



XIX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2010 – 22 a 26 de novembro

São Paulo - SP - Brasil

Gestão de Centros de Controle baseada em Controle Estatístico de Processos

Joaquim C. Rolim Oliveira	Júlio César de Oliveira	Luan Carlos dos Santos Mazza
COELCE	COELCE	COELCE
rolim@coelce.com.br	julio_cesar@coelce.com.br	luan_carlos@coelce.com.br

Manaci Gadelha	Ronildo Alves de Sousa	Raimundo Célio Maia
COELCE	COELCE	COELCE
mgadelha@coelce.com.br	rasousa@coelce.com.br	rdo_celio@coelce.com.br

Palavras-chave – Centro de Controle, Controle Estatístico de Processos, Diagramas de Controle, Gestão.

Resumo

Os diagramas de controle são utilizados para a gestão dos processos repetitivos. Seu criador, Dr. Walter A. Shewhart, sugere que tais diagramas podem servir para definir as metas que se deseje alcançar, pode ser utilizado como instrumento para alcançar ditas metas, e pode servir também para julgar se as metas foram alcançadas. Resulta assim um instrumento que pode ser utilizado nas etapas de especificação, produção e inspeção.

Em linhas gerais a Gestão de Centros de Controle de Empresas de Distribuição de Energia Elétrica baseada em Controle Estatístico de Processos tem por finalidade monitorar as principais atividades através de gráficos de fácil entendimento. Estes gráficos devem permanecer dentro de certos limites de controle. Caso tais limites sejam ultrapassados, são efetuadas avaliações aprofundadas para se identificar e bloquear ou eliminar as causas para que seja minimizada a possibilidade de tais eventos voltarem a ocorrer. Visando atuar preventivamente, foram definidos também 3 pontos de Alarmes. Para cada alarme, é acionado um responsável para as providencias cabíveis.

Este trabalho está sendo implantando na Coelce - Companhia Energética do Ceará, como um instrumento de apoio para a aplicação dos Conceitos de Engenharia de Confiabilidade visando a maximização dos resultados operacionais.

1. Introdução

O Centro de Controle possui diversas atribuições, sendo a principal delas a de operar o Sistema Elétrico da COELCE de forma correta, ágil e com foco na segurança do trabalho, repassando as ocorrências para as equipes de campo, sempre priorizando as de maior criticidade. Além disso, o mesmo também tem por finalidade comandar os operadores de subestações. Contudo existiam alguns problemas que podem comprometer os resultados, a saber:

1. Falta de acompanhamento contínuo em tempo real dos principais indicadores, impedindo:
 - A visualização do surgimento de pequenas variações nos processos;
 - A realização de comparação com períodos passados e entre turnos de trabalho dos Operadores de Sistema;
 - As correções no próprio curso do processo;
 - O planejamento adequado de ações preventivas;
2. Com a falta de um monitoramento eficiente, a grande quantidade de dados não estava organizada e tratada de forma adequada, impedindo ações de melhoria quando não apresentavam grandes variações perceptíveis.

Visando sanar as deficiências mencionadas acima, surgiu a necessidade de se implementar a Gestão de Centros de Controle baseada em Controle Estatístico de Processos, a qual está sendo aplicada inicialmente em 10 indicadores do Centro de Controle Regional:

1. Alertas de Segurança;
2. APR's (Análises Preventivas de Risco) Realizadas;
3. Avisos dos Clientes Fechados;
4. Avisos dos Clientes Pendentes;
5. DEC – Duração Equivalente por Consumidor;
6. FEC – Frequência Equivalente por Consumidor;
7. Atendimentos Improdutivos;
8. Serviços Extras realizados, por exemplo Podas e serviços de IP's (Iluminação Pública);
9. Reclamações Reiteradas dos Clientes;
10. TMA – Tempo Médio de Atendimento.

Com os 10 indicadores mencionados acima pode-se afirmar que o CCR melhorou significativamente seus resultados, vindo inclusive a prever antecipadamente situações de contingência. Esta prevenção pode ser realizada por exemplo através da formação de equipes de manutenção extras, visando restabelecer a energia do cliente no menor tempo possível.

2. Desenvolvimento

A Gestão de Centros de Controle baseada em Controle Estatístico de Processos tem por finalidade monitorar e apresentar de forma simples e clara os dados do Centro de Controle, transformando-os em informações que possam ser analisadas, no intuito de se adotarem ações corretivas e preventivas quando algo de errado estiver acontecendo (ou na iminência de acontecer) de forma que a maioria dos erros não se repita. Para isto estão sendo utilizados os conceitos básicos da metodologia do CEP (Controle Estatístico de Processos) conforme apresentado a seguir :

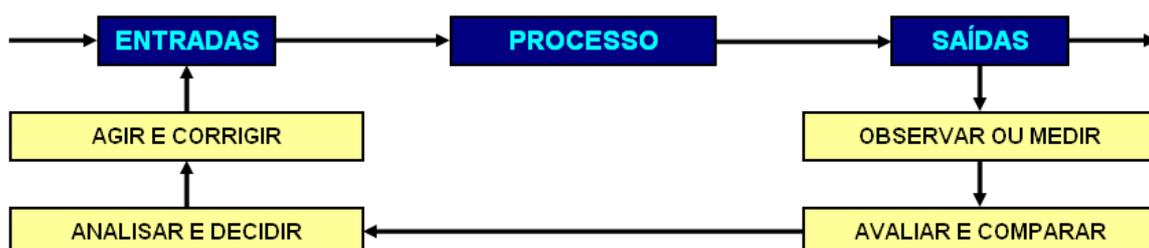


Fig. 1 – Ciclo de Controle

O Controle Estatístico norteia-se de acordo com as seguintes premissas:

1. Medir o(s) processo(s) que se deseja(m) controlar;
2. Avaliar o resultado comparando-a com algum parâmetro de controle ou meta;
3. Analisando a comparação, decidir sobre realizar ou não algum ajuste no processo;
4. Agir sobre as entradas do processo.

2.1. Cálculos Realizados

2.1.1. TAM - Taxa Acumulada Média

A TAM é um valor médio que varia de acordo com o período a ser analisado (quantidade de informações coletadas no decorrer do processo). A equação usada para o cálculo é ilustrada abaixo:

$$TAM = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n} \quad (1)$$

Onde:

TAM = Valor médio das variáveis mensuradas no processo;

$\sum_{i=1}^n Xi$ = Somatório das variáveis de $i = 1$ à n -ésima variável;

n = Número total de períodos (variáveis) analisados no processo.

2.1.2. Desvio Padrão (σ)

O desvio padrão é definido como sendo uma medida de dispersão. Ele dá uma idéia de como os valores de uma amostra (ou de uma variável aleatória) estão dispersos em relação à média. A equação que descreve o desvio padrão é ilustrada abaixo:

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - TAM)^2}{n - 1} \quad (2)$$

Onde:

σ = Desvio padrão do processo;

X = Valor da variável medida no processo;

TAM = Valor médio das variáveis mensuradas no processo;

n = Número total de períodos analisados no processo.

2.1.3. Variáveis de Controle (VC)

É o valor que multiplica diretamente o desvio padrão no cálculo dos alarmes, sendo que para cada alarme tem-se uma variável de controle. Seus valores respeitam a seguinte regra:

$$VC_{(n-1)} < VC_{(n)} < VC_{(n+1)} \quad (3)$$

até que $VC_{(n+1)} = 3 \times \sigma$

2.1.4. LSC - Limite Superior de Controle

O Limite Superior de Controle (LSC) é definido como sendo uma reta no gráfico de controle que tem por finalidade limitar o processo num patamar máximo. A equação que define esse limite é a seguinte:

$$LSC = [TAM + (3 \times \sigma)] \quad (4)$$

Onde:

LSC = Limite Superior de Controle

TAM = Valor médio das variáveis mensuradas no processo

σ = Desvio padrão do Processo

2.1.5. LIC – Limite Inferior de Controle

O Limite Inferior de Controle (LIC) é definido como sendo uma reta no gráfico de controle que tem por finalidade limitar o processo num patamar mínimo. A equação que define esse limite é a seguinte:

$$LIC = [TAM - (3 \times \sigma)] \quad (5)$$

2.1.6. Alarmes

Os alarmes são representados por retas dispostas no gráfico de controle e que, assim como os LIC e LSC. Foi estabelecido na metodologia Gestão de Centros de Controle baseada em CEP que para cada alarme ultrapassado, um responsável pelo processo é convocado com a finalidade de tomar as devidas providências. Essa convocação varia de acordo com a criticidade do alarme que foi ultrapassado. Vale ressaltar que os responsáveis convidados a atuar no processo seguem a hierarquia da companhia. Os valores dos alarmes são calculados de acordo com o seguinte equacionamento:

Para o primeiro alarme, chamado de *alarme 1*, a equação é a seguinte:

$$Alarme1 = [TAM \pm (VC1 \times \sigma)] \quad (7)$$

Onde:

VC1 = Variável de Controle 1, tal que $VC_{(-1)} = 0$.

Diante da equação acima, pode-se concluir que o sinal \pm na expressão (7) significa que os alarmes são usados nos dois gráficos de controle: no gráfico superior (+) e no gráfico inferior (-).

Para o segundo alarme, chamado de *alarme 2*, a equação segue o mesmo raciocínio:

$$Alarme2 = [TAM \pm (VC2 \times \sigma)] \quad (8)$$

Onde:

VC2 = Variável de Controle 2, tal que $VC_{(n-1)} < VC_{(n)} < VC_{(n+1)}$.

Desta forma, podemos dizer que para um alarme *n* e último alarme do processo, temos que sua equação é a seguinte:

$$Alarme_{(n)} = [TAM \pm (VC_{(n)} \times \sigma)] \quad (10)$$

Onde:

VCn = Variável de Controle n-ésima do processo, $VC_{(n-1)} < VC_{(n)} < (3 \times \sigma)$.

2.1.7. Gráficos de Controle

2.1.7.1. Gráfico de Controle com Limite Superior

Segue abaixo um modelo genérico de Gráfico de Controle com Limite Superior:

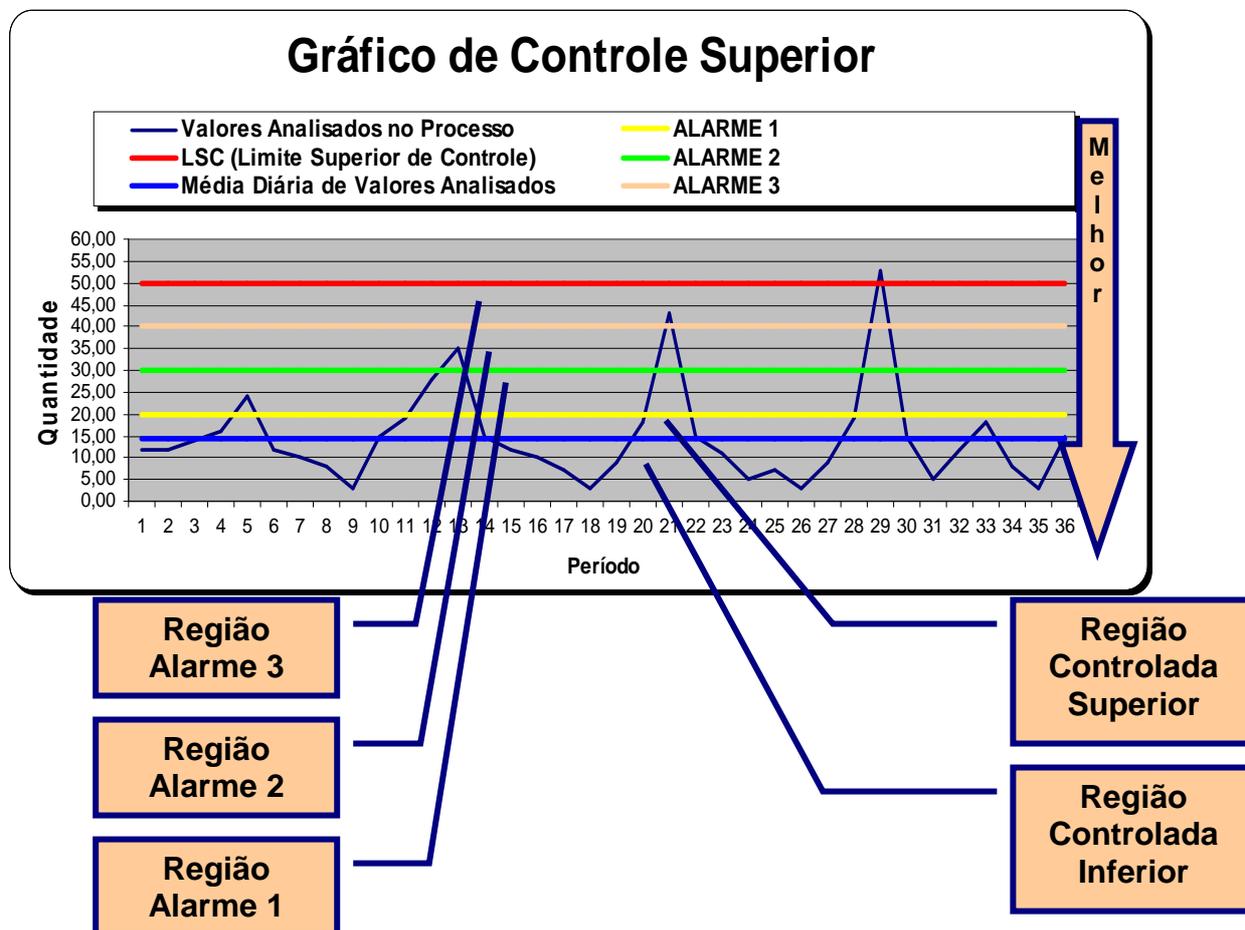


Figura 1 – Gráfico de Controle com Limite Superior.

Onde:

Região Controlada Inferior: é a região abaixo da Média Diária (TAM);

Região Controlada Superior: é a região limítrofe entre a Média Diária (TAM) e o Alarme 1;

Região Alarme 1: é a região limítrofe entre o Alarme 1 e o Alarme 2;

Região Alarme 2: é a região limítrofe entre o Alarme 2 e o Alarme 3;

Região Alarme 3: é a região limítrofe entre o Alarme 3 e o LSC;

2.1.7.2. Gráfico de Controle com Limite Inferior

Da mesma forma, segue um modelo genérico de Gráfico de Controle com Limite Inferior:

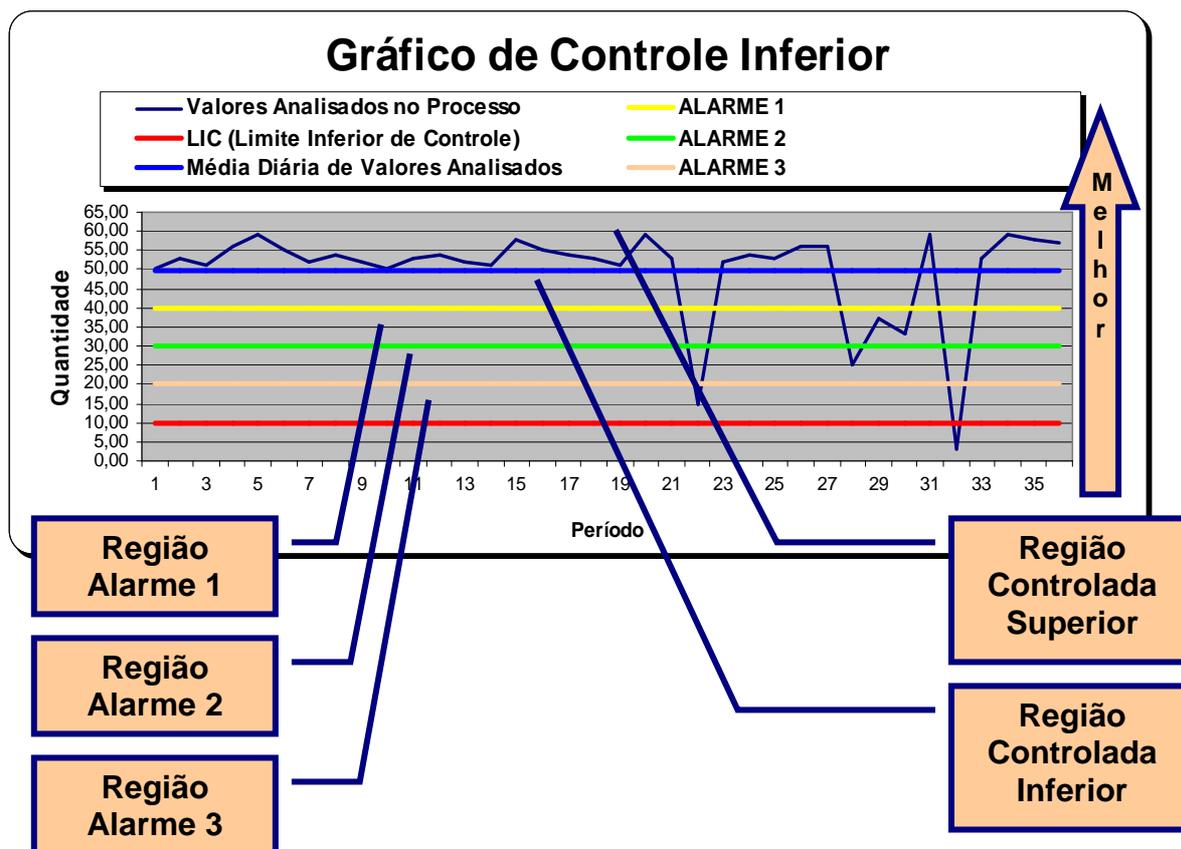


Figura 3 – Gráfico de Controle Inferior.

Onde:

Região Controlada Inferior: é a região limítrofe entre a Média Diária (TAM) e o Alarme 1;

Região Controlada Superior: é a região acima da Média Diária (TAM);

Região Alarme 1: é a região limítrofe entre o Alarme 1 e o Alarme 2;

Região Alarme 2: é a região limítrofe entre o Alarme 2 e o Alarme 3;

Região Alarme 3: é a região limítrofe entre o Alarme 3 e o LIC.

2.2. Atividades Monitoradas

A Gestão de Centros de Controle baseada em CEP por finalidade acompanhar as principais atividades que têm atuação direta do Centro de Controle. Estes processos são discriminados a seguir.

2.2.1. ALERTAS DE SEGURANÇA

Sabe-se que em Segurança do Trabalho há um fator que fica na maioria das vezes oculto diante de um acidente ou incidente do trabalho e que, muitas vezes, não se dá a devida atenção ao mesmo. Este fator é a capacidade de abstração da mente. Pensando em eliminar acidentes com origem neste fator de risco, surgiu a necessidade de o Centro de Controle tornar-se mais atuante na prevenção de acidentes. Daí surgiu a idéia do Alerta de Segurança.

Sempre que os Operadores de Sistema acionam as equipes de campo solicitando que os mesmos se dirijam aos locais das ocorrências, é repassado por meio do rádio da viatura ou do celular

da equipe um “Alerta de Segurança”. Este alerta é simplesmente uma frase mencionada pelo Operador que relembra às turmas de campo os mais diversos riscos e perigos inerentes às suas atividades. São exemplos de alertas de segurança:

- *Tenha sempre em mente que a produtividade não pode ser alcançada a qualquer custo, muito menos comprometendo a segurança;*
- *Direção Defensiva é dirigir de modo a evitar acidentes, apesar das ações incorretas dos outros e das condições adversas que encontramos nas vias de trânsito;*

Depois que o alerta é emitido pelo Operador de Sistema e entendido e confirmado pela equipe de campo, tal informação é registrada em um banco de dados para controle estatístico.

2.2.2 APR's REALIZADAS

Sabe-se que, de acordo com a NR-10, item 10.11.7, que diz: “*Antes de iniciar trabalhos em equipe os seus membros, em conjunto com o responsável pela execução do serviço, devem realizar uma avaliação prévia, estudar e planejar as atividades e ações a serem desenvolvidas no local, de forma a atender os princípios técnicos básicos e as melhores técnicas de segurança aplicáveis ao serviço*”, deve-se realizar, sempre ANTES DE TODO E QUALQUER SERVIÇO, uma APR (Análise Preliminar de Riscos).

A COELCE elaborou uma Análise Preliminar de Riscos, conhecida como “Caderneta APR”. A mesma tem este nome porque possui o formato de uma pequena caderneta de bolso, onde são listadas diversas situações de Risco. Cada equipe de campo possui 3 Cadernetas (visando sempre ter uma disponível), e o serviço a ser executado em campo só é liberado pelo Centro de Controle após a confirmação da turma de que a APR foi realizada corretamente.

2.2.3. AVISOS DOS CLIENTES FECHADOS

Um aviso surge quando há uma reclamação do cliente a respeito da falta ou mesmo da qualidade do fornecimento de energia. Quando se associam recursos (equipes) ao aviso, o mesmo torna-se incidência. Após este passo, a equipe de campo é comunicada pelo Operador de Sistema, e aquela se dirige ao local da ocorrência. Terminada a execução do serviço, a equipe comunica ao CCR seu encerramento e o Operador dá por encerrada aquela ocorrência.

Desta forma, o número de Avisos Fechados é contabilizado ao final de cada turno, passando a ser um forte indicador a respeito da Confiabilidade do Sistema Elétrico já que, se houveram muitos avisos fechados, pode indicar, dentre outros que: houve alguma forte perturbação externa no Sistema Elétrico (ventanias, chuvas torrenciais, abalroamento de veículos em estruturas, etc) ou o Sistema Elétrico está fragilizado, necessitando de troca ou reparo de componentes ao longo da rede.

2.2.4. AVISOS DOS CLIENTES PENDENTES

Neste processo, “Avisos Pendentes” representa os avisos que não foram encerrados no mesmo turno, comprometendo o desempenho do Operador do turno seguinte. Este processo também é de muita importância, visto que vários avisos pendentes podem significar, dentre outras causas: carência de equipes de campo, demora no atendimento, surgimento de forte perturbação externa no Sistema Elétrico (ventanias, chuvas torrenciais, abalroamento de veículos em estruturas, etc) ou outros eventos que requerem atenção.

2.2.5. DEC – Duração Equivalente por Consumidor

O DEC representa a duração que, em média, um conjunto de clientes permanece sem fornecimento de energia. Daí a sua relevância para a concessionária. E este índice possui influência direta do Centro de Controle. É o Centro de Controle quem mobiliza as equipes de campo para as devidas chaves de manobra em uma ocorrência no Sistema Elétrico. Ele também é responsável por toda a estratégia de deslocamento das equipes e do Operador de Subestações para os pontos de manobra do alimentador. Estas ações podem aumentar ou diminuir o tempo com que o cliente fica sem fornecimento de energia.

2.2.6. FEC – Frequência Equivalente por Consumidor

Assim como o DEC, o FEC também é de muita importância. Ele representa a frequência com que falta energia, em média, a um grupo de consumidores finais. O FEC representa, indiretamente, a confiabilidade do sistema elétrico daquela companhia. Mas também significa dizer se a manutenção corretiva foi bem realizada já que em surgindo um defeito na rede, se faz necessária uma manutenção de qualidade por uma equipe de campo. Caso este reparo não tenha sido bem feito, certamente o problema aparecerá novamente.

2.2.7. ATENDIMENTOS IMPRODUTIVOS

Este processo representa a quantidade de atendimentos realizados pelas equipes de campo que efetivamente não haveria a necessidade do deslocamento dessas turmas até o local da incidência. Os motivos que geram estes “trabalhos improdutivos” são os mais diversos: um disjuntor que atuou na residência de um cliente, um defeito transitório na rede, etc.

O Centro de Controle tem forte influência neste processo já que tem acesso às informações detalhadas do aviso, assim como é capaz de associar uma possível correlação com as mais as diversas ocorrências, a fim de saber se aquela reclamação irá gerar ou não um trabalho improdutivo.

2.2.8. SERVIÇOS EXTRAS REALIZADOS, POR EXEMPLO SERVIÇOS DE PODAS E IP'S

O serviço de Poda representa o corte da vegetação que venha a forçar o contato acidental entre condutores fases e/ou neutro. Já o processo de IP representa a manutenção dada às estruturas que promovem a iluminação das vias públicas, praças, dentre outros. Os dois processos são de grande importância para o Centro de Controle, porém não estão sob sua responsabilidade direta, já que tais serviços não são emergenciais. Porém, decidiu-se pôr estas atividades sob controle à luz do Centro de Controle porque este pode mobilizar suas equipes de campo para atenderem reclamações desta natureza quando tais equipes estiverem ociosas.

2.2.9. RECLAMAÇÕES REITERADAS

Este processo representa a reclamação reincidente, ou seja, é aquela em que o cliente reclamante, insatisfeito por não ter sido atendido no prazo regulamentar, decide reclamar novamente junto à concessionária. Este processo reflete, dentre outros: o destino correto dados às equipes de campo, a demora na execução do serviço, no deslocamento ou mesmo no repasse da reclamação por parte do Centro de Controle para a turma de campo.

2.2.10. TMA – Tempo Médio de Atendimento

O Tempo Médio de Atendimento representa o tempo com que, em média, uma equipe de campo atende uma reclamação de um cliente. O Centro de Controle tem uma forte participação neste indicador, tendo em vista que o mesmo supervisiona as equipes de campo e também já possui um conhecimento prévio do serviço a ser executado e inclusive o tempo com que, em média, aquela tarefa irá ser executada.

2.3. Gráfico de Controle :

A Gestão de Centros de Controle baseada em CEP controla as 10 atividades apresentadas a seguir :

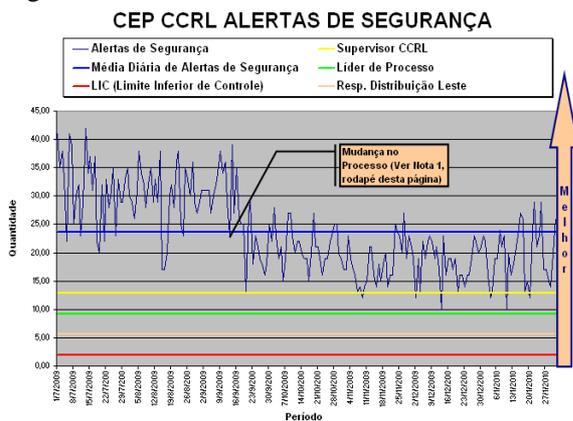


Figura 4 – Alertas de Segurança (LIC)

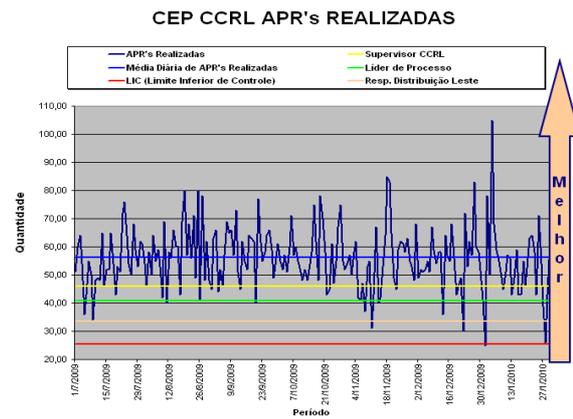


Figura 5 – APR's Realizadas (LIC)

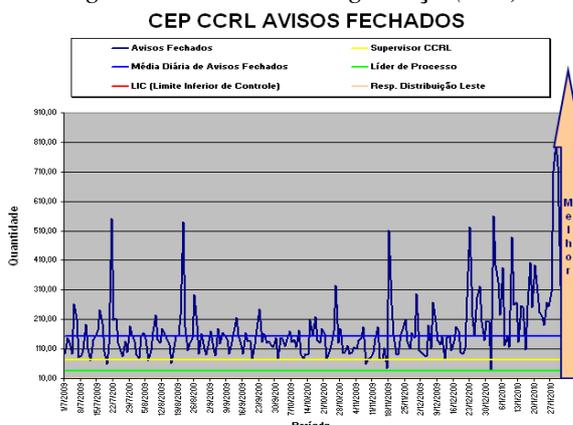


Figura 6 – Avisos Fechados (LIC)

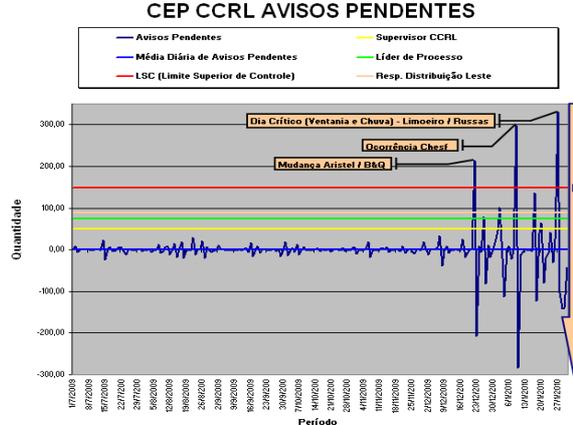


Figura 7 – Avisos Pendentes (LSC)

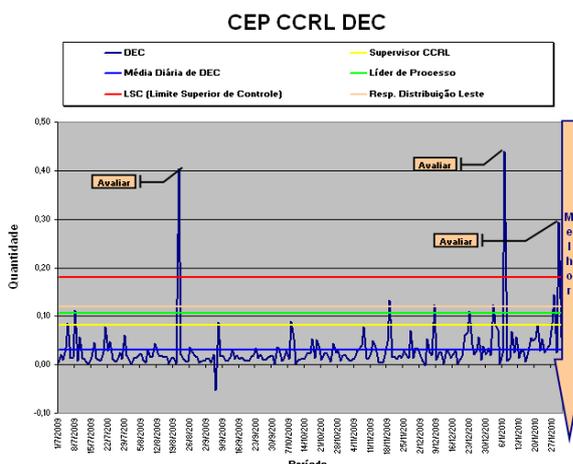


Figura 8 – DEC (LSC)

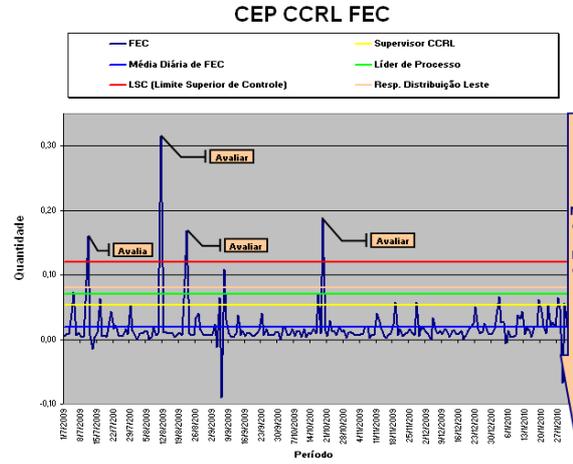


Figura 9 – FEC (LSC)

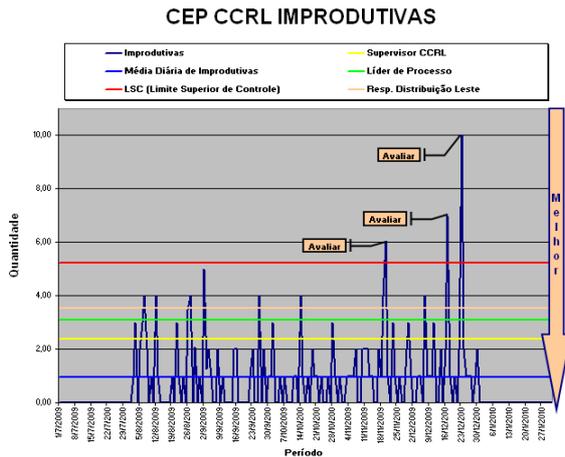


Figura 10 – Improdutivas (LSC)

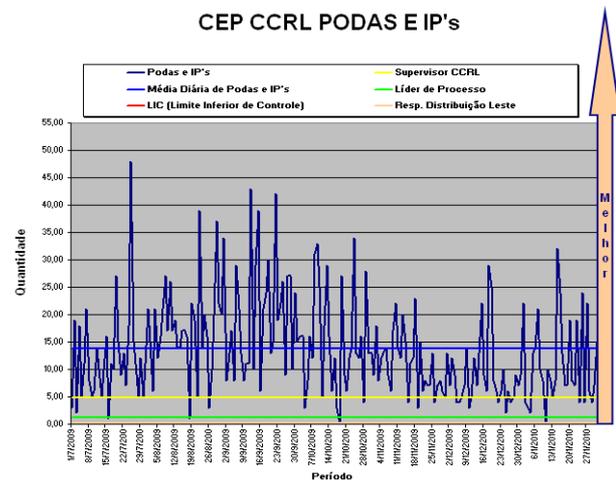


Figura 11 – Podas e IP's (LIC)

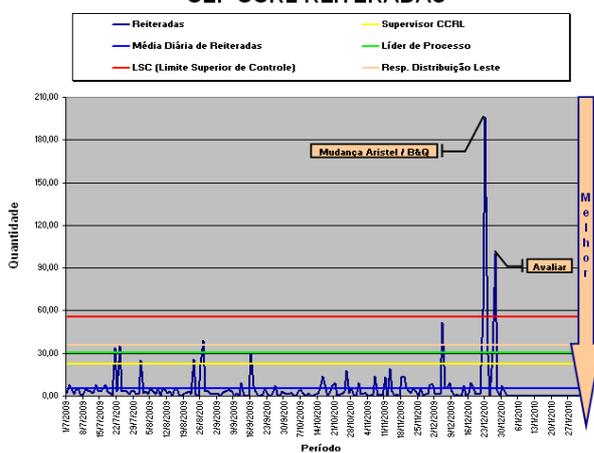


Figura 12 – Reiteradas (LSC)

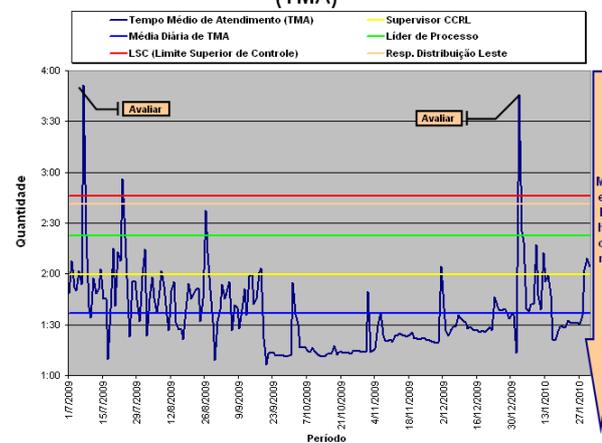


Figura 13 – TMA (LSC)

2. Conclusões

O impacto deste trabalho na eficiência dos processos realizados pelo CCR foi significativo por vários motivos, dentre eles:

- Detecção e atuação em pequenos sinais de desvios, permitindo melhoria contínua;
- Fácil visualização da tendência dos resultados de cada atividade, permitindo a ação antecipada antes que a situações fique fora de controle;
- Acompanhamento constante de ações voltadas para o controle das condições de Segurança do Trabalho (Controle de APR's e Alertas de Segurança);
- Ferramenta quantitativa de apoio ao acompanhamento do desempenho dos Operadores de Sistema;

Sempre que um processo ultrapassa os pontos de alarme ou os Limites de Controle (quer seja o Superior ou o Inferior), se dá total atenção ao ponto em questão, analisando-se as causas raízes de tais problemas. Em seguida programam-se ações corretivas com a finalidade de se evitar repetições. Depois que é confirmado que aquele fato não mais ocorrerá, aquele ponto específico que comprometeu todo o processo é retirado do Controle Estatístico e são recalculados os novos alarmes e limites de controle.

O Controle Estatístico de Processos passou a ser implantado no Centro de Controle Regional em Julho de 2009 e já mostra melhorias significativas em relação ao ano passado. Os gráficos abaixo ilustram o desempenho ao longo dos 8 meses avaliados (julho/09 a março/10):



Figura 14 – nº de Alertas de Segurança

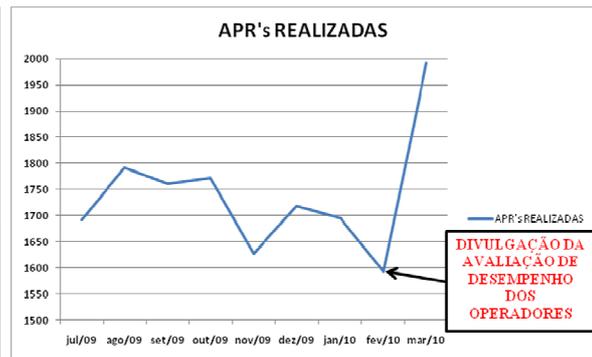


Figura 15 – nº de APR's Realizadas



Figura 16 – nº de Avisos Fechados



Figura 17 – nº de Avisos Pendentes

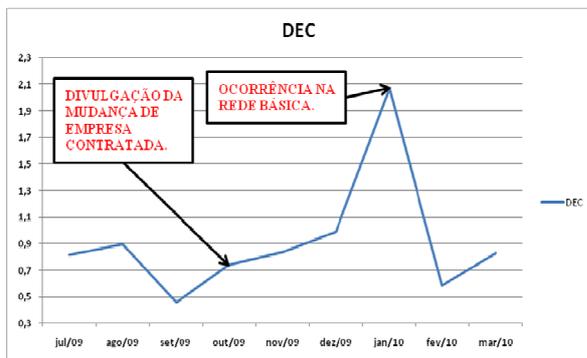


Figura 18 – DEC

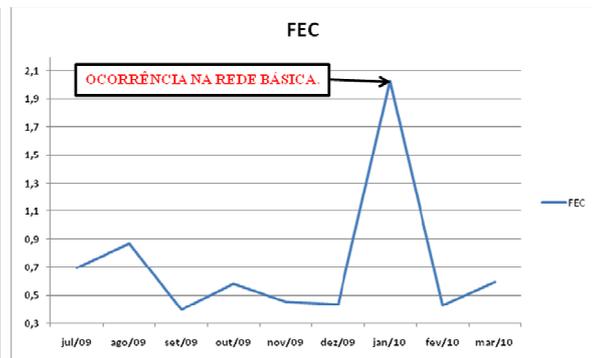


Figura 19 – FEC



Figura 20 – Percentual de Improdutivas

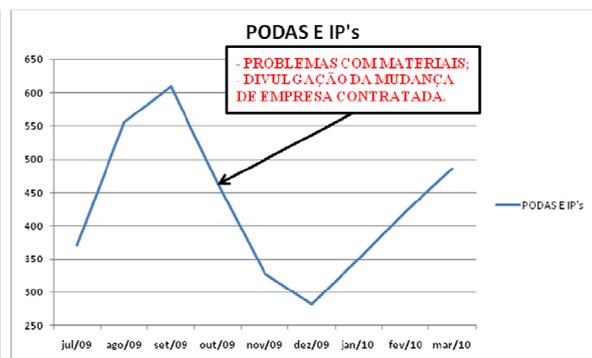


Figura 21 – nº de Podas e IP's realizadas



Figura 22 – nº de Reiteradas

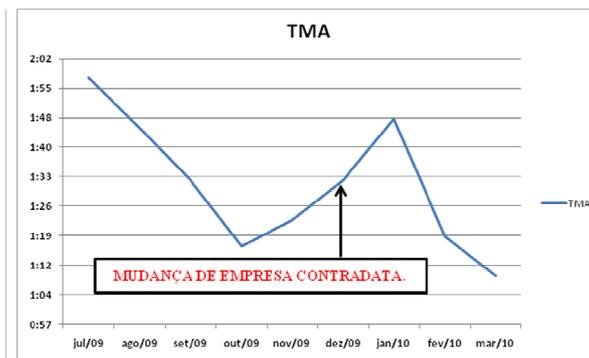


Figura 23 – TMA

Foi confeccionado um Painel Expositivo e afixado no CCR afim de que os Operadores possam acompanhar seu próprio desempenho e buscar cada vez mais melhorar os processos como um todo. A atualização do Painel se faz sempre no início de cada mês, contudo o passo seguinte deste trabalho é fazer com que o acompanhamento passe a ser em tempo real.

Segue abaixo uma foto do Painel afixado no Centro de Controle Regional.



Figura 24 – Painel Expositivo do CEP afixado no CCR.

4. Referências bibliográficas e/ou bibliografia

- [1] COSTA, Antônio Fernando; EPPRECHT, Eugênio; CARPINETTI, Luiz Cesar. Controle Estatístico de qualidade. Editora Atlas, 2004.
- [2] JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. Controle da Qualidade – Handbook. Volumes II, VI (4ª edição) e VII (4ª Edição). São Paulo, Editora McGraw-Hill Ltda e Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1993.
- [3] VIEIRA, S. Estatística para a Qualidade. Editora Campus, 1999.
- [4] SILVA, A. P. Controle Estatístico de Processos aplicado a Empresas de saneamento, Uberlândia, 2005. 80 p.
- [5] CAMPOS, V. F. Controle da Qualidade Total. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, 1992. 229 p.
- [6] DUNCAN, A.J. Control de Calidad y Estadística Industrial. México, 1996. 1083 p.