



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

Versão 1.0
22 a 25 Novembro de 2009
Recife - PE

GRUPO X

GRUPO DE ESTUDO DESEMPENHO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GDS

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA QUALIDADE
DE ENERGIA ELÉTRICA NO CUSTO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

Miguel O B C de Melo(*)
Univ Federal da Paraíba
(UFPB)

José Júlio Leitão
Cia Hidroelétrica do São Francisco
(CHESF)

Benemar A. Souza
Univ Federal de Campina Grande
(UFCG)

RESUMO

O artigo tem por objetivo avaliar o impacto da perda da qualidade de energia elétrica na produção industrial através de novos indicadores técnicos e econômicos que levem em consideração os custos associados à perda desta qualidade. Estes novos indicadores avaliarão os prejuízos da interrupção de energia através da captação dos custos diretos levando-se em consideração os diversos custos fixos e variáveis devido às interrupções. A pesquisa foi realizada em algumas indústrias no Nordeste do Brasil e os consumidores industriais foram estratificados em diversas variáveis de análise como: Atividade de Produção, porte, consumo de energia, localização geográfica, custo da produção e lucro líquido.

PALAVRAS-CHAVE

Qualidade de Energia; Custos da Qualidade; Custos da Produção.

1.0 - INTRODUÇÃO

O problema de Qualidade de Energia Elétrica tem sido agravado nos últimos anos à medida que as indústrias, em geral têm investido em automatização de seus sistemas produtivos na busca de obter um ganho nos seus processos e uma melhoria na sua produtividade. Entretanto, observa-se que tais dispositivos são extremamente sensíveis e necessitam de energia com mais qualidade e com pequenas flutuações de frequência e tensão Mcgranaghan (2002), Oleskovicz (2004).

Estes estudos de custos das perdas devido à qualidade de energia elétrica vêm sendo pesquisados em vários centros de pesquisas, empresas de energia elétrica etc. Merecem destaque as pesquisas sobre os custos das interrupções realizadas por Magalhães *et al.* (2001) em São Paulo, e na Região Nordeste do Brasil por Leitão (2002) bem como os trabalhos de Alves (1999), Dialynas *et al.* (1998) e Pereira *et al.* (1998), Sullivan *et al.* (1996).

Os indicadores referentes a qualidade do fornecimento da energia elétrica utilizados atualmente utilizados são definidos mediante patamares e índices de interrupção denominados "continuidade", ou de "flutuação de energia" denominados "conformidade". Entretanto, não são incluídos conceitos e procedimentos de Qualidade de Energia Elétrica a partir de um ponto de vista global dos sistemas elétricos que levem em consideração os impactos econômicos que a perda de qualidade da energia elétrica causará no mercado industrial regional. Verifica-se, portanto, que as avaliações atualmente utilizadas ainda necessitam de melhorias com dados e indicadores adicionais que levem em consideração tanto os aspectos econômicos associados, bem como as características e peculiaridades das empresas industriais situadas em uma determinada microrregião.

(*) Universidade Federal da Paraíba-Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Cidade universitária, João Pessoa PB – Brasil
Tel: (+55 83) 32167685 – Fax: (+55 83) 32167685 – Email: mobcmelo@ct.ufpb.br

2.0 - PROCEDIMENTOS E ROTEIROS METODOLÓGICOS

A avaliação do impacto foi realizada por meio da captação dos custos diretos, levando-se em consideração os diversos custos fixos e variáveis devido às interrupções, definidos a seguir:

- **Custos de Reparos (CR):** Custos relativos aos reparos ou à compra de novos equipamentos danificados pela perda da qualidade de energia elétrica.
- **Custos de Produtos em Elaboração Estragados (CEE):** Custo direto associado à perda de material durante o processo de manufatura.
- **Custos de Produtos Acabados Estragados (CAE):** Custo direto associado à perda de material já fabricado ou em estoque.
- **Custo de Matéria Prima ou Produtos Primários Deteriorados (CMP):** Custo direto associado à perda de matérias primas ou produtos primários, estocados.
- **Custos de Vendas não Realizadas (CV):** Custo associado à perda de vendas que não foram feitas devido à interrupção da energia elétrica.
- **Custo de Proteção (CPR):** Este custo se refere ao gasto que o consumidor industrial tem para se proteger da perda da qualidade de energia elétrica.
- **Custo de Geração Própria (CGP):** Custo devido à geração de energia alternativa através de geradores de emergência, baterias etc. em caso de interrupção.
- **Custo de Perdas de Informações (CIN):** Custo associado a perdas de informações guardadas em meio computadorizado decorrente de interrupção ocorrida. Esse custo é estimado pelo cálculo da reposição da informação.
- **Custo de Horas Extras (CHE):** Custo associado à operação do estabelecimento, quando o seu horário normal de funcionamento é prolongado devido à falha da energia elétrica.
- **Custo de Retomada ou Reinício da Produção (CRP):** Este custo refere-se aos gastos utilizados para se retomar o ritmo normal da produção no caso de ocorrência de uma interrupção. Incluem-se, neste item, os custos de preparo das máquinas, limpeza de resíduos, reposição de ferramentas, reprogramação da produção, reaferição dos equipamentos computadorizados e estabelecimentos dos novos padrões.

As pesquisas de campo foram coletadas em 17 (dezessete) empresas industriais dos Estados de PE, PB, AL, SE e BA, situadas nos distritos industriais e áreas metropolitanas de João Pessoa, Campina Grande, Recife, Maceió, Aracaju e Salvador.

Os consumidores industriais foram estratificados em diversas variáveis de análise definidas como: Porte; Consumo de Energia; Localização Geográfica; Custo da Produção associados às falhas; Número de Empregados; Tempo da Interrupção; Receita Líquida Anual e Lucro Líquido Anual.

Quanto à segmentação industrial foi utilizado o modelo da Confederação Nacional das Indústrias (CNI) definido como Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE): 1-Transformação de Minerais não Metálicos.; 2-Química; 3-Metalúrgica; 4-Produtos Farmacêuticos e Veterinários; 5-Mecânica; 6-Perfumes Sabões e Velas; 7-Material Elétrico e de Comunicações; 8-Produtos de Matérias Plásticas; 9-Material de Transporte; 10-Têxtil; 11-Madeira; 12-Vestuário, Calçados e Artigos de Tecidos; 13-Mobiliário; 14-Produtos Alimentares; 15-Papel e Papelão; 16-Bebidas; 17-Borracha; 18-Editorial e Gráfica; 19-Couros Peles e Similares.

Os resultados e os dados coletados foram armazenados num sistema de dados onde podem ser calculados alguns indicadores econômicos. Os dados de saídas ou relatórios podem ser expressos em diversas formas como:

1-Por evento, ou seja, por interrupção, "conformidade" ou flutuação (Unidade = R\$)

Onde: Ic_i seria os diversos custos parciais associados definidos:

$$I_{total} = \sum_{i=1}^n I_{c_i}$$

= Custo de Reparos + Custos de Produtos em Elaboração Estragados + Custos de Produtos Acabados Estragados + Custo de Matéria Prima ou Produtos Primários Deteriorados + Custos de Vendas não Realizadas + Custo da Proteção + Custo de Geração Própria + Custo de Perdas de Informações + Custo de Horas Extras + Custo de Retomada ou Reinício da Produção.

2- Por variável tempo de uma determinada empresa, por exemplo: Custo de Interrupção (R\$)- 1 segundo, 1 min, e uma hora.

3- Classificação Nacional de Atividade Econômica: Ex: Química, Bebidas, Metalúrgica, Têxtil e outros.

4- Custo das Perdas por Consumo de Energia: (unidade: R\$/MWh)

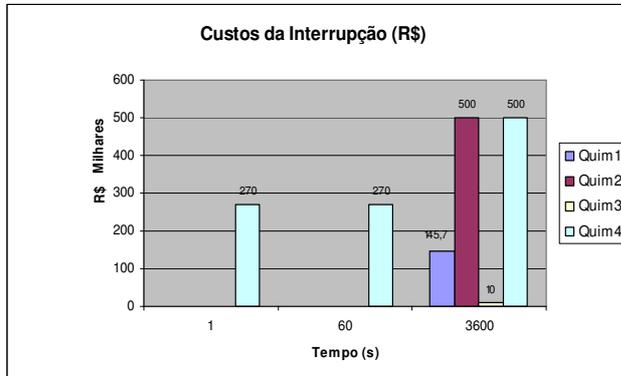
5- Por Localização Geográfica: Ex: Área do Distrito Industrial do Cabo (Recife), Camaçari, Maceió, João Pessoa ou outra micro área.

6- Por Porte da Indústria: Quantificação pela Receita Líquida.

7- Por Consumo de Energia na Indústria.

3.0 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nas Figuras a seguir são apresentados os resultados dos dados coletados das empresas industriais para os diversos segmentos de atividades econômicas.



Fonte: Elaboração Própria, 2006.

FIGURA 1. Custo das Perdas por Interrupção das Empresas Químicas em Função do Tempo

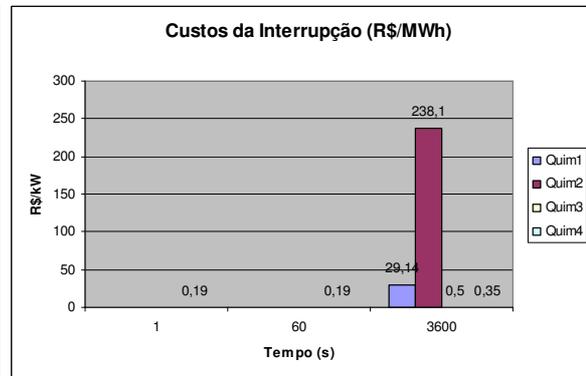
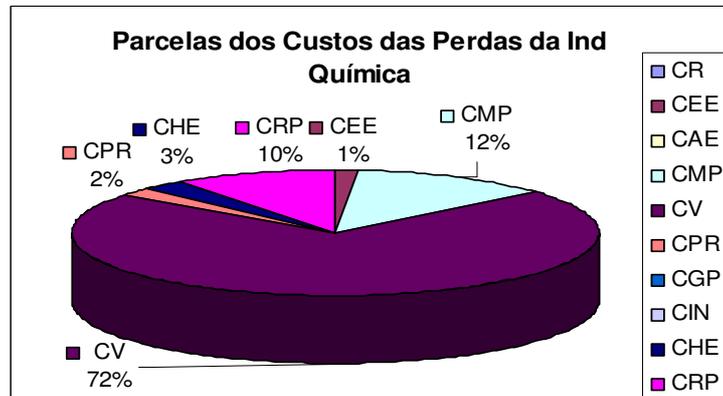


FIGURA 2. Custo das Perdas por Interrupção em Relação ao Consumo de Energia (R\$/MWh)



Fonte: Elaboração Própria, 2006.

FIGURA 3. Gráfico do Detalhamento dos Dados Estimados dos Custos das Perdas da Empresa Química

Analisando-se os dados das Figuras 1,2 e 3 têm-se os seguintes comentários:

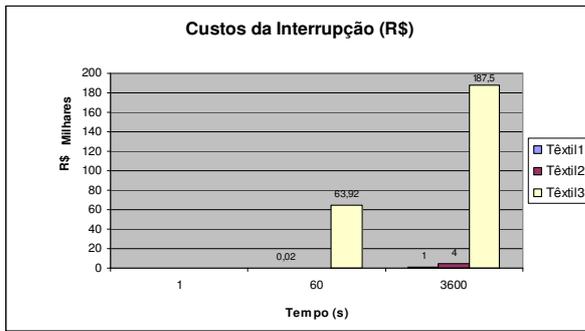
- Os custos das perdas por interrupção para as Empresa 2 e 4 estão na faixa de R\$ 270 mil a R\$ 500 mil. Esses valores estão próximos dos valores médios obtidos que se situam na faixa de R\$ 90mil a R\$ 500mil, conforme se pode observar na curva dos dados médios consolidados no item a seguir e apresentada na Fig 14.

- Observa-se que o mesmo não acontece com os dados das Empresas 1 e 3 cujos valores são 145 mil e 10 mil bem inferiores aos valores médios encontrados para interrupção de uma hora 500 mil. A Empresa 4, devidos a suas características de processos, apesar de ter um consumo de energia (1.428.000 MWh) bem superior ao da Empresa 2 (2.100 MWh), tem o mesmo custo de perdas, R\$ 500 mil, para interrupção de uma hora.

- No que refere aos custos por consumo de energia das Empresas (R\$/MWh), o valor da empresa 2 é bastante elevado atingindo o valor de 238,10 R\$/MWh, acima da média que é entre 1,5 R\$/MWh e 45 R\$/MWh, segundo a consolidação dos resultados apresentado na curva da Figura 15. Nas Empresas 3 e 4 os valores são baixos situados na faixa de 0,3 a 0,5 R\$/MWh.

- Quanto ao detalhamento dos custos da Indústria Química observa-se que os maiores custos referem-se à parcela Custo de Vendas não Realizadas (CV) responsável por mais de 2/3 das perdas, 72%, seguido pelo Custo de Matéria Prima ou Produtos Primários Deteriorados (CMP), 12%, e o Custo de Retomada da Produção (CRP) 10%.

Nas Figuras 4 e 5 a seguir são apresentados os gráficos dos custos das empresas têxteis.



Fonte: Elaboração Própria, 2006.

FIGURA 4. Custo das Perdas por Interrupção das Empresas Têxteis em Função do Tempo

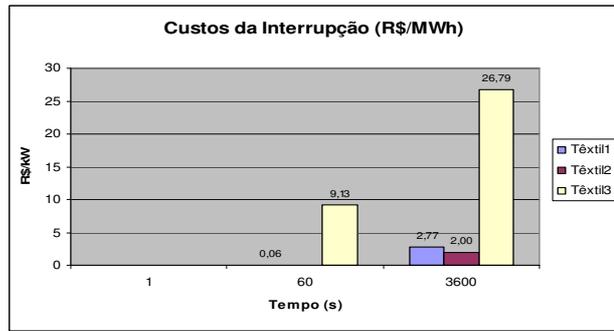
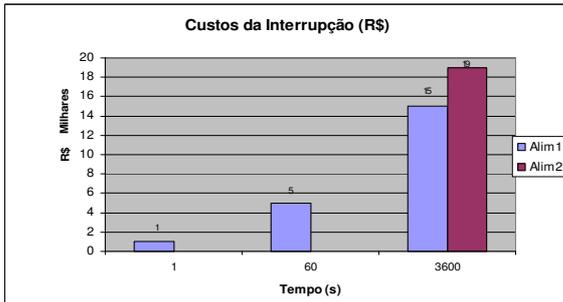


FIGURA 5. Custo das Perdas por Interrupção em Relação ao Consumo de Energia (R\$/MWh)

Analisando-se os dados têm-se os seguintes comentários:

- Nas empresas têxteis os custos das perdas devido à interrupção da energia elétrica durante uma hora nas Empresas 1 e 2 são R\$ 1 mil e R\$ 4 mil, respectivamente. No caso da Empresa 3 os valores se situam na faixa de R\$ 63 mil a R\$ 187 mil O consumo de energia na Empresa 1 é 15% comparado com o da Empresa 2, e o seu faturamento pela receita líquida é de cerca de 3% da Empresa 2. Neste caso observa-se que há uma diferença entre o porte das Empresas, ou seja a Empresa 1 pode ser considerada uma média empresa e as Empresas 2 e 3 de grande porte, segundo o critério de receita líquida.
- Entretanto ao se fazer a análise do custo por consumo de energia em (R\$/MWh) essa grande diferença entre a 1 e a 2 muda, e os valores se aproximam e alcançam os valores para as Empresas 1 e 2 entre 2,00 R\$/MWh a 2,77 R\$/MWh., bem abaixo da média que é 45 R\$/MWh. No caso da Empresa 3 os valores são mais próximos dos valores médios alcançando o patamar de 26,79 R\$/MWh.
- Quanto ao detalhamento dos custos das perdas da Indústria Têxtil as parcelas mais significativas são: Custos de Reparos (CR) 59%, Custos da Proteção (CPR) 19% e, Custo de Vendas Não realizadas (CV) 8%.

Os dados coletados para as Empresas de Produtos Alimentares são apresentados nas Figuras 6 e 7 a seguir, e na Figura 9 o detalhamento das parcelas que compõe esses custos para uma hora de interrupção.



Fonte: Elaboração Própria, 2006.

FIGURA 6. Custo das Perdas por Interrupção das Empresas de Produtos Alimentares

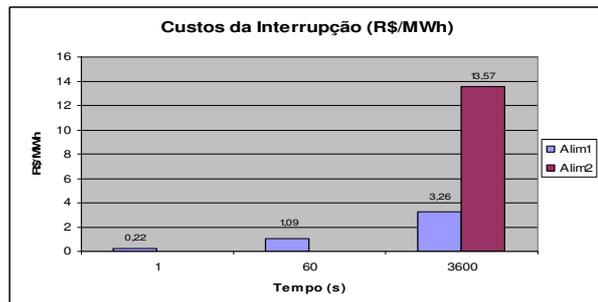
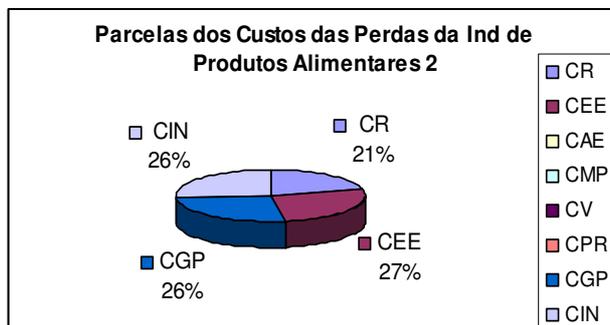


FIGURA 7. Custo das Perdas por Interrupção em Relação ao Consumo de Energia (R\$/MWh)



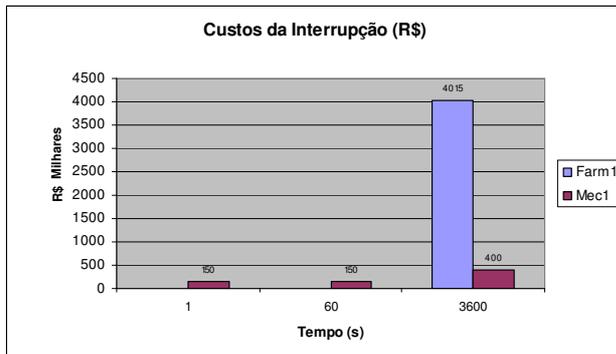
Fonte: Elaboração Própria, 2006. FIGURA 8. Gráfico do Detalhamento dos Dados Estimados dos Custos das Perdas da Empresa de Produtos Alimentares

- Pelas observações nas Figuras apresentadas, verifica-se que os custos das perdas devido à interrupção de energia elétrica deste segmento industrial são considerados bem baixos comparadas com outros. Apesar de serem empresas de médio porte, no tempo de 1 hora, o valor médio é de R\$ 17 mil, muito inferiores aos valores médios obtidos em outras empresas industriais que são em torno de R\$ 500 mil algumas alcançando até R\$ 900 mil.

- No que refere aos custos por consumo de energia da empresa (R\$/MWh) observa-se uma variação entre 1 s e uma hora de 0,2 R\$/MWh a 3,26 R\$/MWh na Empresa 1 ou seja os valores se situam bem abaixo da média observada que é entre 1,5 R\$/MWh a 45 R\$/MWh. Na Empresa 2 os dados atingiram o patamar de 13,5 R\$/MWh para uma hora de interrupção entretanto ainda abaixo do valor médio.

- Na Figura 8 são apresentados o detalhamento dos custos, onde se verifica que a composição foi das seguintes parcelas: Custos de Produtos em Elaboração Estragados (CEE), Custo de Matéria Prima ou Produtos Primários Deteriorados (CMP), Custo de Horas Extras (CHE) e Custo de Retomada ou Reinício da Produção (CRP). Onde cada custo contribuiu com aproximadamente $\frac{1}{4}$ (25%) do custo total.

Nos Gráficos das Figuras 9, 10 e 11 são apresentados os custos das perdas devido à interrupção para as Empresas de Produtos Farmacêuticos e Veterinários e Mecânica.



Fonte: Elaboração Própria, 2006.

FIGURA 9. Custo das Perdas por Interrupção das Empresas de Produtos Farmacêuticos e Veterinários, e Mecânica

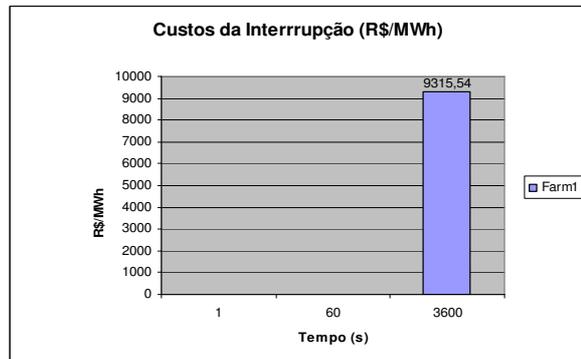
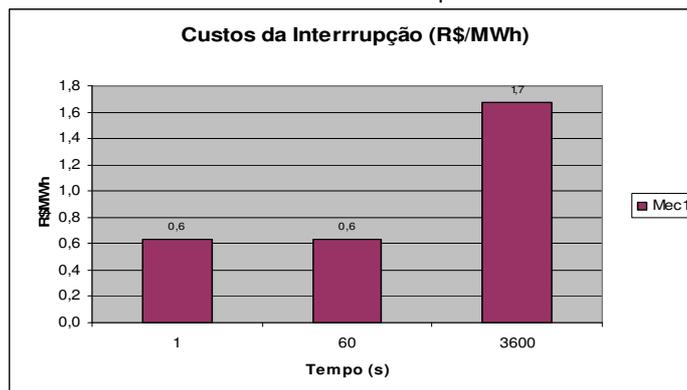


FIGURA 10. Custo das Perdas por Interrupção em Relação ao Consumo de Energia (R\$/MWh) da Empresa de Produtos Farmacêuticos e Veterinários



Fonte: Elaboração Própria, 2006. FIGURA 11. Custo das Perdas por Interrupção em Relação ao Consumo de Energia (R\$/MWh) da Empresa Mecânica em função do tempo

Analisando-se os dados apresentados têm-se as seguintes observações:

- Esses segmentos industriais têm muitas diferenças entre si, ou seja, apesar de a empresa do setor de Produtos Farmacêuticos e Veterinários ser uma média empresa, os prejuízos são bastante altos superando o valor de R\$ 4 milhões, muito superior à média obtida em outros segmentos industriais que são em torno de R\$ 90 mil a R\$ 500 mil. Ressalta-se o alto valor agregado devido à inovação ao produto final deste segmento.

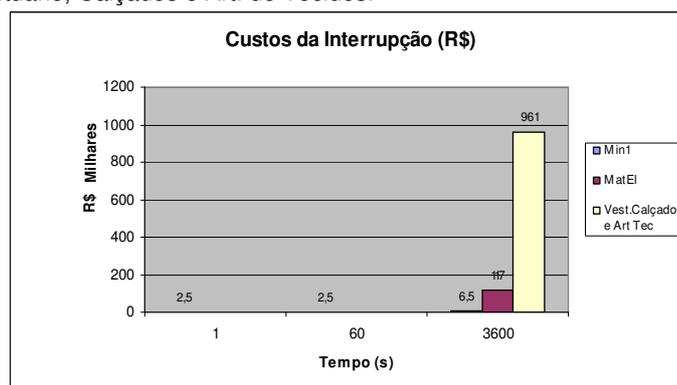
- No que refere aos custos por consumo de energia (R\$/MWh) os valores da Empresa de Produtos Farmacêuticos e Veterinários atingiram o valor de 9.315,54 R\$/MWh para uma hora, bem superior a média que é 45 R\$/MWh. Este valor é extremamente alto o que mostra a necessidade de se ter um gerenciamento especial e personalizado para esse segmento industrial.

- Na Empresa Mecânica os dados atingiram os valores de R\$ 150 mil para 1 segundo até R\$ 400 mil para uma hora, valor que está dentro da média que é de R\$ 90 mil a R\$ 500 mil.

- No que refere aos custos das perdas por consumo de energia (R\$/MWh) os valores da Empresa Mecânica variam de 0,6 R\$/MWh para um segundo, até 1,67 R\$/MWh para a interrupção de uma hora, bem abaixo dos valores médios de 45 R\$/MWh.

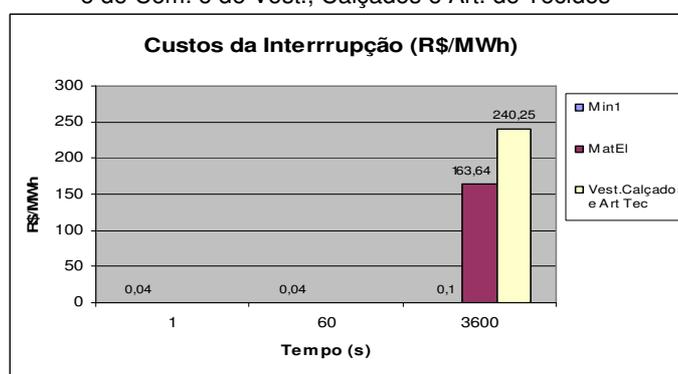
- No caso da composição de custos para o setor de Produtos Farmacêuticos e Veterinários os valores mais significativos foram os Custos dos Reparos (CR) 31%, Custos de Vendas não Realizadas (CV) 15% e Custo de Perdas de Informações (CIN) 30%, ou seja, estas parcelas representam cerca de $\frac{3}{4}$ (75%) dos Custos das Perdas Totais.

A seguir são apresentados dados das Empresas de Transformação de Minerais não Metálicos, Materiais Elétricos e de Comunicação e de Vestuário, Calçados e Art. de Tecidos.



Fonte: Elaboração Própria, 2006.

FIGURA 12. Custo das Perdas por Interrupção das Empresas de Transf. Minerais não Metálico, Mat. Elétricos e de Com. e de Vest., Calçados e Art. de Tecidos



Fonte: Elaboração Própria, 2006.

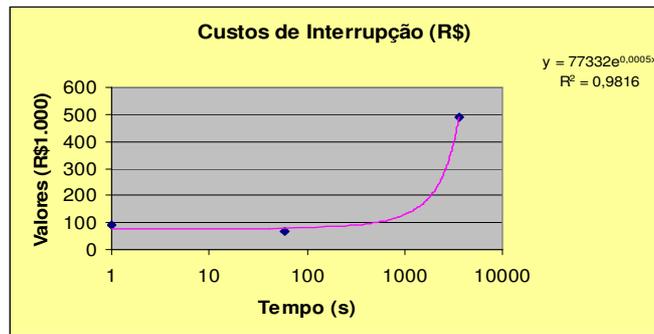
FIGURA 13. Custo das Perdas de Int.em Relação ao Consumo de Energia (R\$/MWh) das Empresas de Transf. Min. não Metálicos, Materiais Elétricos e de Com. e de Vest., Calçados e Art. Tecidos

Analisando-se os dados apresentados têm-se as seguintes observações:

- Na Empresa de Transformação de Minerais Não Metálicos os valores são extremamente baixos alcançando R\$ 2,5 mil para interrupções de um segundo até o patamar de R\$ 6,5 mil muito inferior aos valores médios. No segmento da Empresa de Materiais Elétricos e de Comunicações os valores alcançam R\$ 117 mil para a interrupção de uma hora.
- Na empresa de Vestuário, Calçados e Artigos de Tecidos o custo da interrupção de energia em uma hora atinge o valor de R\$ 961 mil, acima do valor médio de R\$ 500 mil para a interrupção de uma hora.
- No que se refere aos custos das perdas por consumo de energia (R\$/MWh) no segmento de Minerais não Metálicos os valores são extremamente baixos situando-se na faixa de 0,1 R\$/MWh, bem abaixo da média.
- Nos segmentos industriais de Empresa de Materiais Elétricos e de Comunicações e Vestuário, Calçados e Artigos de Tecidos, os valores alcançam 163,64 R\$/MWh e 240,25 R\$/MWh, respectivamente. Esses dados são bem superiores ao valor médio de 45 R\$/MWh.
- No que se refere às parcelas que compõem para o setor de Materiais Elétricos e de Comunicações os custos são: Custo dos Reparos(CR) 31%, Custo de Vendas não Realizadas (CV) 15% e Custo de Perdas de Informações (CIN) 30%, ou seja estas parcelas representam cerca de ¾ (75%) dos Custos das Perdas Totais.
- Quanto à composição dos custos da empresa do setor de Vestuário, Calçados e Artigos de Tecidos observa-se que as parcelas mais significativas que compõem os custos são: Custo dos Produtos em Elaboração Estragados (CEE) 38%, o Custo de Vendas não Realizadas (CV) 36% e o Custo de Produtos Acabados Estragados (CAE) 16%, parcelas que correspondem a 90% dos Custos das Perdas Totais.

4.0 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

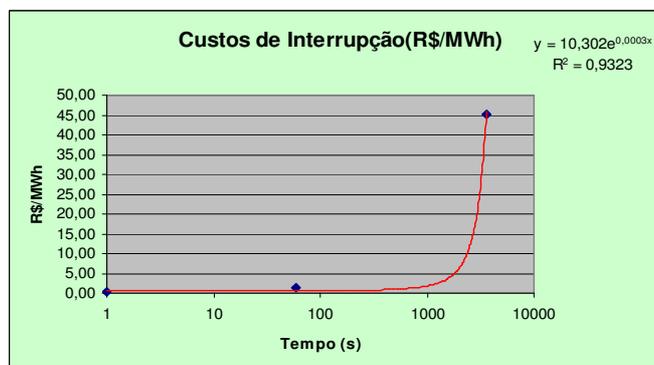
Analisando-se, de forma geral, os custos de todas as empresas analisadas realizou-se um gráfico com a equação básica que representasse estes custos. Esta estimativa foi realizada tanto para os custos totais (R\$) como para os custos por consumo de energia (R\$/MWh). Nas Figuras 14 e 15 são apresentadas estes gráficos dos Custos de Perdas da Interrupção.



Fonte: Elaboração Própria, 2006. FIGURA 14. Custo das Perdas por Interrupção de Energia Elétrica das Empresas em Função do Tempo de Interrupção (s)

Verifica-se na Figura 14 que os valores médios dos custos em função do tempo de interrupção situaram-se na faixa de R\$ 90 mil de 1 segundo, até aproximadamente 2 minutos (120 segundos) e em seguida há um crescimento até atingir o valor de R\$ 500 mil para uma hora (3600 segundos). A equação da curva encontrada foi: $y = 77.332 e^{0,0005x}$.

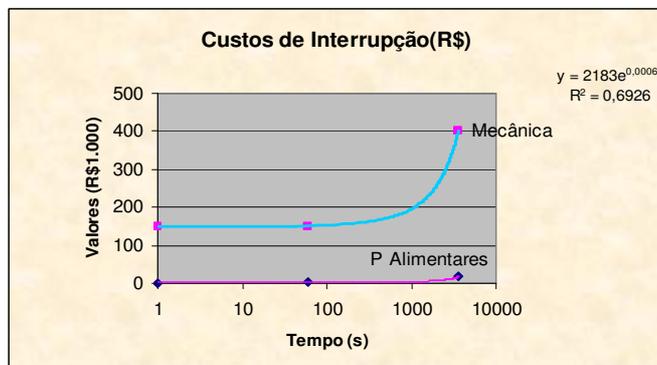
Quanto aos Custos das Perdas por Interrupção de Energia Elétrica em Relação ao Consumo de Energia em Função do Tempo (em segundos), conforme é apresentado na Figura 15 a seguir, os valores médios ficaram no patamar de 1,5 R\$/MWh para a interrupção de um segundo até em torno de 2 minutos (120 segundos) para em seguida alcançar o valor de 45 R\$/MWh em uma hora (3600 segundos). A equação da curva encontrada foi: $y = 10,302e^{0,0003x}$.



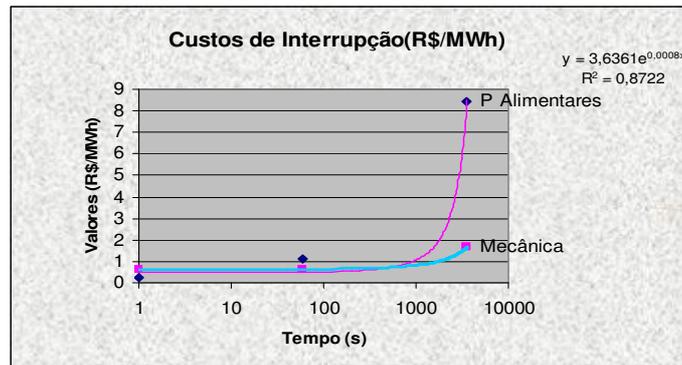
Fonte: Elaboração Própria, 2006. FIGURA 15. Custo das Perdas por Interrupção de Energia Elétrica em Relação a Potência Instalada das Empresas em Função do Tempo de Interrupção (R\$/MWh)

Na Figura 16 a seguir é apresentado o gráfico das curvas de Custos Médios em função do tempo de interrupção calculados na Empresa Mecânica e de Produtos Alimentares. Seguem-se os seguintes comentários:

- Verifica-se que os valores médios dos custos em função do tempo de interrupção da empresa Mecânica que atinge o valor entre R\$ 150.000 a R\$ 400.000 é bem superior ao da Empresa de Produtos Alimentares que se situa na faixa de R\$ 17.000.
- Quanto aos Custos das Perdas por Consumo de Energia (R\$/MWh), apresentado na Figura 17 a situação inverteu-se e os valores médios da Empresa de Produtos Alimentares atingiu o patamar de 8,4 R\$/MWh bem superior ao da Empresa Mecânica cujo valor foi 1,7 R\$/MWh.



Fonte: Elaboração Própria, 2006. FIGURA 16. Custo das Perdas por Interrupção de Energia Elétrica das Empresas Mecânica e de Produtos Alimentares em Função do Tempo de Interrupção



Fonte: Elaboração Própria, 2006.

FIGURA 17. Custo das Perdas por Interrupção de Energia Elétrica em Relação a Potência Instalada das Empresas em Função do Tempo de Interrupção (R\$/MWh)

5.0 - CONCLUSÃO

Seguem-se as seguintes considerações finais:

- Observa-se que a oferta de energia elétrica tem uma relação direta com o crescimento econômico do País. O esforço concentrado no setor elétrico ao longo das últimas décadas foi decisivo para a Região Nordeste, e será o responsável nas próximas décadas cada vez mais pelo papel de principal indutor do desenvolvimento econômico da Região. Ter uma boa qualidade de energia elétrica, com menores custos e mais eficiente é fundamental para se obter uma melhor competitividade dos produtos industriais e conseqüentemente uma contribuição para o crescimento deste setor.
- A avaliação tradicional com os seus indicadores “Elétricos” necessita ser aperfeiçoada e os dados são insuficientes para uma tomada de decisão na gestão da energia elétrica. Com a introdução dessa avaliação através dos custos das perdas, haverá subsídios para uma melhoria na gestão da operação e na avaliação do fornecimento de energia elétrica aos consumidores industriais.
- Esta avaliação fornecerá dados principalmente de custos adicionais industriais associados à perda desta qualidade de energia elétrica, fornecendo informações para o planejamento da expansão das empresas de energia elétrica, e também para os órgãos reguladores e Federação das Indústrias.
- Esta avaliação também poderá ser de grande utilidade para o sistema de gestão do planejamento estratégico das empresas de energia e indústrias onde se poderiam selecionar e implantar áreas com um alto nível de qualidade de energia. Nesses locais denominados “Ilhas de Qualidade de Energia Elétrica” poderiam ser instaladas empresas industriais de alta tecnologia muito sensíveis à qualidade de energia elétrica e de alto valor agregado aos seus produtos.
- Haverá também uma contribuição efetiva para o planejamento da manutenção da empresa distribuidora e transmissora de energia elétrica. Poder-se-ia inclusive instalar equipamentos especializados que contribuam para uma melhor confiabilidade do fornecimento de energia elétrica na área.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ALVES, M.; RIBEIRO, T. Análise da Qualidade de Energia Elétrica: Metodologia e Caso Exemplo. In: *III SBQEE - Seminário Brasileiro sobre Qualidade de Energia Elétrica*, Brasília, 1999.
- (2) DIALYNAS, E.; KOSKOLOS N.; MEGALOCOMOS, S. Assessment of Power Interruption Costs for the Industrial Customers in Greece. In: *8th International Conference on Harmonics and Quality of Power*, Athens-Greece, Oct. 1998.
- (3) LEITÃO, José J. A. *Impactos Econômicos Causados pelos Distúrbios na Rede Básica de Energia Elétrica*. São Paulo, 2002: Universidade de São Paulo, (Tese, Doutorado em Engenharia).
- (4) MAGALHÃES, Cecília *et al.* Custo da Interrupção do Fornecimento de Energia Elétrica. In: *IV SBQEE - Seminário Brasileiro sobre Qualidade de Energia Elétrica*, Porto Alegre, Brasil, Ago. 2001.
- (4) MCGRANAGHAN, M.; ROETTGER, B. Economic Evaluation of Power Quality, *IEEE Power Engineering Review*, USA, Feb. 2002.
- (5) OLESKOVICZ, Mário. *Qualidade da Energia – Fundamentos Básicos*. Disponível em: <http://www.sel.eesc.sc.usp.br/pos/disciplinas/sel5749/Apost_QEE_2004.pdf>. Acesso em: Jan. 2006.
- (6) PEREIRA, F. *et al.* An Analysis of Costs Related to the Loss of Power Quality. In: *8th International Conference on Harmonics and Quality of Power*, Athens-Greece, Oct. 1998.
- (7) SULLIVAN, M.J. *et al.* An Interruption Costs, Customer Satisfaction and Expectations for service Reliability. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 11, n. 2, p. 989-995, 1996.