

# REDUÇÃO DE CONSUMO DE DIESEL EM USINAS TERMELÉTRICAS EM SISTEMAS ISOLADOS UTILIZANDO ORC E ENERGIA ELÉTRICA FOTOVOLTAICA

**Humberto Wilke** – [humberto\\_wilke@yahoo.com.br](mailto:humberto_wilke@yahoo.com.br)  
 Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI  
**Electo Eduardo Silva Lora** – [electo@unifei.edu.br](mailto:electo@unifei.edu.br)  
 Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI  
**Oswaldo José Venturini** – [ojventuri@gmail.com](mailto:ojventuri@gmail.com)  
 Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI

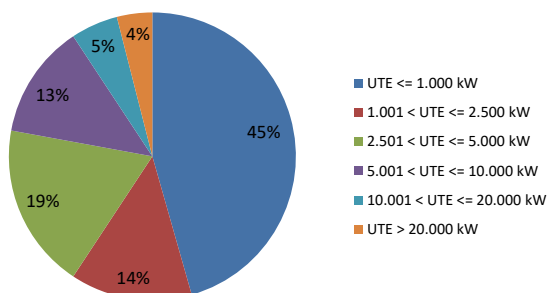
**Resumo.** As usinas termelétricas típicas nos Sistemas Isolados são compostas por conjuntos de grupos geradores a diesel operando em paralelo. Somente no Brasil, os sistemas isolados possuem em torno de 230 usinas termelétricas com um consumo diesel de 1,08 bilhão de litros/ano. Assim, como forma de reduzir o consumo de óleo diesel nas usinas dos Sistemas Isolados, nos últimos anos e, principalmente, a partir de 2014, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) vem restringindo os limites de consumo específico de combustível definidos para as usinas dos sistemas isolados. Esta medida obriga as usinas a adotarem unidades geradoras mais eficientes, ou seja, com baixo consumo de combustível, e procedimentos de operação e manutenção para que o consumo mensal de combustível das usinas esteja abaixo do limite máximo permitido. Este artigo estuda a aplicação de alternativas para redução de consumo de combustível em uma usina de 1,8MW de potência instalada. Esta usina foi escolhida por possuir características de potência e de infraestrutura semelhantes a 59% das usinas existentes nos sistemas isolados. Os cenários realizados empregam o Ciclo Orgânico de Rankine (ORC – Organic Rankine Cycle), o qual utiliza a Recuperação de Calor Residual (WHR – Waste Heat Recovery) dos gases de exaustão dos grupos geradores a diesel da usina para produzir eletricidade, juntamente com painéis solares para adição de energia solar fotovoltaica (PV – Photovoltaic) de modo a reduzir o consumo de combustível global da usina.

**Palavras-chave:** Ciclo Orgânico de Rankine – ORC, Aplicação Híbrida com PV e Sistemas Isolados.

## 1. INTRODUÇÃO

Os Sistemas Isolados brasileiros (ISOL) são predominantemente térmicos e majoritariamente localizados e dispersos na Região Norte do país. São responsáveis pelo fornecimento de energia elétrica aos estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Amapá e Mato Grosso, bem como à ilha de Fernando de Noronha. Tais usinas apresentam restrições de acesso dificultando a logística de abastecimento de combustível e manutenção devido às grandes distâncias dos centros de abastecimento e falta de estradas e ruas pavimentadas, pois muitas destas comunidades não possuem acesso por terra por serem formadas nas margens dos rios, no meio da floresta amazônica, as quais são chamadas de comunidades ribeirinhas.

As usinas termelétricas típicas nos Sistemas Isolados são compostas por conjuntos de grupos geradores a diesel operando em paralelo. Somente no Brasil, os sistemas isolados possuem em torno de 230 usinas termelétricas com um consumo diesel de 1,08 bilhões de litros/ano (Eletrobras, 2016). Sendo que ao se dividir estas usinas por faixa de potência instalada foi possível agrupá-las com características e particularidades construtivas semelhantes, tendo em vista que as estruturas de usinas de 100 kW, por exemplo, são diferentes de usinas de 20.000 kW. Existe, neste caso, diferença nas unidades geradoras, no sistema de abastecimento de combustível, na complexidade de manutenção, na sala de operação entre outras (fig. 1).



| Número de UTE por Faixa de Potência |            |
|-------------------------------------|------------|
| UTE ≤ 1.000 kW                      | 103        |
| 1.001 < UTE ≤ 2.500 kW              | 31         |
| 2.501 < UTE ≤ 5.000 kW              | 42         |
| 5.001 < UTE ≤ 10.000 kW             | 29         |
| 10.001 < UTE ≤ 20.000 kW            | 12         |
| UTE > 20.000 kW                     | 9          |
| <b>Total</b>                        | <b>226</b> |

Figura 1- Usinas termelétricas por faixa de potência nos sistemas isolados

Ao longo dos últimos anos, a ANEEL vem alterando os limites de consumo específico previstos em norma, que limitam ao valor apurado de consumo específico mensal verificado nas usinas termelétricas dos ISOL. Até o ano de 2007, o limite de consumo específico era de 0,300 (L/kWh) para usinas com motores de combustão interna, independente da sua configuração, ou seja, até aquele ano não havia distinção de limite de consumo específico por faixa de potência instalada.

Como incentivo à redução do consumo de combustíveis fósseis e também para atender uma demanda dos agentes geradores, pois as usinas com potência abaixo de 1MW dificilmente conseguiam gerar energia com consumo específico abaixo de 0,300 (L/kWh), foi realizada uma revisão dos limites de consumo específico reduzindo estes limites por faixa de potência instalada por usinas (Fig. 2).

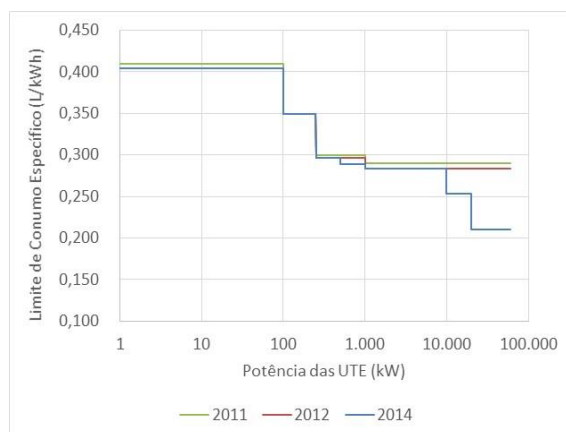


Figura 2 - Evolução dos limites de consumo específico

Dentro deste contexto, este artigo estuda alternativas para redução do consumo específico de combustível com a aplicação de sistema híbrido de aproveitamento da energia desperdiçada nos Motores de Combustão Interna (MCI) que acontece principalmente através dos gases de exaustão e através da água de refrigeração, ou seja, da Recuperação de Calor Residual (WHR - Waste Heat Recovery) dos gases de exaustão dos grupos geradores à diesel utilizando Ciclo Orgânico de Rankine (ORC), juntamente com a adição de energia solar fotovoltaica (PV), de modo a reduzir o consumo de combustível de uma usina de 1,8MW de potência instalada. Esta usina foi escolhida por possuir características de potência e operação comumente encontrada nos sistemas isolados (PO Eletrobras, 2015).

## 2. METODOLOGIA

O estudo de redução de consumo específico de combustível da usina termelétrica foi realizado na usina termelétrica de Jacareacanga, localizada no município de Jacareacanga –PA, às margens do rio Tapajós.

Foi levantado em campo durante a visita técnica, o perfil de demanda da localidade com o uso de um analisador de energia analisador de rede MARH 21 da RMS. Os dados da memória de massa foram integralizados de minuto a minuto durante 24h de um dia típico de demanda.

Os dados de consumo de diesel e a geração foram registrados mês a mês ao longo do ano de 2014, sendo a média mensal de 166.463 litros de diesel e geração de energia de 591.751 kWh (SCD ELB, 2014).

A localidade possui 1.409 clientes cadastrados comercialmente, sendo que 85% do consumo de energia da localidade é residencial, situação típica encontrada nas comunidades isoladas, não apresentando grandes variações de demanda repentinas, como poderia ocorrer no caso de cidades com serrarias, por exemplo, em que a demanda varia constantemente, pois ao ligarem as serras tem-se grandes variações na demanda (CELPA, 2015).

O parque termelétrico de Jacareacanga possui 4 unidades geradoras cabinadas (*canopy*) do fabricante Cummins, modelo QSX15-G9 de 455 kW. Estes motores possuem governadores eletrônicos que operam no modo Carga Compartilhada (*load sharing*) (Cummins Power, 2014), o qual é um sistema de operação muito utilizado atualmente na operação de MCI em paralelo para geração de energia. Deste modo, a carga requerida pela localidade é dividida proporcionalmente à potência e à quantidade dos MCI. No caso da usina de Jacareacanga, como os 4 motores são iguais, a carga requerida é dividida igualmente entre os motores em operação.

Cada motor fornece até 455 kW de potência, sendo que, durante a operação, assim que a demanda ultrapassa 90% deste valor, ou seja, 409,5 kW, é adicionado outro motor para garantir a estabilidade da operação, aliviando a carga do conjunto de motores em operação e garantindo a estabilidade do sistema (Cummins P, 2014).

Com isto foi possível simular cenários de sistemas híbridos com o uso de ORC e PV.

### 3. DESENVOLVIMENTO

Por meio da memória de massa foi possível traçar a curva de carga de um dia típico, conforme apresentado na Fig. 3.

De acordo com a classe de consumidores, a usina possui o seguinte perfil de carga:

- No período da madrugada ao amanhecer – das 0h às 7:30h predomina a iluminação pública e residencial, onde observa-se que, ao longo da noite, à medida que a população começa a dormir, o consumo cai até chegar o período da manhã, quando se desliga a iluminação pública;
- No período das 7:30h às 11:00h inicia-se o dia com aumento da demanda de escolas, comércio e também pelo consumo residencial e com pequena redução no horário de almoço;
- No período da tarde, a demanda vai aumentando e apresenta recuo no final da tarde por volta das 18:00h, quando as aulas à tarde terminam e também pelo fechamento de alguns estabelecimentos comerciais e repartições públicas;
- No início da noite, a demanda volta a subir com a entrada da iluminação pública e residencial e, ao final da noite, a demanda começa a reduzir após o horário de pico e o ciclo começa novamente.

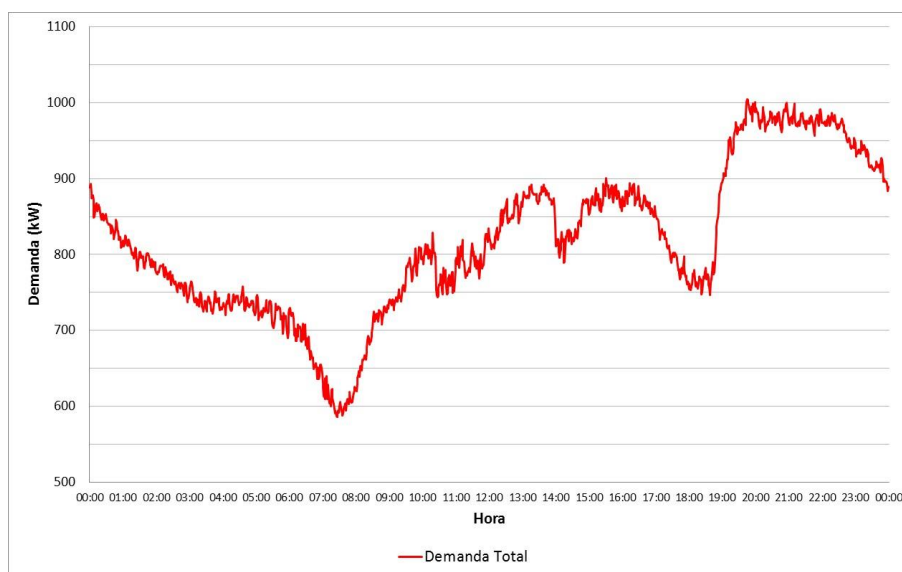


Figura 3 - Curva de demanda de um dia típico - UTE Jacareacanga.

A modelagem de consumo de combustível para os MCI segue a mesma metodologia utilizada no software OTSI - Otimização de Sistemas Isolados do CEPTEL (OTSI CEPTEL, 2009), o qual calcula o despacho ótimo para a UTE de acordo com o parque gerador e a demanda da localidade (Fleury & Vieira, 2008).

Buscando aprimorar a simulação dos dados reais, foram inseridos no banco de dados do software OTSI as informações de consumo de combustível e potência do motor Cummins QSX - 15G9 da usina de Jacareacanga.

A Fig. 4 apresenta as etapas de cálculo da equação que estima o consumo de combustível para o motor avaliado, de acordo com o fator de carga aplicado ao motor. Assim, a Fig. 4a apresenta o consumo de combustível em (L/h) para 4 patamares de carga, ou seja, 100, 75, 50 e 25% da potência nominal em (kW).

Dividindo o consumo horário pela carga, obtêm-se o consumo específico (L/kWh) para cada um dos patamares de carga, possibilitando traçar a curva de consumo específico característica do motor, conforme informa o fabricante em suas folhas de dados, e apresentadas na Fig. 4b.

A Fig. 4c apresenta os pontos de consumo informados pelo fabricante e a reta que passa por estes pontos, para que se possa obter o consumo em pontos intermediários.

Finalmente, a Fig. 4d apresenta a curva aproximada para cálculo do consumo de combustível, onde é possível observar que a curva de consumo específico calculada é próxima da curva apresentada pelo fabricante, apresentando um desvio de 5% próximo ao patamar de carregamento de 25%. Entretanto, este ponto de operação não é utilizado na operação das usinas termelétricas por ser um ponto antieconômico, como informa a própria Cummins em seus manuais de operação, não sendo recomendada a operação em patamares inferiores de 30% de carga por apresentar consumo específico elevado.

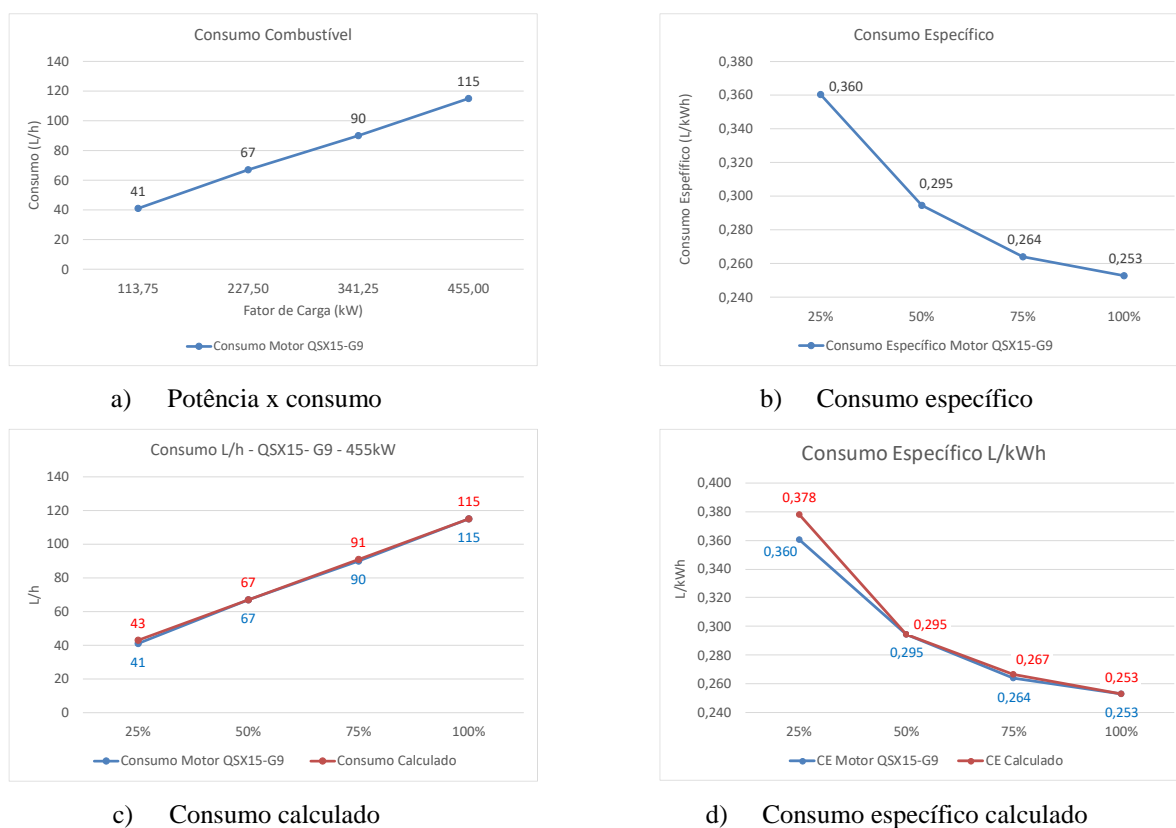


Figura 4 - Cálculo do consumo de combustível para o motor QSX15-G9.

Deste modo, é possível calcular o consumo de combustível, dada a curva de carga da Fig. 3 juntamente com a curva da Fig. 4d, como prevê a metodologia apresentada por Fleury e Vieira (2008), e que é utilizada no OTSI conforme o despacho dos MCI.

Desta forma foi traçado 4 cenários:

- **Cenário 1:** Consiste no diagnóstico de operação da usina por meio de dados reais, tais como consumo de combustível, geração de energia, despacho de operação dos grupos geradores da usina e da curva de demanda de energia elétrica da localidade. De posse destes dados, foi possível traçar o perfil de consumo de combustível e operação da usina, sendo este o cenário base do estudo realizado;
- **Cenário 2:** Aplicação de otimização do despacho dos grupos geradores apresentado no cenário 1, com auxílio do software de Otimização de Despacho de Usinas Termelétricas dos Sistemas Isolados – OTSI, desenvolvido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), para redução do consumo específico total da usina (OTSI CEPEL, 2009);
- **Cenário 3:** Sistema híbrido (MCI – ORC) de geração de energia elétrica para redução do consumo específico total da usina, utilizando a Recuperação do Calor de Exaustão (WHR) dos gases de escape dos motores de combustão interna da usina, sendo os mesmos aproveitados no Ciclo Orgânico de Rankine (ORC); e
- **Cenário 4:** Sistema híbrido (MCI - ORC - PV) ou seja cenário 3 mais PV (com baterias) no período de ponta de carga para evitar a operação de 3 motores durante o período de ponta otimizando o despacho dos motores e reduzindo ainda mais o consumo de combustível.

### 3.1. Cenário 1 – MCI despacho atual

Considerando as condições atuais de operação de acordo com o despacho das unidades geradoras (UG) levantado em campo, inicia-se a avaliação da aplicação das alternativas para redução do consumo de combustível e, consequentemente, redução dos custos operacionais.

O despacho dos MCI para atender a curva de demanda, atualmente, ocorre segundo a Fig. 5, onde as barras empilhadas representam os MCI em operação, por base horária, dividindo a demanda (Fig. 3) pelo número de MCI. Por exemplo, durante a primeira hora de operação, os MCI estão em operação em paralelo para atender uma demanda da Fig. de 846 kW, divididas igualmente entre eles, ou seja, 282 kW para cada MCI (CELPA, 2015).

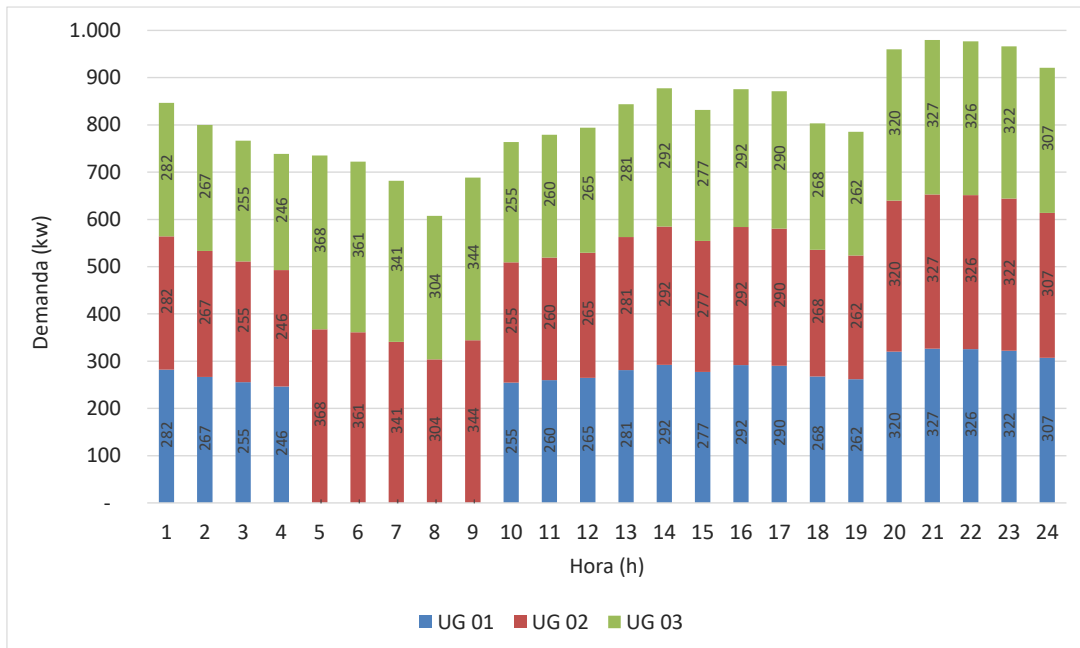


Figura 5. Despacho dos MCI (cenário atual).

De acordo com o despacho apresentado na Fig. 5, obteve-se o carregamento dos MCI; no período com somente duas unidades geradoras operando, entre 5h e 9h, onde o fator de carregamento é maior, diminui-se o consumo específico neste período (Fig. 6).

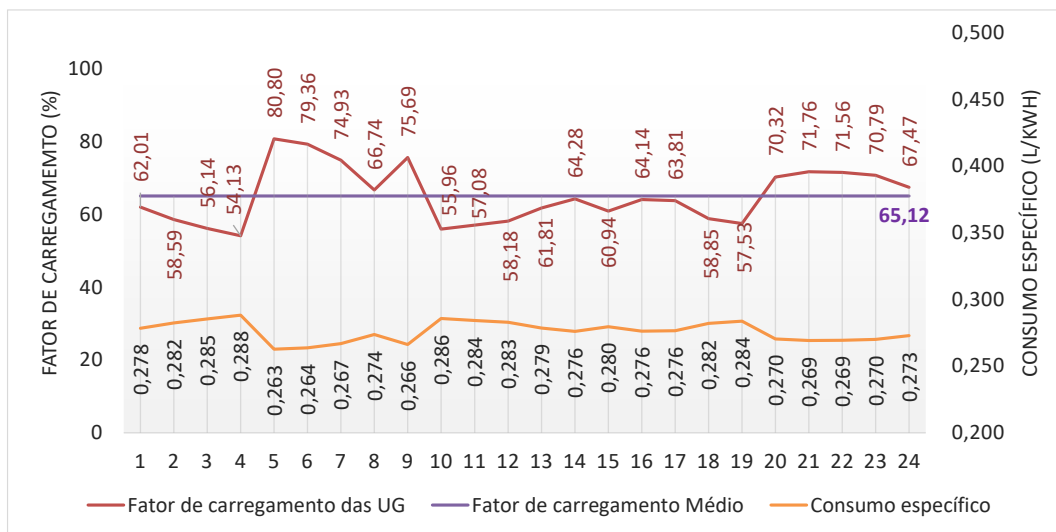


Figura 6 - Fator de carregamento dos MCI (cenário atual).

### 3.2. Cenário 2 - MCI - despacho ótimo

Os resultados da simulação do despacho ótimo dos MCI realizada no software OTSI – Otimização de Sistemas Isolados é apresentado na Fig. 7. O objetivo foi elevar o fator de carregamento dos MCI e assim, reduzir, quando possível, o número de UG operando simultaneamente.

O resultado desta simulação foi a redução de 2,8% no consumo específico em relação ao cenário 1 e, conseqüentemente, a redução dos custos operacionais.

Durante a simulação, foi parametrizada reserva girante de geração de 10% da potência nominal para cada MCI, a fim de garantir a estabilidade do sistema, ou seja, quando a potência dos MCI atinge 90% de carga, é adicionado outro MCI ao sistema, aumentando a confiabilidade.

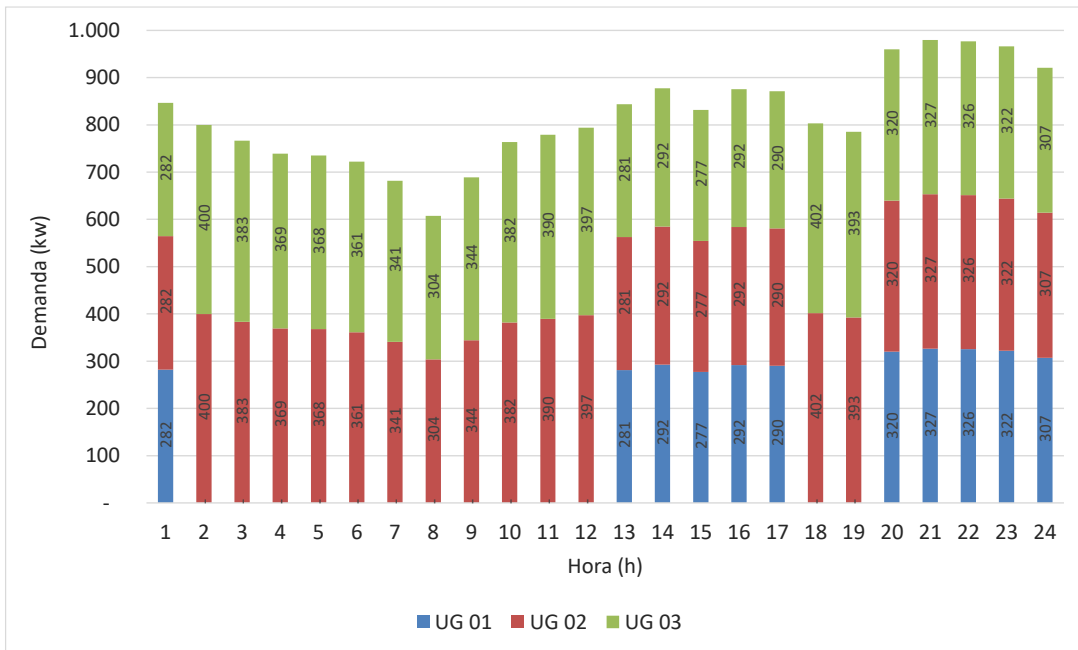


Figura 7 - Despacho dos MCI (despacho ótimo).

Comparando o despacho do cenário 2 (Fig. 7) com o do cenário 1 (Fig. 5), observa-se que foi possível reduzir o número de MCI em operação durante a madrugada e início da manhã. Esta condição elevou o fator de carregamento médio da usina em 15,4% em relação ao cenário 1 (Fig. 8).

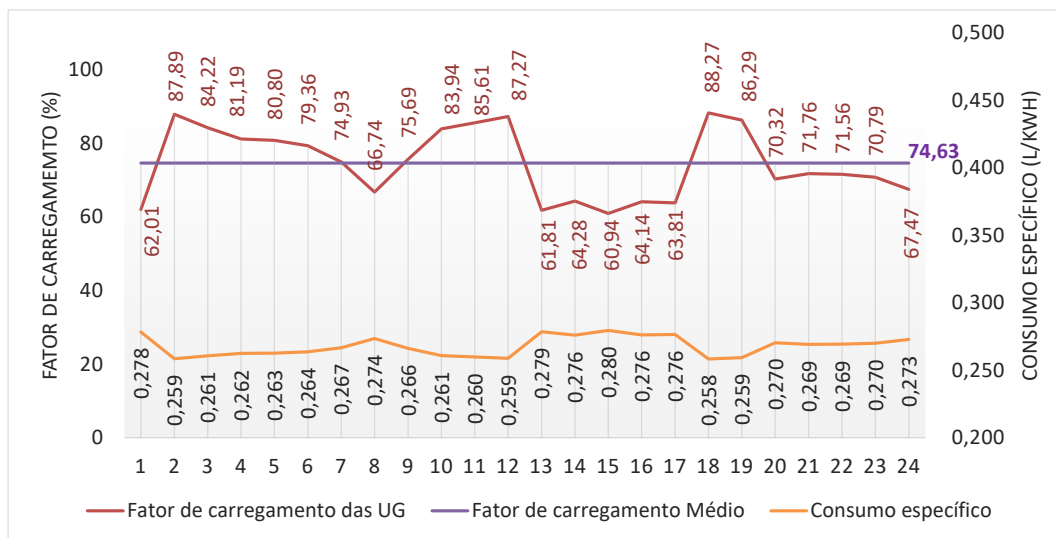


Figura 8 - Fator de carregamento dos MCI (despacho ótimo).

### 3.3. Cenário 3 – MCI - Despacho Ótimo + ORC

Neste cenário, foi utilizada a tecnologia de Ciclo Orgânico de Rankine (ORC), com a temperatura dos gases de escape dos MCI de 468°C, atingindo, portanto, temperatura suficiente para utilização do ORC através da recuperação residual dos gases de escape (Rettig, 2011; Vaja e Gabarrotta, 2010).

Para o cálculo das propriedades termodinâmicas do fluido de trabalho, R245fa, foi utilizada a biblioteca de software livre “coolprop”, multi-plataforma que fornece os parâmetros termodinâmicos deste fluido de trabalho (Bell, 2014).

A modelagem proposta, utilizou 2 MCI de 455 kW cada um, operando com potência nominal máxima de 410 kW, em um total de 820 kW, para garantir reserva girante de potência e, assim, manter a estabilidade do sistema. Os gases de escape dos 2 MCI alimentam o Evaporador de 1 módulo ORC com potência em torno de 120 kW; de acordo com a potência disponibilizada pelos principais fabricantes de ORC, podem ser adotados os módulos de 125 ou 130 kW (Larjola et al, 2011).

A eficiência do ORC considerada foi de, aproximadamente, 12 %, em sistema MCI-ORC, segundo Vaja e Gabarotta (2010), corroborado com a modelagem adotada, o que gerou o despacho do sistema apresentado na Fig. 9.

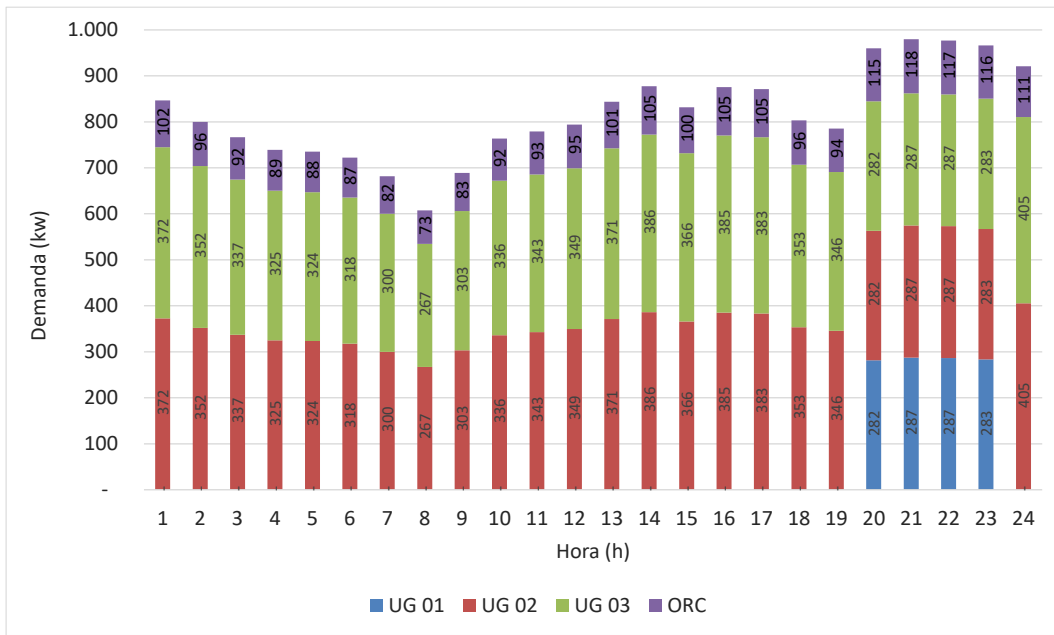


Figura 9 -Despacho dos MCI + Despacho ótimo + ORC.

Com a adição do ORC, foi possível desligar um MCI durante quase todo o período de operação, sendo necessários 3 MCI somente no período de ponta de carga. Ao desligar um motor, aumenta-se o fator de carga, evitando que parte da eficiência devida à adição do ORC seja absorvida pela redução do fator de carga nos MCI, o que resultaria em uma redução do consumo específico de combustível menor no sistema (Fig. 10).

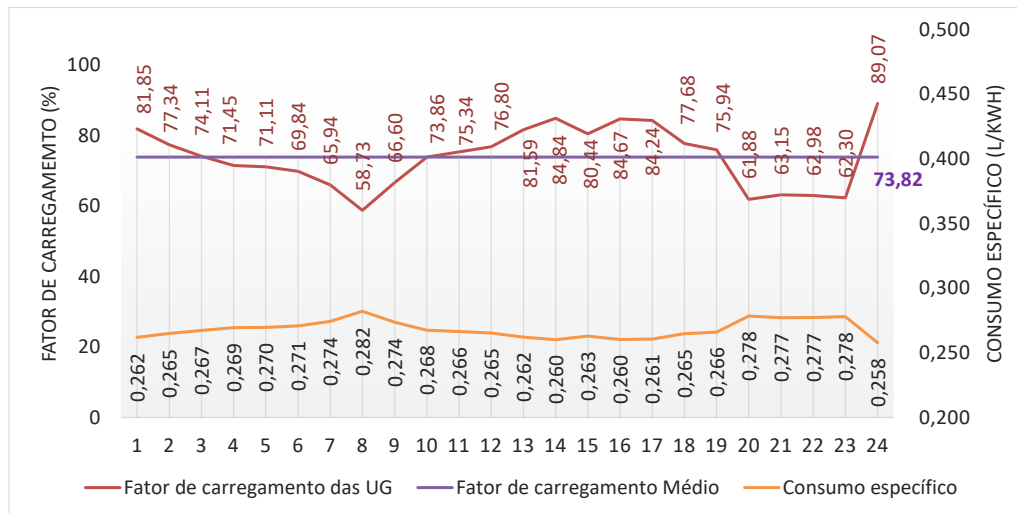


Figura 10 - Fator de carregamento dos MCI +Despacho ótimo + ORC.

### 3.4. Cenário 4 – MCI - Despacho Ótimo + ORC + PV

Este cenário contempla o sistema MCI – ORC – PV, adicionando ao cenário 3 a energia fotovoltaica (PV) com baterias para gerar energia no período de ponta. Através do despacho apresentado na Fig. 11, é possível observar que, durante 4h no horário de ponta de carga, há a necessidade de se operar 3 MCI juntamente com o ORC para suprir a demanda da localidade. Com isto, a adição do subsistema PV para suprir a demanda de modo a melhorar o fator de carregamento dos motores e o desligamento de um MCI se mostrou uma boa opção durante as simulações, com incremento de 2,5% de eficiência em relação ao cenário 3.

O uso de sistema fotovoltaico em sistemas isolados normalmente utiliza-se baterias, entretanto para consumo ao longo do dia. No nosso estudo foi observado que para que o sistema tivesse um melhor rendimento, ou seja, maior redução do consumo de combustível, o uso de energia fotovoltaica somente no período de ponta foi mais adequado pois reduzindo, conforme já mencionado, a necessidade de operação do 3 motor no horário de ponta de carga.

A Fig. 11 apresenta o despacho do sistema híbrido proposto. Observa-se que o uso dos painéis fotovoltaicos ocorre apenas durante o período de 4h no horário de ponta de carga à noite, para suprir a demanda de 50 kW, totalizando uma geração de 200 kWh no período de ponto a qual deve ser gerada durante o período de 5h de insolação diária para a localidade de acordo com o atlas solarimétrico. O sistema PV proposto seria composto por 160 placas de 250Wp para fornecer a energia requerida, calculado segundo CRESB (2014).

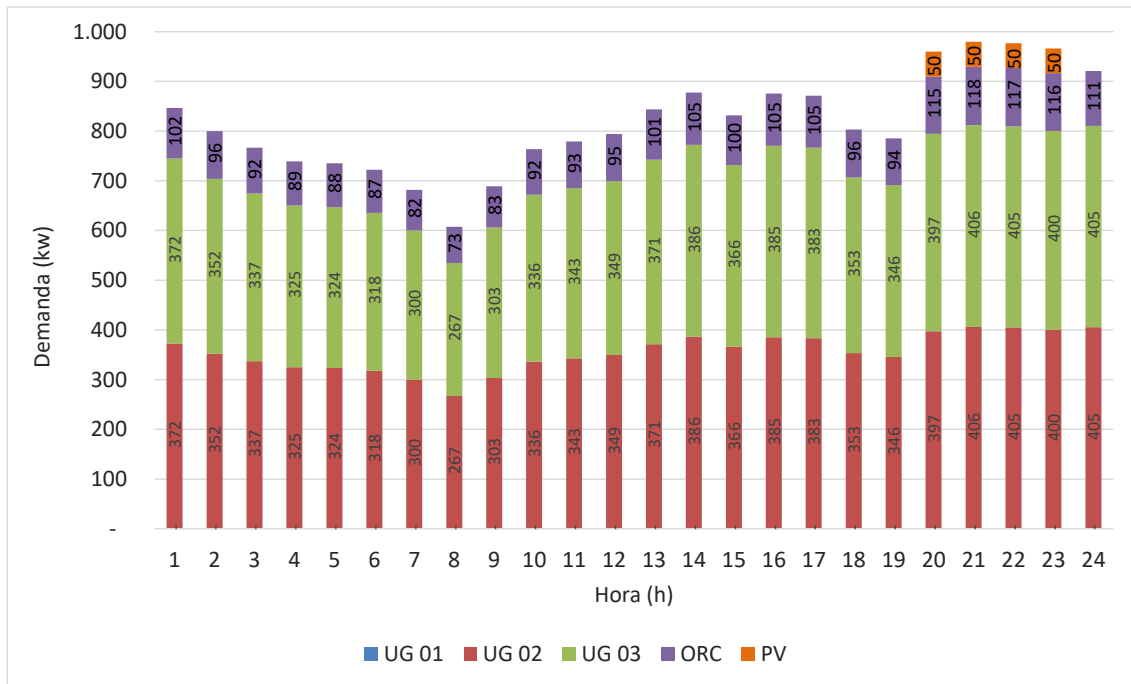


Figura 11 - Despacho dos MCI + Despacho ótimo + ORC +PV.

Com a adição do sistema PV, o carregamento médio da usina aumentou de 74% para 78% (Fig. 12), sendo esta condição favorável à redução do consumo de combustível dos MCI e para a eficiência do ORC.

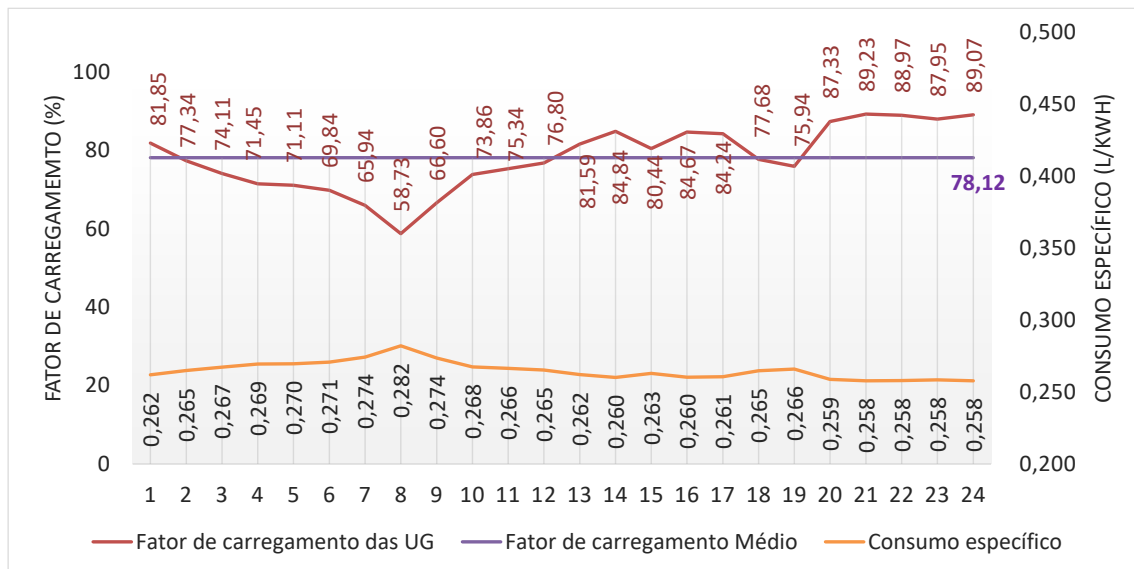


Figura 12 - Fator de carregamento dos MCI + Despacho ótimo + ORC + PV.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados alcançados evidenciam a redução do consumo específico com a aplicação do ORC e, por conseguinte, redução do consumo de combustível nos MCI durante o atendimento a demanda de energia da localidade.

Observa-se também que o uso da energia fotovoltaica para o horário de ponta apresenta vantagem, pois evita-se o uso de um terceiro MCI no horário de ponta.



Por meio do despacho otimizado, sem alteração do parque gerador, utilizando apenas o gerenciamento da operação da usina, foi possível reduzir o consumo específico em 2,8%, passando de 0,276 para 0,268 L/kWh. Com isto, houve redução do consumo mensal em 4.560 L.

O resultado da simulação do sistema Diesel – ORC e despacho ótimo evitaria o consumo de 23.449 L de diesel ao mês, com consumo específico mensal de 0,236 L/kWh.

Por fim, o uso de sistema fotovoltaico no horário de ponta junto com o ORC e despacho otimizado reduziu o consumo específico a 0,230L/kWh, com 26.995 L de diesel evitado ao mês, o qual resultaria em uma economia anual de R\$ 1.160.000,00.

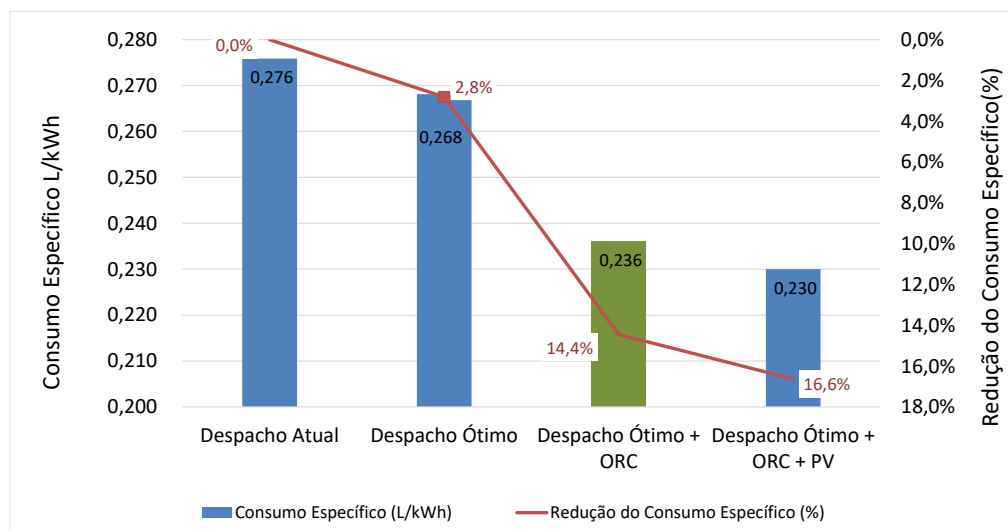


Figura 13 - Análise comparativa dos cenários.

## 5. CONCLUSÕES

Este artigo avaliou alternativas para redução do consumo de combustível por meio do estudo de caso em uma usina termelétrica de 1,8MW de potência instalada.

O primeiro cenário aplicou despacho otimizado, o qual obteve-se a redução do consumo específico de 2,8%, reduzindo de 0,276 para 0,268 (l/kWh).

O segundo cenário adicionou ao despacho otimizado um módulo ORC de 100 kW, para aproveitamento dos gases de exaustão dos motores da usina, incrementando a potência gerada em 12% e reduzindo, assim, 14,8% do consumo de combustível.

O último cenário foi a adição de painéis fotovoltaicos PV (50kW) para complementar a geração no horário de ponta de carga. Assim, a redução final com a aplicação do ORC e PV trouxe uma redução de 16,3% do consumo mensal de combustível, o qual resultaria em uma economia anual de aproximadamente R\$ 1.160.000,00.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à Eletrobras – Centrais Elétricas Brasileiras S.A. e ao CEPEL – Centro de Pesquisa de Energia Elétrica pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

## REFERÊNCIAS

AEC, E. Acompanhamento de Estoque Combustível - AEC Eletrobras. 2013.

Disponível em: <<http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMISF81A08D1PTBRIE.htm>>.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. 2014.

Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=17&idPerfil=8>>.

ANP PREÇO. Agência Nacional do Petróleo. 2015.

Disponível em: <[www.anp.gov.br/preco](http://www.anp.gov.br/preco)>.

BELL, Ian H., WRONSKI, Jorrit, QUOILIN, Sylvain, LEMORT, Vincent. Pure and Pseudo-pure Fluid Thermophysical Property Evaluation and the Open-Source Thermophysical Property Library CoolProp. 2014. Industrial & Engineering Chemistry Research. Disponível em: <[www.coolprop.org](http://www.coolprop.org)>.

CELPA. Centrais Elétricas do Pará. 2015.

Dados Coletados na Agência da Distribuidora em Jacareacanga.

CRESB. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. 2014. Disponível em: <[www.cresesb.cepel.br](http://www.cresesb.cepel.br)>.

CUMMINS POWER. Manual de Aplicação de Grupos Geradores Arrefecidos a Água. 2014.

CUMMINS, P. Catálogos e Folhetos de Grupos Geradores diesel.

Disponível em: <<http://www.cumminspower.com>>. Acesso em: agosto 2014.

ELETOBRAS. (2016). Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2016, 1–84. Retrieved from <https://www.eletobras.com/elb/data/Pages/LUMISB4C86407PTBRIE.htm>

FLEURY, G. W. S.; VIEIRA, L. S. R. Metodologia de Cálculo de Limitantes de Consumo Específico para Sistemas Isolados. Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL. 2008.

LARJOLA, J., HUSITALO, A., TURUKEM-SAARESTI, T. Background and Summary of Commercial ORC Development and Exploitation, First International Seminar on ORC Power Systems, Tu-Delft, 2011.

OTSI CEPEL. CEPEL - Programas Computacionais para Otimização e Simulação de Sistemas Isolados. 2009.

Disponível em: <Programas Computacionais para Otimização e Simulação de Sistemas Isolados>. Acesso em: 2014.

PO ELETOBRAS. Plano de Operação - Sistemas Isolados. Eletrobras. 2015.

RETTIG, A., LAGLER, M., LAMARE, T., LI, S., MAHADEA, V., MCCALLION, S., & CHERNUSHEVICH, J. (2011). Application of Organic Rankine Cycles ( ORC ). World Engineers' Convention, 1–10.

RETTIG, A., Application of Organic Rankine Cycles (ORC), World Engineers Convention, 2011.

SCD ELB. Eletrobras - Sistemas Isolados, Sistema de Coleta de Dados. 2014. Disponível em:<<http://www.eletobras.com/elb/data/Pages/LUMISF81A08D1PTBRIE.htm>>. Acesso em: 2014.

VAJA, I.; GAMBAROTTA, A. Internal Combustion Engine (ICE) bottoming with Organic Rankine Cycles (ORC). 2010. Energy Elsevier. Parma. Italy. 2010.

#### **DIESEL CONSUMPTION REDUCTION IN THERMOELECTRIC POWER PLANTS OFF-GRID WITH ORC AND PHOTOVOLTAIC ENERGY**

**Abstract.** *The typical thermoelectric plants in the off-grid Systems are composed by diesel generator operating in parallel. In Brazil, the off-grid systems have around 230 thermoelectric plants with a diesel consumption of 1.08 billion liters/year. However, in order to reduce the diesel consumption of plants in isolated systems in recent years (and especially since 2014), the Brazilian national electric energy agency (ANEEL) has been restricting the limits of consumption of fuel within specifically defined limits for Power plants. This measure requires that plants adopt more efficient generating units, ie with low fuel consumption and operating and maintenance procedures to ensure that their monthly fuel consumptions are below the maximum permissible limit. Then it proceeds to conduct a case study, applying alternatives to the reduction of fuel consumption in a plant of Isolated Systems 1.8 MW. This plant was chosen because it has power characteristics and infrastructure similar to 59% of existing power plants. Scenarios were made employing the Organic Rankine Cycle (ORC) which uses the Waste Heat Recovery (WHR) from exhaust gasses of diesel power plant generators, plus the addition of solar energy Photovoltaic (PV) so as to reduce the fuel consumption of the power plant.*

**Key words:** *Organic Rankine Cycle – ORC, Hybrid with PV application and Stand-alone power generator.*