.196,00	R\$14.196,00	R\$14.196,00	R\$14.196,00	R\$14.196,00
GSO-1080-24 (150 kVA)	-R\$11.071,05	R\$12.045,60	R\$12.045,60	R\$12.045,60	R\$12.045,60	R\$12.045,60	R\$12.045,60	R\$12.045,60	R\$12.045,60	R\$12.045,60	R\$12.045,60
Sunnyboy(100 kVA)	-R\$63.733,00	R\$74.340,00	R\$74.340,00	R\$74.340,00	R\$74.340,00	R\$74.340,00	R\$74.340,00	R\$74.340,00	R\$74.340,00	R\$74.340,00	R\$74.340,00
Sunnyboy(150 kVA)	-R\$63.733,00	R\$63.243,60	R\$63.243,60	R\$63.243,60	R\$63.243,60	R\$63.243,60	R\$63.243,60	R\$63.243,60	R\$63.243,60	R\$63.243,60	R\$63.243,60
Cappa (100 kVA)	-R\$31.674,00	R\$1.596,00	R\$1.596,00	R\$1.596,00	R\$1.596,00	R\$1.596,00	R\$1.596,00	R\$1.596,00	R\$1.596,00	R\$1.596,00	R\$1.596,00
Cappa (150 kVA)	-R\$31.674,00	R\$1.352,40	R\$1.352,40	R\$1.352,40	R\$1.352,40	R\$1.352,40	R\$1.352,40	R\$1.352,40	R\$1.352,40	R\$1.352,40	R\$1.352,40
Idènergie (100 kVA)	-R\$31.651,25	R\$42.592,20	R\$42.592,20	R\$42.592,20	R\$42.592,20	R\$42.592,20	R\$42.592,20	R\$42.592,20	R\$42.592,20	R\$42.592,20	R\$42.592,20
Idènergie (150 kVA)	-R\$31.651,25	R\$36.136,80	R\$36.136,80	R\$36.136,80	R\$36.136,80	R\$36.136,80	R\$36.136,80	R\$36.136,80	R\$36.136,80	R\$36.136,80	R\$36.136,80

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Tabela 8, o fluxo de caixa é calculado com base na economia de diesel que o gerador de fonte renovável possibilita economizar ao substituir cada um dos modelos eletrogêneos atualmente utilizados na UCI, a saber, o Cummins de 100 kVA e o Cummins de 150 kVA. A partir desses dados é possível calcular o tempo de recuperação descontado, também conhecido como *payback* descontado.

Tabela 9 - *Payback* Descontado pelos Geradores.

Geradores	Tempo de Recuperação (anos)
GSO-1080-24 (100kVA)	0,818
GSO-1080-24 (150kVA)	0,964
<i>Sunnyboy</i> (100kVA)	0,899
<i>Sunnyboy</i> (150kVA)	1,008
Cappa (100kVA)	>10
Cappa (150kVA)	>10
<i>Idènergie</i> (100kVA)	0,779
<i>Idènergie</i> (150kVA)	0,918

Fonte: Elaborada pelo autor.

▪ **Valor Atual Líquido (VAL) ou Valor Presente Líquido (VPL)**

Este indicador, ao contrário do anterior, leva em consideração não só as variações do fluxo de caixa para recuperação do valor investido, mas também, a taxa de juros a ser descontada ao longo do tempo. Em outras palavras, o valor atual líquido é a soma algébrica dos saldos do fluxo de caixa, descontados àquela taxa de juros para determinada data, conforme WOILER (1996).

Assim, um valor atual líquido positivo indica que, para um determinado projeto, os retornos obtidos, calculados a valor presente, superam o capital investido, ou seja, o projeto em análise, sob o aspecto financeiro, é interessante para a empresa.

Quando o VAL for negativo deve-se rejeitar o projeto, pois além de não cobrir o investimento, desvaloriza a empresa na proporção do valor encontrado.

O método do Valor Presente Líquido apresenta algumas vantagens:

- Pode ser aplicado a fluxos de caixa que contenham mais de uma variação de sinal, tanto de entrada, como de saída;
- Considera o valor do dinheiro no tempo;
- Depende unicamente da previsão dos fluxos de caixa do projeto e do custo de oportunidade do capital, não sendo afetado pelas preferências do decisor, pelos métodos de contabilização usados pela empresa, pela rentabilidade da atual atividade da empresa ou pela rentabilidade de outros projetos autônomos.

No entanto, este método apresenta desvantagens, dentre as quais a necessidade de se determinar a taxa mínima de atratividade e o fato de resultar um valor monetário e não uma taxa de juros, tornando mais difícil a análise comparativa das alternativas. (BRUNI & FAMÁ, 2003). Para o cálculo do VPL foi elaborada a Tabela 10 que contém o fluxo de caixa descontado, ou seja, com valores do retorno deflacionado ao longo dos anos. Em seguida, com base na taxa SELIC real, a Tabela 11 apresenta os VPL dos geradores de fontes não renováveis para um período de 10 anos.

Tabela 10 - Fluxo de Caixa para Cálculo do VPL.

Fluxo de caixa descontado											
Ano											
Geradores	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GSO-1080-24 (100 kVA)	-R\$11.071,05	R\$13.534,18	R\$12.903,21	R\$12.301,66	R\$11.728,15	R\$11.181,38	R\$10.660,10	R\$10.163,13	R\$9.689,32	R\$9.237,60	R\$8.806,94
GSO-1080-24 (150 kVA)	-R\$11.071,05	R\$11.484,03	R\$10.948,64	R\$10.438,21	R\$9.951,58	R\$9.487,64	R\$9.045,32	R\$8.623,62	R\$8.221,59	R\$7.838,30	R\$7.472,87
Sunnyboy(100 kVA)	-R\$63.733,00	R\$70.874,25	R\$67.570,07	R\$64.419,94	R\$61.416,66	R\$58.553,40	R\$55.823,63	R\$53.221,11	R\$50.739,93	R\$48.374,42	R\$46.119,19
Sunnyboy(150 kVA)	-R\$63.733,00	R\$60.295,17	R\$57.484,19	R\$54.804,26	R\$52.249,27	R\$49.813,40	R\$47.491,08	R\$45.277,04	R\$43.166,21	R\$41.153,79	R\$39.235,19
Cappa (100 kVA)	-R\$31.674,00	R\$1.521,59	R\$1.450,66	R\$1.383,03	R\$1.318,55	R\$1.257,08	R\$1.198,47	R\$1.142,60	R\$1.089,33	R\$1.038,55	R\$990,13
Cappa (150 kVA)	-R\$31.674,00	R\$1.289,35	R\$1.229,24	R\$1.171,93	R\$1.117,30	R\$1.065,21	R\$1.015,55	R\$968,20	R\$923,07	R\$880,03	R\$839,00
Idènergie (100 kVA)	-R\$31.651,25	R\$40.606,54	R\$38.713,45	R\$36.908,62	R\$35.187,93	R\$33.547,46	R\$31.983,47	R\$30.492,39	R\$29.070,83	R\$27.715,54	R\$26.423,43
Idènergie (150 kVA)	-R\$31.651,25	R\$34.452,09	R\$32.845,93	R\$31.314,64	R\$29.854,74	R\$28.462,91	R\$27.135,96	R\$25.870,87	R\$24.664,77	R\$23.514,89	R\$22.418,62

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 11 - Cálculo do VPL dos Geradores de Fontes Renováveis.

Gerador	VPL (R\$)
GSO-1080-24 (100kVA)	99.134,63
GSO-1080-24 (150kVA)	82.440,76
Sunnyboy (100kVA)	513.379,61
Sunnyboy (150kVA)	427.236,59
Cappa (100kVA)	-19.284,01
Cappa (150kVA)	-21.175,12
Idènergie (100kVA)	298.998,41
Idènergie (150kVA)	248.884,17

Fonte: Elaborada pelo autor.

▪ Taxa Interna de Retorno (TIR)

É o indicador mais utilizado atualmente. Segundo FLEISCHER (1988), a taxa interna de retorno de um investimento é a taxa de juros para a qual o valor presente dos recebimentos resultantes do projeto é exatamente igual ao valor presente dos desembolsos, ou seja, é a obtenção de uma taxa de juros que anule o valor presente do fluxo de caixa.

Assim um projeto deve ser aceito quando a taxa interna de retorno superar o valor do capital investido, pois isso significa que haverá lucro para o valor desembolsado.

O método da Taxa Interna de Retorno apresenta vantagens, dentre as quais, a facilidade de visualização percentual após obtido o resultado a consideração temporal do valor do dinheiro. Entretanto, apresenta desvantagens no que diz respeito à dificuldade do cálculo, uma vez que esse é feito pelo método de tentativa e erro; a consistência do resultado é variável e o método supõe que os saldos serão reaplicados à mesma taxa do investimento.

Para esse período de tempo, com base em um fluxo de caixa simples e utilizando a taxa SELIC real, foram calculadas as TIR para os geradores em estudo. A Tabela 12 apresenta um resumo dos resultados da TIR.

Tabela 12 - Taxa Interna de Retorno para os Geradores de Fontes Renováveis.

Gerador	Taxa Interna de Retorno (% a.a.)
GSO-1080-24 (100kVA)	128,19
GSO-1080-24 (150kVA)	108,73
<i>Sunnyboy</i> (100kVA)	116,59
<i>Sunnyboy</i> (150kVA)	99,13
Cappa (100kVA)	-10,85
Cappa (150kVA)	-13,08
<i>Idènergie</i> (100kVA)	134,54
<i>Idènergie</i> (150kVA)	114,12

Fonte: Elaborada pelo autor.

Considerando que a taxa interna de retorno é aquela que, no período estabelecido, torna o VPL igual a zero, os valores negativos podem ser explicados pelo fato de que, no prazo estabelecido de 10 anos, o valor presente líquido não resultou positivo, ou seja, para esse intervalo de tempo as economias de custo não são suficientes para recuperar os investimentos realizados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal finalidade da Unidade Celular de Intendência é apoiar as Unidades Aéreas e Esquadrões desdobrados em qualquer cenário do teatro de operações. Para que a UCI seja eficaz nas suas missões, a geração de energia elétrica é imprescindível, pois todos os equipamentos utilizados pelo efetivo militar, tais como, a iluminação dos acampamentos, dos alojamentos, a sala de *briefing*, a unidade de comunicação e os ranchos necessitam de eletricidade para cumprir suas missões. No campo militar a garantia de fornecimento de energia significa segurança, eficiência e eficácia no campo de batalha. Este importante fator representa a garantia da segurança das instalações e do pessoal desdobrados, a comunicação precisa entre os vetores e os seus comandantes de forma a assegurar rapidez na transmissão e recepção de ordens e informações e a manutenção do moral da tropa.

O uso de fontes renováveis na geração de energia elétrica é uma tendência global, inclusive para Forças Armadas como a dos Estados Unidos da América. A razão é sua inesgotabilidade, diminuindo a necessidade do uso de comboios logísticos de combustíveis para suprir os geradores de acampamentos em locais de acesso restrito ou de elevado risco. Sendo assim, a utilização de geradores de fontes renováveis permite a redução dos gastos de operação do acampamento. Além disso, diminui a vulnerabilidade do efetivo militar na medida em que, por não necessitar de combustíveis fósseis, possibilita uma diminuição o fluxo de entrada e saída de pessoas das instalações, implicando menores riscos em relação à perda de vidas humanas nas atividades logísticas de transporte desses insumos.

O Brasil, conforme apresentado no capítulo 2 deste trabalho, encontra-se em uma geolocalização favorável ao uso de fontes renováveis solar e hídrica, pois grande parte do seu território recebe uma incidência solarimétrica de média a alta e, além disso, possui inúmeros fluxos de água capazes de mover as turbinas dos geradores hídricos. Em função destas características, este estudo identificou a possibilidade de analisar com maior profundidade a utilização de geradores a que utilizam essas fontes renováveis de energia e identificar possibilidades de que, no futuro, as Unidades Celulares de Intendência possam se utilizar destas novas tecnologias. Para tanto foram analisadas variáveis quantitativas e qualitativas. As quantitativas estão relacionadas a variáveis econômico-financeiras que são calculadas por meio da utilização de diversas técnicas de análise econômica de investimentos, tais como, o Tempo de Recuperação (*Payback*), o Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Com base nas técnicas de análise econômica de investimentos, para um cenário em que haja 7 operações por ano, com duração de 5 dias cada e uso dos geradores durante 12 horas por dia,

numa projeção de 10 anos, período de vida útil para grupos eletrogêneos, segundo a Receita Federal, todos os geradores, com exceção do Cappa, são economicamente viáveis para utilização como meio auxiliar, trazendo retorno do investimento em 1 ano ou menos de uso. Há ainda que se considerar a Tabela 4, na qual constam as diferenças de peso, dimensões e outros fatores restritivos de uso para cada gerador citado neste trabalho.

Para escolha do gerador de fonte renovável mais adequado no auxílio à geração de energia da UCI, é preciso levar em consideração o local onde ela será montada, os meios de transporte a serem utilizados e a possibilidade de se usar mais de um desses geradores, tanto do mesmo modelo, quanto de modelos diferentes, montando um *mix* de fornecimento energético que possa atender a todas as demandas de forma flexível e confiável. Como exemplo de flexibilidade e confiabilidade, pode-se analisar a um cenário cuja condição climática seja de clima nublado ou chuvoso no qual a incidência de radiação solar está baixa. Esta condição pode tornar inviável a utilização do gerador à energia solar se o mau tempo perdurar por muitos dias, porém, neste caso, o mais adequado seria utilizar o de fonte hídrica se houver algum fluxo d'água com volume suficiente para a produção de eletricidade e, ainda na impossibilidade do uso do mesmo, o ideal será usar plenamente os geradores a diesel. Dessa forma, este estudo demonstra a importância e a viabilidade econômica e logística da utilização de um conjunto de diferentes alternativas para a geração de energia nas UCIs composta pelos atuais geradores, que utilizam combustíveis fósseis, e pelos geradores que se utilizam de fontes renováveis de energia. Esta solução conjunta, além de apresentar viabilidade econômica, proporciona uma diminuição das vulnerabilidades atualmente existentes de forma a aumentar as chances de sucesso nas operações militares apoiadas pelas UCIs.

Atualmente as UCIs só dispõem de geradores à *diesel*, de forma que não há alternativas que possam reduzir custos de transporte e armazenagem e, além disso, proporcionar independência em relação à disponibilidade desse combustível, tão pouco possibilitar a redução dos riscos derivados da obtenção e transporte de diesel em cenários de conflito. Portanto, a proposta deste trabalho que, em suma, consiste na inclusão de um *mix* de geradores de energia a partir de diferentes fontes renováveis e associados aos atuais geradores à *diesel*, traz a possibilidade de economia de recursos associada à redução de riscos derivados da dependência de uma só fonte de combustível fóssil e dos esforços humanos enfrentados quando da sua obtenção durante um conflito. Posto isso, há um aumento da segurança, da eficiência e eficácia durante a execução das missões desenvolvidas.

Entretanto, na medida em que há uma aceleração no desenvolvimento de novas tecnologias na área de geração de energia, o desenvolvimento de equipamentos mais modernos

e eficientes neste setor é questão de tempo e a FAB precisa manter-se atualizada nas tecnologias de processo que utiliza. Assim, como sugestões para futuras pesquisas podem ser feitos novos estudos de forma a explorar e identificar novas possibilidades de geração de energia que possam proporcionar economias e aumento de vantagens competitivas para a Força Aérea Brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANCO CENTRAL (DF). **Relatório de Inflação 2017**. Brasília, 2017. 19 v. (Número 3). P. 1-72.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Coordenadoria de Defesa da Concorrência. Sistema de Levantamento de Preços. **Síntese dos Preços Praticado de 24/09/2017 a 30/09/2017**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo_10_Ultimas_Coletas_Index.asp>. Acesso em: 06 out. 2017.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, Senado Federal, 1988.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Comando-geral de Operações Aéreas. Comissão de Aeroportos da Região Amazônica. **Ata de Realização de Pregão Eletrônico**. 2015. Disponível em: <<http://comprasnet.gov.br/aceso.asp?url=/livre/Pregao/ata0.asp>>. Acesso em: 25 set. 2017.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Comando-Geral do Pessoal. **Norma do Sistema de Intendência Operacional - NSCA 400-2**. Brasília, 2008.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **Manual de Unidade Celular de Intendência - MMA 400-3**. Brasília, 1976.

BRASIL. RECEITA FEDERAL. **Tabela de vida útil e taxa de depreciação de bens**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjXqYXJoKfWAhWijJAKHZpaBwIQFggnMAA&url=http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/anexoOutros.action?idArquivoBinario=36085&usg=AFQjCNHYIZosYJcJ3AbOLCx1UYzFrE1-w>>. Acesso em: 9 set. 2017.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. **As decisões de investimento**: com aplicações na HP 12C e excel. São Paulo: Atlas, 2003.

COPOM. **Comunicado Copom**: Copom reduz a taxa Selic para 8,25% ao ano, 06 de setembro de 2017. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/pt-br/#!/c/copomcomunicados/16260>>. Acesso em: 8 set. 2017.

ECYCLE. **Gerador compacto de energia hidrelétrica pode ser usado em córregos e rios**. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/37-tecnologia-a-favor/1275-gerador-compacto-de-energia-hidreletrica-pode-ser-usado-em-corregos-e-rios.html>>. Acesso em: 12 de maio de 2017.

ECYCLE. **O que é energia solar e como funciona o processo de geração de eletricidade**. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/69-energia/2890-o-que-e-energia-solar-como-funciona-radiacao-solar-painel-residencial->>

fotovoltaica-csp-heliotermica-nuclear-eolica-biomassa-desvantagens-vantagens-eletricidade.html>. Acesso em: 10 jul. 2017.

ECYCLE. **Tipos de sistemas fotovoltaicos: on-grid e off-grid.** Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/69-energia/3483-sistema-fotovoltaico-painel-solar-estrutura-suporte-inversor-controlador-carga-cabos-baterias-captacao-armazenamento-kit-geracao-energia-eletrica-eletricidade-vantagens-desvantagens-fontes-renovavel-meio-ambiente-sustentavel-onde-comprar.html>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

FLEISCHER, G. A. **Teoria da aplicação do capital:** um estudo das decisões e investimento. São Paulo: Edgard Blucher, 1988.

GREEN, M. A. et al. Solar cell efficiency tables: version 16. Progress in photovoltaics: research and applications, Sydney, v. 8, p. 377-384, 2000.

IBASEI. **CAPPA mechanism.** 2000. Traduzido pelo autor. Disponível em: <<http://www.earthmilk.jp/english/cappa/mechanism>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

IDÈNERGIE. **Power production.** Traduzido pelo autor. Disponível em: <<http://idenergie.ca/en/power-production/>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

MERCADO LIVRE. **Gerador 100 kVA com quadro automático.** Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-824888840-gerador-100-kva-com-quadro-automatico-_JM>. Acesso em: 20 set. 2017.

MORAES, A. **Direito Constitucional.** 26 ed. São Paulo, Atlas, 2010.

PORTAL ENERGIA. **Fontes de energia renováveis e não renováveis.** 2015. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/fontes-de-energia/>>. Acesso em: 10 maio 2017.

TIBA, S. **Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados solarimétrico.** Ed. Universitária da UFPE. Recife, 2000.

WOILER, S.; MATHIAS, W. F. **Projetos: Planejamento, Elaboração e Análise.** 1 ed. São Paulo, Atlas, 1996.

BIBLIOGRAFIA

ADAM, M. Sun Power. **SunPower Helps U.S. Military Double Down on Renewable Energy**. 2017. Disponível em: <<https://us.sunpower.com/blog/2017/05/23/sunpower-provides-solar-panels-military/>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5 ed. Trad. Raul Rubenich. Porto Alegre, *Bookman*, 2006.

SUA PESQUISA. **Fontes Alternativas de Energia**. Disponível em: <https://www.suapesquisa.com/energia/fontes_alternativas.htm>. Acesso em: 13 abr. 2017.

FORBES. **Solar Power Brings Netcentric Warfare to Afghanistan**. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/williampentland/2011/01/20/solar-power-brings-netcentric-warfare-to-afghanistan/#27aa9ca81e16>>. Acesso em: 12 de abril de 2017.

LEISMAN, L. E.; ROESLER, D. A. **Investimentos Governamentais e Tempo de Retorno**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjH-sPthPbWAhWHEpAKHad7D84QFggnMAA&url=http%3A%2F%2Frevista.unioeste.br%2Findex.php%2Fcsaemrevista%2Farticle%2FviewFile%2F4593%2F3485&usg=AOvVaw1Qx0OTXU-imAepj57GJvJs>>. Acesso em: 7 out. 2017.

REUTERS. **U.S. military marches forward on green energy, despite Trump**. Disponível em: <<http://www.reuters.com/article/us-usa-military-green-energy-insight-idUSKBN1683BL>>. Acesso em: 03 de abril de 2017.