



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

BR/GET/02
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO XIV

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

METODOLOGIA DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA O SETOR INDUSTRIAL

Luciano Cavalcante Siebert (*)
LACTEC

Alexandre Rasi Aoki
LACTEC

Eduardo Kazumi Yamakawa
LACTEC

Lucas Roberto Ferreira
LACTEC

Fábio Antonio Filipini
Graphus Engenharia

Gustavo Klinguelfus
COPEL

RESUMO

Apresenta-se uma metodologia para a elaboração e análise de indicadores de eficiência energética para o setor industrial, desenvolvida no projeto “Sistema inteligente de gestão de indicadores de eficiência energética por segmento de mercado de energia”, no âmbito do programa de P&D da Companhia Paranaense de Energia (COPEL). No desenvolvimento da metodologia foi utilizada a metodologia *Balanced Scorecard*, assim como foram considerados dados reais do setor industrial do estado do Paraná para seleção dos indicadores. Os indicadores de eficiência energética possibilitarão uma melhor compreensão da eficiência energética nas indústrias, assim como permitirá à concessionária um melhor direcionamento de investimentos de programas de eficiência energética.

PALAVRAS-CHAVE

Indicadores de eficiência energética, gestão da energia, eficiência energética.

1.0 - INTRODUÇÃO

Na atual conjuntura do setor elétrico nacional e da competitividade crescente que se verifica no setor industrial em geral, o planejamento energético de uma indústria não mais deve restringir-se à preocupação em atender um aumento de demanda e a realizar ações de conservação de energia. O gerenciamento de energia na indústria deve estar sintetizado no desenvolvimento de técnicas capazes de oferecer comodidade, facilidade de alterações, manutenção ágil e eficaz, e principalmente maximização de lucros e minimização de perdas com esse insumo.

O presente trabalho apresenta uma metodologia para a elaboração e análise de indicadores de eficiência energética, que foram incorporados em uma ferramenta computacional desenvolvida dentro do projeto “Sistema inteligente de gestão de indicadores de eficiência energética por segmento de mercado de energia”, no âmbito do programa de pesquisa e desenvolvimento (P&D) da Companhia Paranaense de Energia (COPEL). Tal ferramenta realizará a gestão de indicadores de eficiência energética, permitindo que as indústrias participantes possam avaliar seu desempenho em comparação ao setor e realizar análises temporais desse desempenho, que as concessionárias de energia elétrica tenham uma maior compreensão da eficiência energética nas indústrias e também aponta quais usos finais são mais interessantes para serem contemplados por ações de eficiência energética dentro de uma planta fabril.

(*) BR 116 km 98, n° 8813 – Centro Politécnico da UFPR – CEP 81531-980 Curitiba, PR – Brasil.
Tel: (+55 41) 3361-6143– Email: luciano.siebert@lactec.org.br

2.0 - INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Eficiência energética é um investimento, assim como uma linha de transmissão ou uma usina de geração de energia, que tem como objetivo reduzir o consumo de energia elétrica para assim garantir o atendimento de demandas futuras. Possui foco na redução do desperdício de energia (MCLEAN-CONNER, 2009, p. 5).

Uma dos maiores aspectos quando tratamos de políticas de eficiência energética é a avaliação: avaliação dos resultados atingidos, avaliação das metas, avaliação da situação relativa entre outros países (BOSSEBOEUF, 1997). Para isso são necessários Indicadores de Eficiência Energética (IEE).

Segundo o Centro de Pesquisas Energéticas da Ásia e do Pacífico (APERC, 2000) IEE medem o “quão bem” energia é usada na produção de alguma saída útil. Eficiência energética é um conceito que não pode ser apresentado quantitativamente de uma maneira exata, ela depende de indicadores, que fornecem uma aproximação quantitativa da eficiência energética (PATTERSON, 1996,). No setor industrial, por exemplo, indicadores podem ser definidos pela seguinte razão:

$$\frac{\text{Saída útil do processo}}{\text{Entrada de energia do processo}}$$

A saída útil do processo pode ser especificada tanto em toneladas de produto, valor agregado, unidades produzidas, entre outros, enquanto a entrada de energia por sua vez, poderá ser definida em kWh, tep (tonelada equivalente de petróleo), Joules entre outros.

Indicadores são necessários quando se pretende comparar diferentes cenários, seja a eficiência energética entre diversas indústrias, setores, países, ou mesmo dentro de um mesmo processo produtivo quando temos uma variação no tempo. Comparações, porém, segundo Bosseboeuf (1997), podem assumir um alto grau de dificuldade por diversos motivos, tais como:

- Dados utilizados não são homogêneos em definição e método de medição;
- Indicadores calculados para a avaliação de eficiência energética são diferentes de um país, setor ou indústria para o outro;
- Interpretação de indicadores similares pode divergir consideravelmente.

Definir se um sistema é energeticamente eficiente é algo complexo, pois a eficiência deve ser associada a um processo de *benchmarking*, ou seja, a noção de “melhor prática” ou o menor uso possível de energia, um dado que não está sempre disponível nem é de fácil aquisição (BOYD, 2008).

O uso não criterioso de IEE pode implicar em conclusões errôneas (PATTERSON, 1996). Por exemplo, o decréscimo de um indicador de eficiência pode muitas vezes não representar uma eficiência energética inferior, mas a automação de um sistema fabril.

Quando bem aplicados, IEE apresentam quando comparados a um cenário de *benchmarking*, um cenário passado ou uma projeção futura, um potencial para melhorar a eficiência energética do local (APERC, 2000).

Os IEE mais utilizados são os indicadores físico-energéticos e econômico-energéticos, ou mais brevemente, indicadores físicos e econômicos, sendo os primeiros utilizados normalmente para uma microanálise (setorial, subsetorial, etc.) e os últimos para uma macro análise (BOR, 2008).

Além desses Patterson (1996) ainda cita dois tipos de IEE, os puramente econômicos e os puramente termodinâmicos ou energéticos. Os primeiros são indicadores que medem mudanças em eficiência energética somente através de valores de mercado. Isto é, uma razão entre o preço gasto pela energia consumida e o preço de mercado do produto. Os puramente termodinâmicos ou energéticos por sua vez necessitam de um valor de *benchmarking*, ou “melhor prática”, pois ele é definido como a razão entre a energia utilizada em um determinado processo ou setor pela energia mínima necessária para realizar a atividade nas mesmas condições. Ambos não são parâmetros amplamente encontrados na literatura.

A Figura 1 apresenta a abrangência dos IEE físico-energéticos e econômico-energéticos, que são os mais frequentemente utilizados, conforme o nível de agregação dos dados de entrada.

Para altos níveis de agregação, ou seja, comparação entre diferentes tipos de indústria, entre diferentes setores da economia ou entre países/regiões, os IEE econômicos são a única alternativa viável. Para uma melhora em um processo tecnológico específico é extremamente difícil medir o valor agregado dessa mudança, assim, prevalece como alternativa de indicadores para esse nível mínimo de agregação de dados, os indicadores físicos.

Como as reduções de consumo de energia ocorrem principalmente nos níveis de processo (processo tecnológico ou planta industrial), se espera que a economia de energia gerada nos níveis menos agregados possa ser identifica

e reflita diretamente nos níveis superiores de agregação de dados. Porém essa transição de IEE entre níveis de agregação de dados apresenta diversas dificuldades, tais como a mensurabilidade das ações realizadas anteriormente, e também é necessário levar em conta que medidas ligadas ao âmbito pessoal e também socioeconômico refletem diretamente no consumo de energia (WU, 2007).

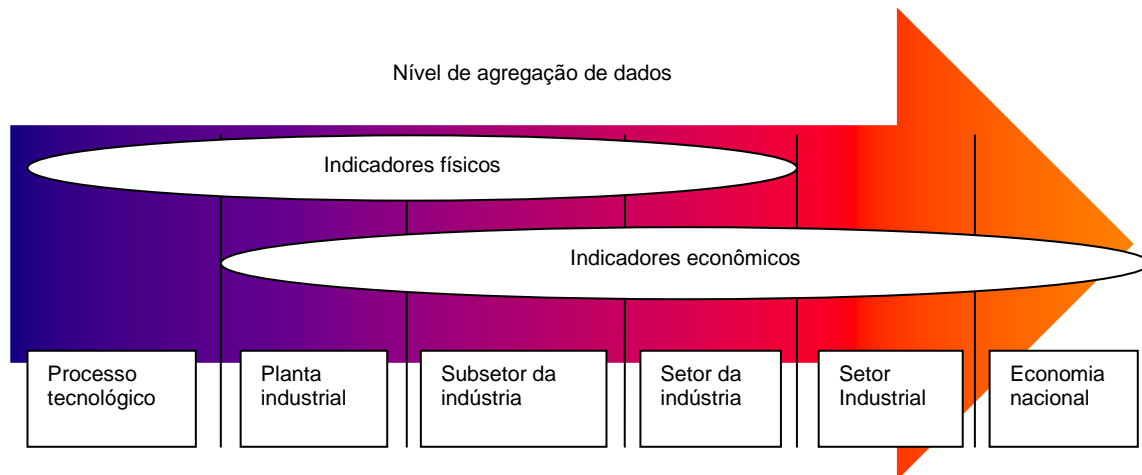


Figura 1 - Indicadores de eficiência energética de acordo com o nível de agregação de dados de entrada

3.0 - METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Para a criação inicial dos indicadores de eficiência energética foi utilizada a metodologia de *Balanced Scorecard* para o levantamento de 97 indicadores de eficiência energética, iniciais, dentro das seguintes perspectivas das empresas: financeira, dos clientes, processos internos, da aprendizagem e do crescimento e a perspectiva ambiental. Após esse levantamento foi realizada uma seleção de quais indicadores seriam mais úteis dentro da proposta da ferramenta computacional desenvolvida. Essa seleção envolveu o julgamento de especialista, da equipe técnica do projeto, e questionário respondido por 23 indústrias do estado do Paraná.

Nas próximas subseções serão detalhadas as etapas para determinação dos indicadores de eficiência energética.

3.1 Balanced Scorecard Aplicado à Eficiência Energética

Segundo Souza (2010) o *Balanced Scorecard* – BSC é um sistema de gerenciamento de estratégias organizacionais com visão de longo prazo, que foca na administração e na comunicação das metas e dos objetivos por meio do acompanhamento de indicadores de desempenho.

A criação e implantação de um *Balanced Scorecard* voltado à gestão da eficiência energética pode seguir a mesma metodologia que orienta a sua implantação como ferramenta de gerenciamento estratégico.

Desta forma, o primeiro passo para a sua criação é a determinação de quantas e de quais perspectivas são necessárias para mostrar o que é a eficiência energética, seus benefícios e as vantagens que ela proporciona à organização, aos clientes, aos *stakeholders*, à sociedade e aos colaboradores, criando também, vantagem competitiva para a organização.

Outras ações que merecem destaque no que tange a eficiência energética são: o mapeamento de todos os processos que envolvem o desenvolvimento dos produtos ou serviços, o desenvolvimento de uma auditoria energética em toda a organização procurando identificar os pontos suscetíveis de melhorias no aspecto energético e o mapeamento das competências que os colaboradores ou funcionários devem possuir para desenvolver suas atividades de forma eficiente, melhorando os produtos e serviços desenvolvidos, além das tarefas relativas a toda a organização.

Outro ponto importante no tocante à eficiência energética é o meio ambiente, que sofre menos danos quanto menos se consome energia.

Desta forma, as perspectivas escolhidas para desenvolver um *BalancedScorecard* voltado à gestão da eficiência energética em uma organização escolhidas são:

- Perspectiva Financeira;
- Perspectiva dos Clientes;

- Perspectiva dos Processos Internos;
- Perspectiva da Aprendizagem e Crescimento;
- Perspectiva Ambiental.

Utilizando as perspectivas supracitadas, Souza (2010) enumerou noventa e sete indicadores de eficiência energética, os quais serviram como base inicial da metodologia para determinação dos IEE do presente trabalho.

3.2 Método de seleção dos indicadores de eficiência energética

Considerando a quantidade de indicadores de eficiência energética encontrados em primeira análise, foi necessária a realização de uma triagem inicial para a seleção dos indicadores mais relevantes, visando a compreensão do nível de eficiência energética das indústrias. Essa triagem foi realizada levando em conta o grau de relação dos indicadores com a eficiência energética da organização, a dificuldade de obtenção dos indicadores e a especificidade dos mesmos.

Foi necessário, portanto, examiná-los criteriosamente procurando resumi-los a um grupo que capte a essência da eficiência energética, em termos de indicadores gerais, ou seja, que apresentem uma considerável coerência quando comparados entre indústrias de diferentes setores produtivos, possibilitando vinculações de causa e efeito entre as medidas.

Para isso foi inicialmente utilizado o conceito de “Matriz Esforço X Impacto”, que é um diagrama gerado a partir de um *Brainstorming*, onde os indicadores são pontuados quanto ao esforço para a obtenção e o impacto que causam, ou seja, a relação deles com o conceito de eficiência energética.

Tanto o esforço quanto o impacto foram pontuados com os valores 1, 2 ou 3, sendo 1 para a menor relação e 3 para a maior. Quando os indicadores são expressos através de razões, tanto os esforços para a obtenção do numerado quanto do denominador foram pontuados, sendo utilizado para análise o maior valor obtido.

Através desse processo foram definidos 10 IEE. Como os valores atribuídos através de *Brainstorming* são discutíveis e subjetivos, pois representam a percepção dos avaliadores, foi desenvolvido um questionário em ambiente *web*, direcionado para indústrias selecionadas dos ramos automotivo, químico e alimentício do estado do Paraná. Esta pesquisa tinha como objetivo fazer uma filtragem dos indicadores escolhidos inicialmente, para saber quais seriam realmente os indicadores que as empresas iriam responder, e assim maximizar a aceitação da ferramenta no projeto piloto. Visando uma maior participação, o questionário foi realizado de modo sucinto, contendo 14 perguntas principais, sendo que algumas continham subitens.

Vinte e três empresas, de diferentes localidades do estado do Paraná, responderam ao questionário. Após análise das respostas obtidas, os indicadores selecionados foram:

1. Consumo de Energia/Área Fabril;
2. Consumo de Energia/Receita;
3. Consumo de Energia/Número de funcionários;
4. Consumo de Energia/Potência Transformador de Entrada;
5. Multa excedente reativo;
6. Consumo de energia / Unidade Padrão de Produção;
7. kg CO₂ equivalente / Unidade Padrão de Produção.

Vale ressaltar que embora 61% das empresas que responderam, através do questionário, que não enviariam dados de receita, o indicador dois será considerado para as análises, sem obrigatoriedade no preenchimento quando do projeto piloto da ferramenta de gestão de IEE. Essa decisão foi tomada para que informações pertinentes não sejam previamente descartadas.

4.0 - PROCESSO DE VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA

Para validar a metodologia foram realizadas simulações considerando tanto dados reais de quinze empresas que responderam o questionário previamente mencionado, quanto dados estimados. A Tabela 1 apresenta os dados considerados nas simulações.

Considerado a base de dados da Tabela 1, foi então possível calcular todos IEE previamente estabelecidos. O cálculo do IEE 7 (kg CO₂ equivalente / Unidade Padrão de Produção) tem uma peculiaridade quando comparado aos demais indicadores, devido ao dado de entrada do Fator Médio Mensal (FMM) (tCO₂/MWh) referente à emissão de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera. Esse fator, conforme o site do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT, 2012), fornece somente os valores referente a dois meses anteriores ao mês atual da análise. O cálculo é feito, multiplicando o FMM (tCO₂/MWh) pelo Consumo de Energia (kWh), o resultado dividindo pela Produção (t), resultando no indicador MT7. O FMM considerado foi de 0,0522 (tCO₂/MWh).

Tabela 1 - Dados considerados na simulação

Empresa	Consumo de Energia [kWh]	Potência dos Transformadores [kVA]	Número de Funcionários	Área Fabril (m²)	Multa excedente relativo [R\$]	Fatura [R\$]	Produção [t]	Receita [R\$]
Alpha	403200	1000	42	1700	0	119.452,032	4500	4.000.000,00
Beta	907200	2000	250	30000	0	268.767,072	5000	4.500.000,00
Gama	856800	2000	1903	25000	8000	253.835,568	6500	5.000.000,00
Delta	2419200	5000	120	660000	2000	716.712,192	90000	12.000.000,00
Eta	458640	1000	800	26000	150	135.876,686	4000	3.500.000,00
Teta	206640	500	700	5000	10	61.219,1664	5000	4.000.000,00
Iota	219240	500	743	10000	5000	64.952,0424	3000	3.000.000,00
Ksi	302400	600	700	8000	4500	89.589,024	3000	3.400.350,00
Pi	403200	1000	200	23000	0	119.452,032	40	3.500.000,00
Phi	1587600	3500	100	10000	0	470.342,376	20	4.000.000,00
Khi	856800	2000	98	3500	12000	253.835,568	200	3.000.000,00
Sigma	2419200	5000	44	200	8500	716.712,192	20000	6.878.706,83
Ômega	2751840	6000	40	500	3500	815.260,118	10000	11.154.963,36
Zeta	206640	500	45	7000	0	61.219,1664	100	884.418,46
Capa	4384800	10000	450	5500	20000	1.299.040,85	390000	92.000.000,00

Fonte: o autor, 2013.

Os valores de cada um dos indicadores obtidos pelas operações básicas com dados da Tabela 1, foram normalizados conforme a seguinte lógica, para cada empresa:

SE $IEEX = 0$ **OU** $IEEX < MÊDIA(IEEX)$
 $IEEX_normalizado = 1$
SENÃO
 $IEEX_normalizado = MÊDIA(IEEX) / IEEX$
FIM

O objetivo desse tipo de normalização é reconhecer que o “volume” dos dados varia significativamente dentro de um estudo ou pesquisa, permitindo a comparação e combinação de dados que se não fossem normalizados, não seriam comparáveis nem combináveis (STAPENHURST, 2009).

A lógica empregada tem a intenção que as empresas que possuem um valor desproporcional tanto de produção, quanto de área ou número de funcionários, quando comparado ao cenário das outras indústrias testadas (tanto demasiadamente maior ou menor), não distorçam análises quanto à eficiência energética das unidades fabris, assim como não expor dados estratégicos das empresas. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2.

Outro método de análise considerada no projeto foi o CUSUM (soma cumulativa das diferenças), que consiste em uma análise considerando diferenças entre um valor real e o valor esperado baseado em um padrão estabelecido. O sistema estando dentro dos padrões esperados terá a soma cumulativa em torno de zero.

O procedimento começa propriamente com o cálculo dos desvios do valor nominal, isto é, a diferença entre o valor observado (média amostral) e o valor nominal “ μ ”. De posse deste desvio, a Soma Acumulada é iniciada. A Soma Acumulada C_i , para o i -ésimo período é a soma de todos os desvios do valor nominal desde o período 1 até o período i , dada por:

$$C_i = \sum_{j=1}^i (X_j - \mu_0) + C_{i-1} \quad , \quad i \geq 1$$

onde X_j é a j -ésima observação de um gráfico CUSUM para observações individuais.

Tabela 2 - IEE normalizados

Indicadores Empresa	MT1	MT2	MT3	MT41	MT5	MT6	MT7
Alpha	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Beta	1,0000	0,8920	1,0000	0,9793	1,0000	1,0000	1,0000
Gama	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,5305	1,0000	1,0000
Delta	1,0000	0,8920	0,6620	0,9181	1,0000	1,0000	1,0000
Eta	1,0000	1,0000	1,0000	0,9685	1,0000	1,0000	1,0000
Teta	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Iota	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,8488	1,0000	1,0000
Ksi	1,0000	1,0000	1,0000	0,8813	0,9431	1,0000	1,0000
Pi	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,6414	0,6414
Phi	1,0000	0,4531	0,8406	0,9793	1,0000	0,0814	0,0814
Khi	1,0000	0,6297	1,0000	1,0000	0,3537	1,0000	1,0000
Sigma	0,1062	0,5113	0,2427	0,9181	0,4993	1,0000	1,0000
Ômega	0,2334	0,7290	0,1940	0,9685	1,0000	1,0000	1,0000
Zeta	1,0000	0,7697	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Capa	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2122	1,0000	1,0000
Média	0,8893	0,8585	0,8626	0,9742	0,8258	0,9149	0,9149

Para a análise CUSUM foi utilizado como padrão a média do setor ou média da unidade consumidora, considerando sempre um histórico apropriado de dados para tal análise. Essa técnica possibilita observar se mudanças no contexto da organização descreveram uma mudança adequada nos indicadores.

No CUSUM em relação a média do setor teremos uma análise, a cada período de tempo analisado, entre o valor de um determinado indicador de uma empresa e a média desse mesmo indicador entre todas as empresas, em valores absolutos. Observando a Figura 2a técnica CUSUM nos auxilia a entender o comportamento temporal do IEE que estava tendendo a perda de controle e está se direcionando aos padrões do setor.

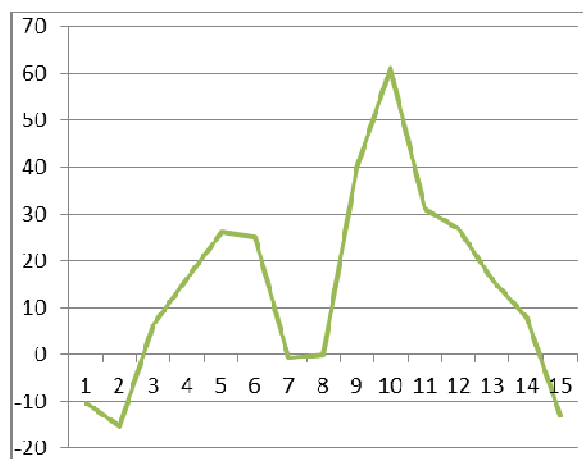


Figura 2—Exemplo de análise CUSUM em relação a média do setor

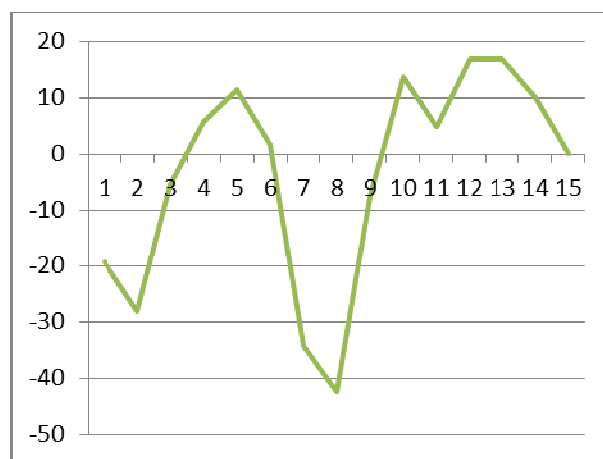


Figura 3—Exemplo de análise CUSUM em relação à média da Unidade Consumidora

No CUSUM em relação à média da unidade consumidora, por sua vez, teremos uma análise, a cada período de tempo analisado, entre o valor de um determinado indicador de uma empresa e a média desse indicador, para a mesma indústria, no período considerado, em valores absolutos. A Figura 3 apresenta graficamente tal análise para o IEE 6, nos permitindo observar que a técnica CUSUM nesse caso nos auxilia a entender o comportamento

temporal do IEE que estava num cenário de eficiência na unidade consumidora está se direcionando a uma perda do controle.

A Tabela 3 apresenta a base de dados utilizada nas análises CUSUM.

Tabela 3 – Base de dados para análise CUSUM

Período	Indicador	Média do setor	Média UC
1	89,6	100	108,93
2	100	105	
3	131,82	110	
4	120	110	
5	114,66	105	
6	99	100	
7	73,08	99	
8	100,8	100	
9	144	104	
10	130	109	
11	100	130	
12	120,96	125	
13	109	120	
14	102	110	
15	99	120	

Fonte: o autor, 2013.

5.0 - CONCLUSÕES

Os indicadores aqui propostos, assim como a metodologia para análise dos mesmo se mostraram eficientes, pois possibilitam o estabelecimento de um *benchmarking* entre as indústrias a partir da normalização dos indicadores informados, assim como realizar análises de tendência de “eficientização”.

Sabendo então, através do questionário realizado, que 74% das indústrias pesquisadas não possuem nenhum tipo de gerenciamento de energia na empresa e em conjunto com os resultados do tratamento dos indicadores, a ferramenta desenvolvida pode se tornar uma ferramenta de grande valia, ao explicitar às empresas seu desempenho em relação à eficiência energética. Além disso, a concessionária poderá subsidiar o desenvolvimento de planos de ações para o Programa de Eficiência Energética (PEE), orientando-o ao atendimento dos segmentos com indicadores piores e com prováveis relações custo-benefício mais atraentes.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) MCLEAN-CONNER, Penni. **Energy Efficiency: Principles and Practices**. Tulsa, Oklahoma (EUA): PennWell Corporation, 2009, 194p.
- (2) BOSSEBOEUF, Didier; CHATEAU, Bertrand; LAPILLONNE, Bruno. Cross-country comparison on energy efficiency indicators: the on-going European effort towards a common methodology. **Energy Policy**, Vol. 25, Nos. 7-9, pp. 673-682, 1997.
- (3) ASIA PACIFIC ENERGY RESEARCH CENTRE. **Energy efficiency indicators: A study of energy efficiency indicators for industry In APEC economies**. Tokyo, 2000.
- (4) PATTERSON, Murray G. What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. **Energy Policy**, v. 24, n. 5, p. 377-390, 1996.
- (5) BOYD, Gale; DUTROW, Elizabeth; TUNNESSEN, Walt. The evolution of the ENERGY STAR energy performance indicator for benchmarking industrial plant manufacturing energy use. *Journal of Cleaner Production*, v.16, p. 709-715, 2008.
- (6) BOR, Yunchang Jeffrey. Consistent multi-level energy efficiency indicators and their policy implications. **Energy Economics**, v. 30, p. 2401-2419, 2008.
- (7) WU, Li-Ming; CHEN, Bai-Sheng. Modeling of Energy Efficiency Indicator for Semiconductor Industry. **IEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, Singapore, p. 822-826.

(8) SOUZA, Marco Roberto Godinho. **Metodologia de Gestão de Indicadores de Eficiência Energética Usando Balanced Scorecard**. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC), Curitiba, 2010.

(9) Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil (MCT). **Fatores de Emissão de CO2 para utilizações que necessitam do fator médio de emissão do Sistema Interligado Nacional do Brasil, como, por exemplo, inventários corporativos**. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/74694.html> .Acesso em: 07/03/2013.

(10) STAPENHURST, Tim. The Benchmarking Book: A How-Guide to Best Practice for Managers and Practitioners. In: STAPENHURST, Tim (Capítulo 7). **Normalization: How to Compare Apples With Pears**. Butterworth-heinemann, 2009.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Luciano Cavalcante Siebert possui graduação em Engenharia Mecatrônica (Controle e Automação) pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2011). Atualmente é pesquisador da Divisão de Sistemas Elétricos do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC e mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Seus interesses de pesquisa são automação da distribuição, gerenciamento pelo lado da demanda, eficiência energética e energias renováveis.

Alexandre Rasi Aoki possui graduação em Engenharia Elétrica pela Escola Federal de Engenharia de Itajubá (1996), mestrado em Engenharia Elétrica pela Escola Federal de Engenharia de Itajubá (1999) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá (2003). Atualmente é Pesquisador Sênior do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC e Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná - UFPR. Participa do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFPR como Professor Permanente e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia do LACTEC como Professor Permanente e Coordenador. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Distribuição da Energia Elétrica, atuando principalmente nos temas: aplicações de sistemas inteligentes para sistemas de potência e smart grids. É membro do Cigré - Comitê de Estudos C6 e do IEEE Power & Energy Society.

Eduardo Kazumi Yamakawa possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Paraná (1997), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Paraná (2007) e especialização tipo MBA pela Fundação Getúlio Vargas RJ (2009). Atualmente é doutorando em Engenharia de Produção na UFSC e pesquisador no Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento Lactec, atuando principalmente nos seguintes temas: eficiência energética e smart grids. Possui Patentes de privilégio de invenção de um Dispositivo de Sinalização para Equipamento de Preparação de Alimentos, a qual foi requerida junto ao INPI, sob número PI0702019-8, Sistema de Controle de Energização de uma Fonte de Calor de uma Mesa de Cocção Vitrocerâmica, a qual foi requerida junto ao INPI, sob o número PI 0802658-0, Sistema e Método de Extensão de Funcionalidades de Aparelhos Eletrodomésticos a qual foi requerida junto ao INPI, sob o número PI0805015-5, Depósito de detecção de queimador a qual foi requerida junto ao INPI, sob o número PI0804821-5 e Smart CouplingDevice, a qual foi requerida ao USPTO sob número 20080143489. Possui patentes de modelo de utilidade de Fast Light, a qual foi requerida junto ao INPI, sob número MU U000494.

Lucas Roberto Ferreira, natural de Mogi das Cruzes, São Paulo, nasceu em 05/03/1990. Graduiu-se em Engenharia de Controle e Automação, em 2012, pela PUC-PR. Atualmente é bolsista de mestrado pelo LACTEC e cursa Mestrado em Engenharia Elétrica na área de sistema de potência, pela UFPR. Áreas de interesse: Eficiência Energética e Smart Grid.

Fábio Antonio Filipini possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Mato Grosso (1988), e Mestrado em Energia e Ciências Térmicas, Engenharia Mecânica, pela Universidade Federal do Paraná (2002). Profissional Certificado em Medição & Verificação em Projetos de Eficiência Energética (CMVP, EVO/2011). Tem experiência na área de Engenharia Elétrica e Mecânica, com ênfase em Eficiência Energética: Energia Elétrica e Energia Térmica atuando principalmente nos seguintes temas: eficiência energética de sistemas elétricos e térmicos, análise termoeconômica e análise exergética, e Medição & Verificação em Projetos de Eficiência Energética. Publicou o livro Eficiência Energética, Editora Base Ltda., 2010. Publicou o livro Do Vinho as Emoções, Editora Caravansarai, 2010.

Gustavo Klinguelfus é graduado em engenharia elétrica no ano de 2009 pela Universidade Federal do Paraná - UFPR. Foi pesquisador no Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC e atualmente é Engenheiro Eletricista da Companhia Paranaense de Energia - COPEL, atuando em projetos relacionados ao tema eficiência energética. Possui experiência na área de engenharia elétrica, com ênfase em eletrotécnica, atuando principalmente nas áreas de eficiência energética e medição. Possui certificação internacional em medição e verificação para determinação de economia de energia.