



**XX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica
SENDI 2012 - 22 a 26 de outubro
Rio de Janeiro - RJ - Brasil**

Paulo Henrique Almeida Cavalcante

Companhia Energética do Ceará

phcavalcante@coelce.com.br

Controle de Perdas em Grandes Clientes - Tecnologias, Sistemas, Evolução e Irregularidades

Palavras-chave

Memória de massa
Perdas de energia
Tensão e Corrente
Verificação diária

Resumo

A inovação constante em sistemas de controle, padrões de medição e medidores eletrônicos é uma necessidade para manter sob controle as perdas de energia em grandes clientes. Uma das prioridades que orientam a nossa atuação neste controle é a verificação diária de dados das memórias de massa das medições eletrônicas. Esta verificação que é feita através de processamentos massivos computacionais, e sua associação em sistemas de informação e inteligência, tem nos proporcionado diagnosticar com rapidez, problemas no sistema de medição, quer sejam oriundos de falhas naturais e obsolescência ou ainda fraudes de energia por intervenções não autorizadas de terceiros. Irregularidades que anteriormente eram detectadas por simples avaliação de quedas de consumo ou por qualquer outro meio após o faturamento, ou seja, em tempo maior ou igual a 30 dias, atualmente podem ser identificadas, dependendo da solução de telemetria, das características da medição eletrônica, e dos sistemas integrados, até mesmo em tempo real.

1. Introdução

Há mais de 15 anos já se usava na Coelce medição eletrônica com memória de massa, porém as fraudes de energia em grandes clientes eram muitas, pois, naquela época, havia pouca tecnologia em sistemas e padrões de medição. A evolução destas tecnologias de medição e comunicação, além de novos padrões de medição, permitiu não só a Coelce, mas as distribuidoras de energia elétrica de um modo geral, controlar em tempo real as medições de energia elétrica destes consumidores. Os antigos cubículos de medição com TP's e TC's, tinham grande vulnerabilidade, e foram ultimamente substituídos por padrões mais modernos de medição: Os compactos de medição encapsulados e exteriorizados. A telemedição foi outro aspecto relevante de controle das medições de grandes clientes que deixaram de ser lidas uma vez ao mês e passaram a ser

avaliadas diariamente. Finalmente a combinação de novos padrões de medição, com a tecnologia de telemedição e sistemas de análises de memórias de massa, foi no caso da Coelce, a melhor referencia em controle de perdas em grandes clientes. Como refinamento as técnicas de inspeção e o uso de instrumentação moderna, como os analisadores para fazer testes de instalações de medição de energia em sistemas energizados, checando a relação de TC, o fator de carregamento de TC e o erro, não somente do medidor, mas do conjunto medidor e TC's, completam este controle.

2. Desenvolvimento

2.1 Sistema Coelce de Medição

2.1.1 Medidores eletrônicos com memória de massa

Existe uma variedade de modelos de medidores eletrônicos com memória de massa de diversos fabricantes, que são aplicados no Brasil pelas distribuidoras de energia elétrica na medição de grandes clientes. A característica principal destes medidores, a qual destacamos como importante por ter correlação com este trabalho, é a quantidade de grandezas elétricas que o mesmo pode medir e registrar nas memórias de massa. Alguns fabricantes desenvolveram medidores que possibilitam o monitoramento de várias grandezas elétricas. Na figura 1, observa-se que 93,3% dos medidores do parque atual Coelce, possuem pelo menos monitoramento de Demanda, Correntes e Tensões. 83% destes monitoram potência reversa, função aliada na detecção de anormalidades.

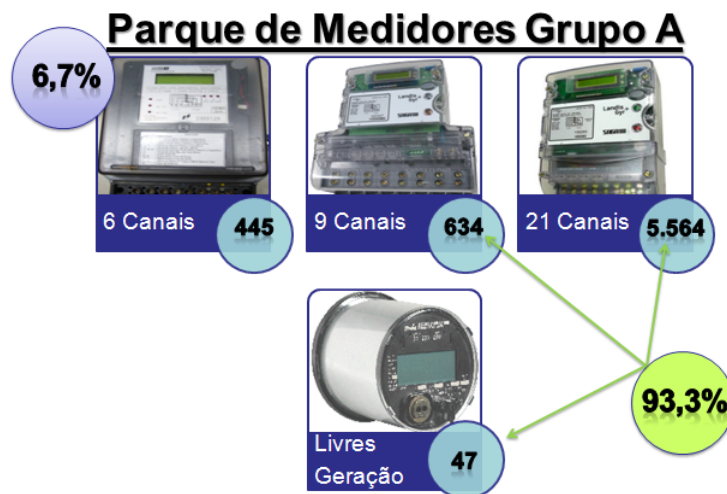


Figura 1

2.1.2 Padrões de medição

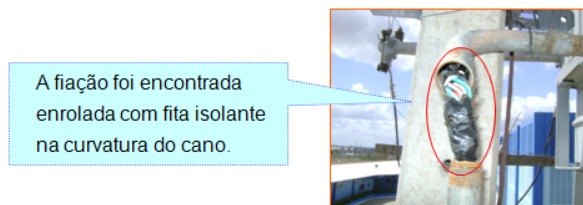
Tradicionalmente e historicamente as medições de unidades do grupo A são feitas de três formas: a) com medidores diretos, sem equipamentos de transformação, b) com medição semi-direta, com medidores e transformadores de corrente (somente uma parcela das grandezas usadas na medição de energia é indireta, neste caso a corrente) e c) indireta através de medidores transformadores de corrente e transformadores de potencial, e neste último caso com cubículos de medição. Em cada um destes tipos de padrões existem vulnerabilidades e, fraudes, que são em muito pequeno número, e de variadas modalidades (Desvios diretos ou dos sinais dos equipamentos, violações de medidores e equipamentos, etc). Mais recentemente, nos últimos anos foi implementado pelas distribuidoras, algumas em maior escala que outras, os compactos

encapsulados de medição com TP's e TC's agrupados num único equipamento que é usado externamente, reduzindo substancialmente as possibilidades de intervenção não autorizada.

No caso da Coelce iniciamos o uso destes compactos encapsulados, com medição em baixo, usando um eletroduto galvanizado para descida dos sinais dos TP's e TC's (figura2). Em pouco menos de dois anos tivemos muitas intervenções neste eletroduto violando principalmente os sinais dos TC's (figura3), já que sua verificação a distância seria mais difícil, pois poderia ser confundido com um comportamento normal de carga.



Figura 2



A fiação foi encontrada enrolada com fita isolante na curvatura do cano.

☞ Quando a fiação foi retirada do cano, foi verificado que as correntes estavam jumpeadas com seus devidos retornos, no ponto da curvatura e em outro ponto de emenda do cano.

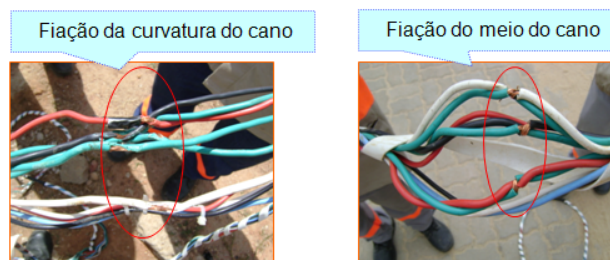


Figura 3

Posteriormente, modificamos nosso padrão e passamos a utilizar as medições acopladas ao compacto encapsulado de medição. Novas modalidades de fraudes surgiram, conforme podemos observar na figura 4, onde a mesma modalidade de violação citada anteriormente passou a ser feita até mesmo dentro dos conjuntos muitas vezes até, de forma controlada. Neste ponto é importante observar que vários procedimentos e técnicas utilizadas pela distribuidora passam a ser questionados, avaliados e conseqüentemente revisados dentre os quais citamos: Logística de instalação dos compactos, qualidade dos selos, na maioria das distribuidoras tipo semi-barreira, procedimentos de instalação, controles, pessoas

envolvida nos processos, etc.

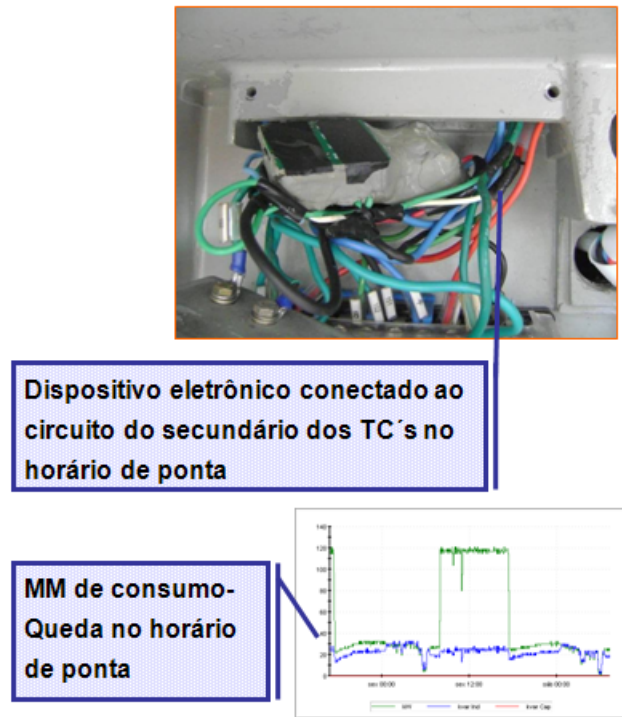


Figura 4

Os casos citados nas figuras 3 e 4, onde foi feito um jumper entre os fios de entrada e saída dos TC's (divisor de corrente), na maior parte deles as conexões nas diversas fases tiveram grau de aperto diferente, que, por conseguinte provocou divisores de corrente diferentes para as fases, tornando a identificação na memória de massa, embora difícil, possível.

Na figura 5, observamos um resumo dos quantitativos dos vários tipos de padrões de medição existentes na Coelce. Atualmente realizamos as novas ligações com compactos encapsulados, exceto nas classes de consumo poder público e serviço público, que usam padrões convencionais. As reincidências de fraude e casos críticos normalizamos também com compactos encapsulados.

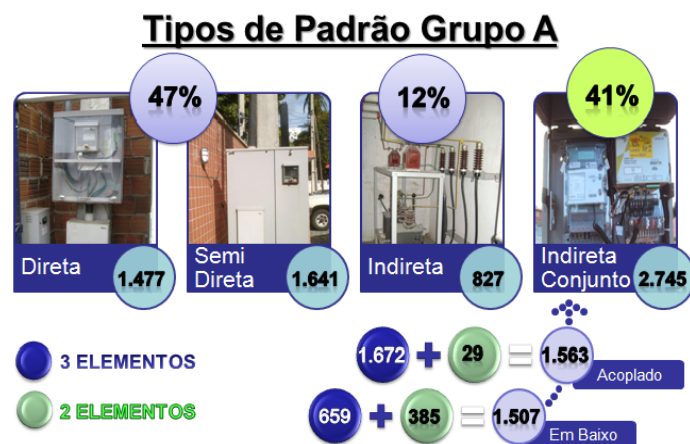


Figura 5

O controle de perdas em grandes clientes, não se limita somente a tecnologia de medição com padrões modernos e seguros. Outras variáveis são muito importantes, tais como: sistemas de telemetria, sistemas de controle, e qualidade técnica das pessoas envolvidas no processo.

2.2 Sistema Coelce de Telemetria

O sistema de telemetria de grandes clientes, iniciado em 2005, permitiu à Coelce a implementação de um novo conceito de acompanhamento de informações sobre consumo de seus clientes. Alocados em extensas regiões geográficas, os medidores instalados nos grandes clientes são à base de conhecimento sobre o consumo e demanda, apresentando com detalhes, quando, quanto, como e onde a energia elétrica distribuída é consumida. O acompanhamento diário tem permitido através da gestão do consumo e demanda extraídos das memórias de massa, e dos status de alarmes do sistema, devidamente integrado aos sistemas próprios da distribuidora, o controle de vários processos em tempo real, e ainda com a indicação mais eficiente possível das ações para controle de perdas. O sistema conta hoje com 6.462 pontos instalados em todo o estado do Ceará, do total de 6.690 unidades ativas (figura6), atingindo 97% do parque de medição (ativos com fornecimento).

Unidades com Telemetria

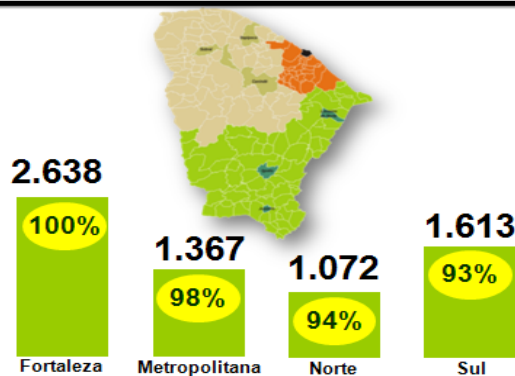


Figura 6

2.3 Evolução dos sistemas de processamento de memórias de massa

2.3.1 Faltas de Energia na Memória de Massa

O primeiro processo computacional que implementamos foi o de extrair das memórias de massa as faltas de energia e analisá-las. Nesta época no início de 2005, observamos uma série de fraudes em nossos sistemas de medição, onde em geral, havia intervenções nas chaves de aferição, desligando as tensões em média por 15 dias, ou seja, as medições somente registravam 15 dias de consumo. Após um ano de trabalho, verificamos que existiam muitas oportunidades em dispor de um sistema que analisasse as memórias de massa integralmente. Nesta época estávamos iniciando a telemetria e o processamento destas memórias de massa, coletadas em campo por leituristas, era feita uma vez ao mês após o faturamento dos clientes.

2.3.2 Syntegra

Foi desenvolvido por nossos parceiros de TI, um novo sistema computacional chamado **Syntegra**, que atua no processamento das memórias de massa de reposição de demanda (às mesmas utilizadas para o faturamento dos grandes clientes), conforme figura 7, tendo como objetivo a comparação do conteúdo de cada memória de massa, com padrões configuráveis aplicando regras pré-estabelecidas para a detecção de anomalias. O sistema aplica regras que comparam desde simples parâmetros cadastrais de constantes de medidores a complexas variações de corrente em horários pré-estabelecidos, O sistema teve sua implantação

em 2007, depois de mais de um ano de desenvolvimento, funcionando até os dias atuais.

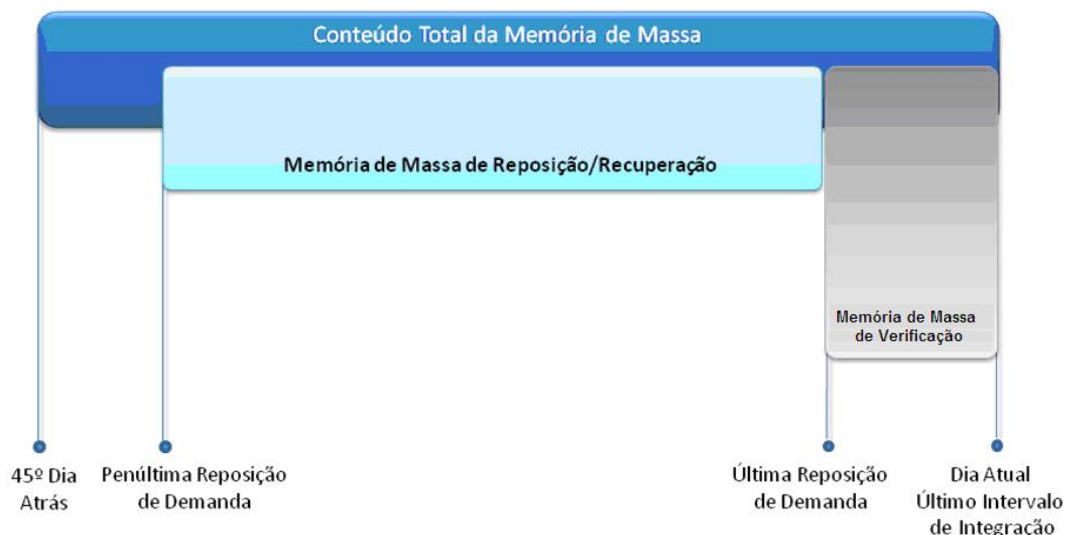


Figura 7

2.3.3 SDMM – Sistema de Processamento Diário de Memórias de Massa

2.3.3.1 Operação do Sistema

Diariamente são exportadas as memórias de massa de verificação dos grandes clientes, do sistema de telemetria, e processadas pelo SDMM. A comparação do conteúdo das memórias com as regras do sistema gera anomalias que são disparadas por e-mail para uma equipe de analistas para rápida identificação e também registradas em banco de dados. Observamos nas figuras 8, 9, 10,11 alguns exemplos (dados parciais apenas de uma unidade indicada pela regra) por regra dos processamentos diários.

Tensão ZERO, 3 ou ? elementos há 2 dias atrás nas Memória de Massa...													
Analistas	As 4 unidades a seguir listadas estão com Tensão ZERO, 3 ou ? elementos. Estes zeros em tensão podem representar uma anomalia importante que implica em análise do tema. A verificação é fundamental para avaliação de causa. Referente ao Dia : 25/04/2012 na Memória de Massa												4
CICERO EUDES D A SILVA - Indireta													
UC	Medidor	Lote	Grupo	Ocor	Elem	% F1	% F2	% F3	201104	201105	201202	201203	201204
9005923	4485034	10	K6	5	3	151	149	0	0	0	602	567	192
<p>9005923 - CAGECE POCO DE TRATAMENTO - JUAZEIRO DO NORTE JZN01M2 - Indireta - Tensão Zero C 3 ou ? Penúltima Reposição de Demanda: 14/03/2012 05:30:00 Última Reposição de Demanda: 16/04/2012 05:30:00 Último Intervalo de Demanda: 00:00:00 Atividade: Captação, tratamento e distribuição de água Atividade Anterior: CAPTACAO, TRATAMENTO E DISTRIBUICAO DE AGUA</p> <p>Última Ordem: 42627 Tipo Seleção: [56] Status: [F] Emitida em: 04/01/2012 Executada em: 11/01/2012 Pre-Seleção: Não Consta</p>													

Figura 8

Corrente ZERO, 3 elementos há 2 dias atrás nas Memória de Massa...	
Analistas	As 60 unidades a seguir listadas estão com Corrente ZERO, 3 elementos. Estes zeros em corrente podem representar uma anomalia importante que implica em análise do tema. A verificação é fundamental para avaliação de causa. Referente ao Dia : 25/04/2012 na Memória de Massa
60	

RAIMUNDO NONATO - Direta-Imax maior que 5A

UC	Medidor	Lote	Grupo	Ocor	Elem	% F1	% F2	% F3	201104	201105	201202	201203	201204
9005923	4485034	10	K6	5	3	151	149	0	0	0	602	567	192

<p>9005923 - CAGECE POCO DE TRATAMENTO - JUAZEIRO DO NORTE JZN01M2 - Indireta - Tensão Zero C 3 ou ? Penúltima Reposição de Demanda: 14/03/2012 05:30:00 Última Reposição de Demanda: 16/04/2012 05:30:00 Último Intervalo de Demanda: 00:00:00 Atividade: Captação, tratamento e distribuição de água Atividade Anterior: CAPTACAO, TRATAMENTO E DISTRIBUICAO DE AGUA</p> <p>Última Ordem: 42627 Tipo Seleção: [56] Status: [F] Emitida em: 04/01/2012 Executada em: 11/01/2012 Pre-Seleção: Não Consta</p>

Figura 9

Consumo ZERO Registrado na Memória de Massa, no dia de ontem...	
Analistas	As 14 unidades a seguir listadas estão com Consumo ZERO, ontem. Estes zeros podem representar uma anomalia importante que implica em análise do tema. A verificação é fundamental para avaliação de causa. Referente ao Dia : 26/04/2012 na Memória de Massa & vbCr
14	

BRENO BRAGA CHAGAS - Indireta

UC	Medidor	Lote	Grupo	Ocor	Elem	201104	201105	201202	201203	201204
9001457	4582374	5	K6	1	2	1080	3611	11	505	141

<p>9001457 - WOBLEN WINDPOWER CEARA IND E COM LTDA - FORTALEZA MCP01M5 - Indireta - Consumo Zero Diário Penúltima Reposição de Demanda: 07/03/2012 05:00:00 Última Reposição de Demanda: 09/04/2012 05:00:00 Último Intervalo de Demanda: 27/04/2012 05:30:00 Atividade: Geração de energia elétrica Atividade Anterior: Distribuição de energia elétrica. GERACAO DE ENERGIA ELETRICA</p> <p>Última Ordem: 39144 Tipo Seleção: [21] Status: [F] Emitida em: 09/03/2010 Executada em: 05/04/2010 Pre-Seleção: Não Consta</p>

Figura 10

Projeção de Consumo pela Memória de Massa Atual não compatível com históricos...	
Analistas	As 22 unidades a seguir listadas estão com projeção de consumo, menor em mais de 40% que os valores históricos das unidades. A verificação é fundamental para avaliação de causa. Referente ao Dia : 26/04/2012 na Memória de Massa & vbCr
22	

BRENO BRAGA CHAGAS - Direta

UC	Medidor	Lote	Grupo	Ocor	Elem	%Q1	%Q2	dMM	201104	201105	201202	201203	201204
9003528	4130465	5	K6	2	3	46	42	18	3590	3888	4191	3542	3574

<p>9003528 - EEFM JUVENAL GALENO - FORTALEZA PSK01M6 - Direta - Consumo Projetado Penúltima Reposição de Demanda: Última Reposição de Demanda: 09/04/2012 02:00:00 Último Intervalo de Demanda: 27/04/2012 01:30:00 Atividade: Administração pública em geral Atividade Anterior: Administração pública em geral ADMINISTRACAO PUBLICA EM GERAL Faturamentos: 3888 kWh - 3574 kWh Projeção Próxima Fatura: 2083 kWh</p>
--

Figura 11

2.3.3.2 Análise diária de memória de massa

O SDMM fornece indicativos de possíveis problemas, e uma equipe de analistas avalia as indicações, buscando causas nos diversos sistemas de informação da empresa, para as anomalias verificadas nas memórias de massa. Conforme podemos observar na figura 12, a média de ocorrências diárias em 2012 para os diversos critérios é alta quando o critério é desbalanço de tensão, e principalmente de desbalanço de corrente. Quando as regras aplicadas dependem do comportamento de utilização da carga da unidade consumidora (Consumo e Corrente, por exemplo), a adoção de parâmetros fixos para todo o conjunto gera muita indicação, sob a ótica da parametrização, que não é uma anomalia real de campo. Nestes casos a combinação destes resultados com outras informações dos mais variados sistemas, aperfeiçoa o grau de acerto e reduz o volume de casos a serem analisados. A combinação de regras também aperfeiçoa a efetividade destes processos.

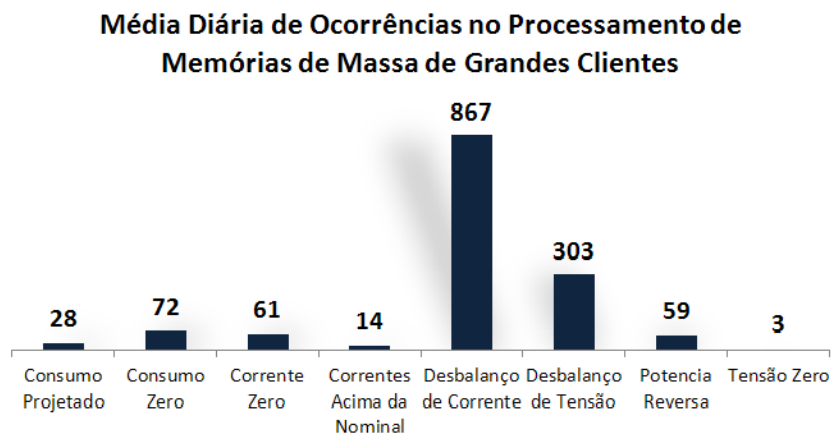


Figura 12

2.4 Casos Típicos das Regras Aplicadas pelos Sistemas

2.4.1 Potência Reversa

Conforme figura 13, algumas anomalias causadas por defeitos nos equipamentos também são monitoradas, e a regra de potência reversa permite esta verificação. Para o caso em questão a inspeção diagnosticou um defeito em um dos TC's que resultou num fluxo de potência reversa e num comportamento anormal das correntes do sistema.

Abaixo memórias de massa no momento em que foi registrado potência reversa ativa e a mudança no comportamento das correntes.

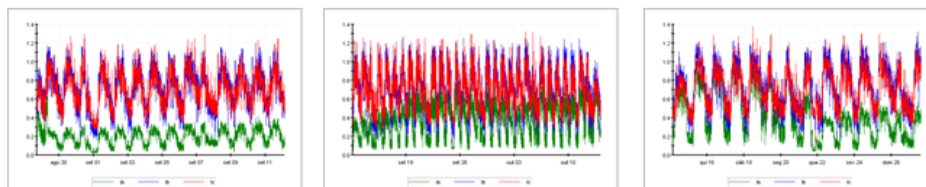


Figura 13

2.4.2 Desbalanço de Corrente

Conforme figura 14, o desbalanço de correntes indicados pelo processo resultou numa avaliação de todas as memórias de massa de corrente desde a última normalização e na detecção de nova intervenção provocada por terceiros.

- ☞ Ao analisar o processo de MM verificação – desbalanço de corrente, foi verificado que desde a última inspeção até o momento da análise, as correntes da medição indireta estavam desbalanceadas.



- ☞ Ao realizar a inspeção foi verificado irregularidades na medição

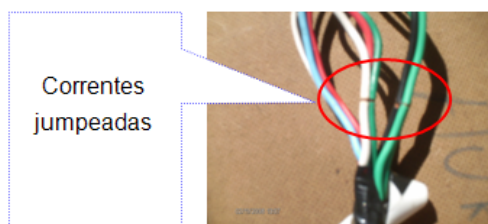


Figura 14

2.4.3 Desbalanço de Tensão

A maior parte de análise de casos de desbalanço de tensão está associada ao sistema elétrico (Chaves fusíveis abertas, problemas de tensão no alimentador), entretanto, conforme figura 15, o desbalanço de tensão analisado resultou numa inspeção em campo. No caso em questão o problema era um defeito no medidor, e outras anomalias foram verificadas.

- ☞ Observa-se no gráfico abaixo o desbalanço de tensão da fase "B", motivo pela qual foi gerada a OI.

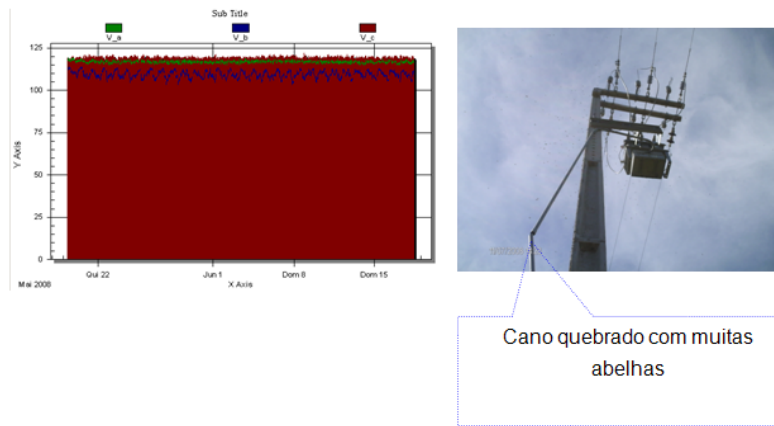


Figura 15

2.4.4 Tensão Zero

Nesta outra regra, a análise normalmente refere-se a algum defeito em medidores ou outros equipamentos que compõem o sistema de medição. “Pode correr que é problema”. Podemos observar na figura 15, um caso de defeito no compacto encapsulado de medição. A detecção é rápida, dois dias após o início da irregularidade. Este tempo normalmente está ligado as prioridades do analista.



Figura 16

2.5 Resultados Históricos

Na figura 17 apresenta-se a efetividade histórica de alguns tipos de seleção, em especial a comparação das efetividades relativas aos processos de memória de massa com outros. Podemos observar que normalmente quando um novo processo é criado se tem alta efetividade, como por exemplo, a primeira vez, em 2005 quando trabalhamos com falta de energia na memória de massa. Nesta época havia situações e fraudes em

campo que desconhecíamos. Detectadas estas irregularidades o mercado se adapta e cria outras formas de irregularidades, daí a necessidade constante de inovação. O Syntegra também teve sua maior efetividade no ano de implantação, e perdeu quando da entrada em operação do SDMm. Historicamente queda de consumo vem perdendo efetividade, pois as fraudes estão a cada dia mais inteligentes, muitas vezes até elevando consumo que diminuindo após as intervenções, ao contrário das denúncias que tem efetividades oscilantes, sempre em altos patamares.

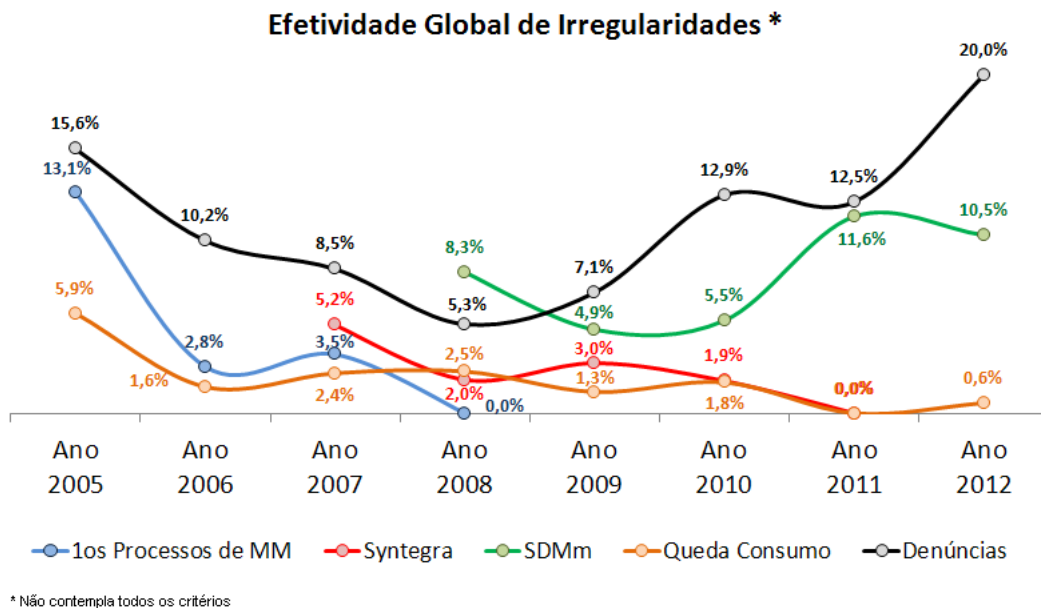


Figura 17

As inspeções por denúncias, porém são realizadas em pouca quantidade em relação ao total de inspeções executadas em um ano. Quando observamos a importância relativa dos critérios de seleção (Figura 18), constatamos que o sistema Syntegra vem perdendo importância relativa a cada ano de operação. Neste caso, comparando com o SDMm, é perfeitamente natural, já que este segundo tem a característica de atuar no mesmo problema com menos tempo, tornando o primeiro apenas uma retaguarda. Observamos também que as novas regras implementadas em 2011 no sistema SDMm, contribui para atualmente o sistema ter a maior importância relativa no resultado global desde o ano passado.

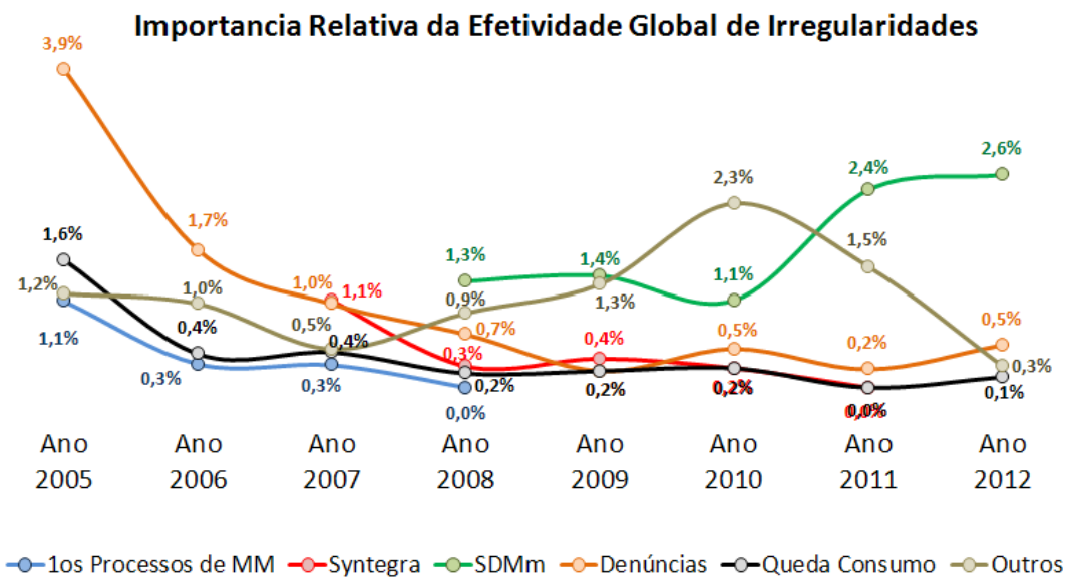


Figura 18

3. Conclusões

Além da constante inovação, consideramos três os fatores primordiais que determinam o tempo de detecção de anomalias no sistema de medição de grandes clientes: **A tecnologia empregada**, desde a característica, programação e funcionamento dos medidores eletrônicos, tipos de padrão de medição, e de igual o sistema de telemetria, supervisão e qualidade da rede de transmissão de dados; **Os processos e procedimentos empregados**, onde aqui destacamos sistemas de processamento de memórias de massa, sistemas de informação e sistemas de inteligência que sejam capazes de diagnosticar com a melhor efetividade as questões resultantes das análises, além dos procedimentos de inspeção e normalização; e das **pessoas** responsáveis por analisar as falhas indicadas pelos sistemas, bem com da qualidade técnica empregada nos processos de inspeção e análise.

O volume de análises improdutivas desvia o poder de acerto das pessoas, então quanto mais decisões forem levadas a nível computacional, em processos cada dia mais inteligentes, onde não somente a falha seja vista, mas se a causa da falha é uma situação normal ou anormal, menor será então o tempo de detecção destas irregularidades.

4. Referências bibliográficas

ANEEL – Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica – Resolução 414/2010 - <http://www.aneel.gov.br>

ABNT - NBR 14522 Intercâmbio de informações para sistemas de medição de energia elétrica - Padronização, ABNT, maio 2000

SPRAGUE, Jr.; WATSON, H. Decision support systems: putting theory into practice. USA: Prentice-Hall, 1989

BARBOSA, G. R. Sistemas de Apoio a Decisão sob o enfoque de Profissionais de Tecnologia da Informação e Decisores. Dissertação de Mestrado, PPGEP, UFPE, Recife, 2003.

BINDER, F. Sistemas de apoio à decisão. São Paulo: Érica, 1994.
