



Acompanhamento do Carregamento Admissível dos Transformadores - ACAT

Maurílio Matheus
CEMIG Distribuição S.A
maurilm@cemig.com.br

RESUMO

O ACAT é um programa computacional, desenvolvido em EXCEL 97, e utiliza recursos de VBA, Visual Basic Programming System, Applications Edition, que tem por finalidade empreender uma análise estatística da condição dos transformadores instalados no Sistema Elétrico, visando a otimização na utilização desses transformadores.

O ACAT tem as seguintes finalidades:

- Estabelecer um critério informatizado único de avaliação dos transformadores de distribuição de energia (padronização);
- Subsidiar as áreas de planejamento, manutenção e operação com informações estatísticas sobre as condições dos transformadores instalados na Rede de Distribuição;
- Subsidiar as áreas financeiras e de aquisição de materiais com informações estatísticas sobre as necessidades futuras de transformadores;
- Diagnosticar as áreas geográficas de concessão da empresa no tocante à necessidade de reformas de circuitos secundários.

PALAVRAS-CHAVE

Acompanhamento, Carregamento, Transformadores.

1. INTRODUÇÃO

O ACAT busca todos os transformadores do banco de dados do GEMINI e o ano de instalação desses mesmos transformadores, no banco de dados do TRAF – Sistema IBM e, utilizando a metodologia do ED-2.5, calcula o ano em que cada transformador terá sua vida útil esgotada e/ou terá seu carregamento maior que 150%, que é a sobrecarga máxima considerada. Em seguida, emite para os próximos 15 anos a relação desses transformadores, ano a ano.

O ACAT fornece também alguns gráficos destinados ao acompanhamento da situação dos transformadores instalados e emite quadros com informações estatísticas, que possibilitam o monitoramento e a otimização das cargas dos circuitos de baixa tensão.

O Programa pode ser usado, ainda, no dia a dia, para consultas sobre a condição dos transformadores de uma determinada região em estudo, ou seja, informando as coordenadas da área em estudo, o programa filtra o banco total e retorna com as informações pertinentes a essa área.

Como benefícios apresentados pelo ACAT têm-se: a otimização da utilização de transformadores de distribuição, o planejamento dos recursos financeiros a serem utilizados nas obras de reforço dos circuitos dos transformadores e o controle de carga dos circuitos de baixa tensão.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Tela Principal

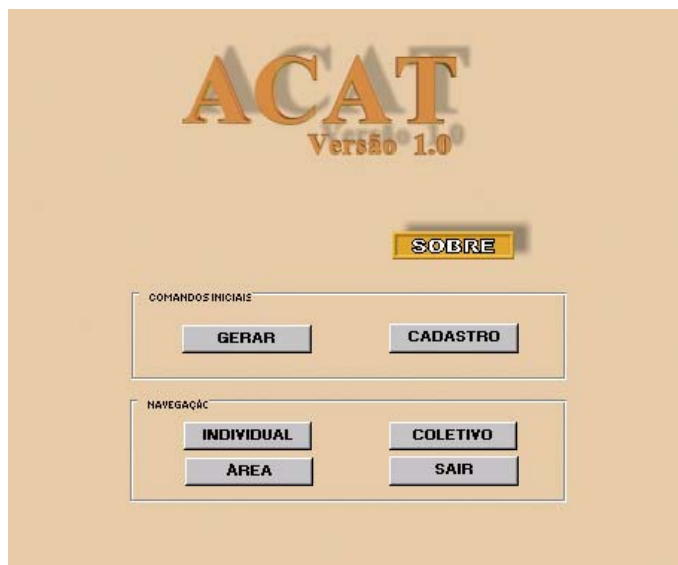


Figura 01

A Figura 01 apresenta a tela principal do ACAT. Através dela tem-se acesso a todas as informações que o Programa fornece. O ACAT é um Programa interativo, criado de forma a possibilitar o seu uso por qualquer pessoa, independente do conhecimento técnico sobre a utilização de transformadores.

2.2. Geração do Banco de Dados

Os dados necessários para a alimentação do ACAT são fornecidos pelo Sistema de Gerenciamento da Rede de Distribuição utilizado pela CEMIG denominado GEMINI. O GEMINI gera automaticamente um arquivo com todos os dados necessários, excetuando o ano de instalação do transformador (necessário para o cálculo da vida útil), que é retirado do sistema TRAF.

Com esse banco em formato de planilha eletrônica do EXCEL, o ACAT, utilizando macros e recursos do VBA, executa internamente os cálculos necessários e transforma os dados em informações, ou seja, calcula os índices de cada transformador (vida útil, sobrecarga, etc) e as estatísticas (desvio-padrão, quartis, mediana, etc) que habilitarão o banco de dados para as consultas em forma de planilhas e gráficos.

Duas informações são solicitadas nesta etapa: a temperatura média do local e a taxa de crescimento médio anual dos transformadores do Conjunto Considerado. Essas informações são necessárias para o cálculo da vida útil e do carregamento ao longo do horizonte do estudo.

2.3. Análise Individual

Ao Clicar no botão **INDIVIDUAL** da tela principal, será executado a parte do programa destinado à análise individual do transformador sobre o aspecto de sobrecarga e vida útil. Essa parte foi incluída para possibilitar ao usuário, estudar a situação de um transformador específico. Pelo fato desse tópico não utilizar as ferramentas estatísticas, que é o escopo deste trabalho, não será detalhada essa aplicação.

2.4. Análise Coletiva



Figura 02

Ao Clicar no botão **COLETIVO** da tela principal, será exibido o formulário apresentado na Figura 02. Esse formulário apresenta as três aplicações realizadas pelo programa a partir da leitura de todo o banco de dados de transformadores. Cabe ressaltar que esse banco de dados não é amostral; ele é composto por todos os transformadores do Conjunto Considerado na análise – a população. A partir desse formulário é iniciado a análise estatística que o trabalho se destina.

2.4.1. Relatórios

Ao Clicar no botão **RELATÓRIOS** do formulário "Análise Coletiva" (Figura 02), será exibido o formulário "Relatórios" (Figura 03). Esse formulário apresenta as duas opções de relatórios fornecidos pelo programa, a saber, Acompanhamento e Relação dos Transformadores.



Figura 03

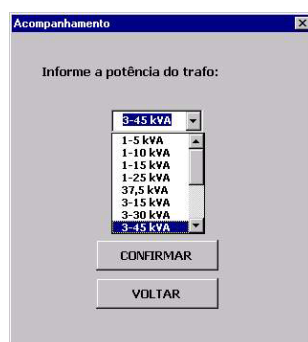


Figura 04

Ao clicar no botão **ACOMPANHAMENTO** do formulário "Relatórios", será exibido o formulário "Acompanhamento" (Figura 04). Nesse formulário é permitido escolher qual potência nominal do transformador que se queira analisar. Após a escolha do transformador que se deseja acompanhar, é confirmada a operação clicando no botão **CONFIRMAR**, que abrirá a tela apresentada na Figura 05.

ACOMPANHAMENTO DOS TRANSFORMADORES 3-45 kVA

VALORES ABSOLUTOS

ANO	TRAFOS COM SOBRECARGA		TRAFOS VIDA ÚTIL ESGOTADA	
	QUANTIDADE	VALOR REFORMA	QUANTIDADE	VALOR REFORMA
2000	5	50.000,00	1	10.000,00
2001	0	0,00	0	0,00
2002	2	20.000,00	0	0,00
2003	1	10.000,00	0	0,00
2004	1	10.000,00	2	20.000,00
2005	2	20.000,00	1	10.000,00
2006	0	0,00	0	0,00
2007	0	0,00	0	0,00
2008	1	10.000,00	1	10.000,00
2009	1	10.000,00	0	0,00
2010	1	10.000,00	2	20.000,00
2011	3	30.000,00	0	0,00
2012	4	40.000,00	2	20.000,00
2013	2	20.000,00	1	10.000,00
2014	1	10.000,00	1	10.000,00

VALORES FILTRADOS

ANO	TRAFOS COM SOBRECARGA		TRAFOS VIDA ÚTIL ESGOTADA	
	QUANTIDADE	VALOR REFORMA	QUANTIDADE	VALOR REFORMA
2000	5	50.000,00	1	10.000,00
2001	0	0,00	0	0,00
2002	2	20.000,00	0	0,00
2003	1	10.000,00	0	0,00
2004	1	10.000,00	0	0,00
2005	2	20.000,00	0	0,00
2006	0	0,00	0	0,00
2007	0	0,00	0	0,00
2008	0	0,00	0	0,00
2009	0	0,00	0	0,00
2010	0	0,00	0	0,00
2011	0	0,00	0	0,00
2012	0	0,00	0	0,00
2013	0	0,00	0	0,00
2014	0	0,00	0	0,00

Figura 05

Esse relatório apresenta, ano a ano, para os próximos 15 anos, a quantidade de transformadores que terão sua vida útil esgotada e/ou atingirá o carregamento máximo admissível (150% de sobrecarga). Apresenta também o valor médio monetário necessário para a reforma desses transformadores.

A finalidade desse relatório é permitir o planejamento técnico e financeiro ao longo do tempo. Ele concede a informação necessária (fatos e dados) para possibilitar a programação para a aquisição dos transformadores e o desembolso financeiro provável a cada ano.

O Relatório apresenta dois quadros, a saber: Valores Absolutos e Valores Filtrados. O quadro com os Valores Absolutos diz respeito à situação real, sem nenhuma interferência no dados. Ele calcula o ano em que cada transformador terá sua vida útil esgotada e estará com sobrecarga; e monta o quadro com essas informações. Nesse quadro, portanto, pode acontecer que um determinado transformador seja contabilizado como sobrecarregado no ano 2004 e também com sua vida útil esgotada no ano 2010. No quadro com os Valores Filtrados isso não acontecerá, pois o programa “filtra” aquilo que já ocorreu nos anos anteriores, pois é de se esperar que o problema verificado seja resolvido no mesmo ano. No caso do exemplo acima, no quadro Valores Filtrados, o transformador será contabilizado como sobrecarregado no ano 2004 e não aparecerá entre os transformadores com vida útil esgotada no ano 2010.



Figura 06



Figura 07

Esse relatório destina-se a apresentar a relação nominal e detalhada de todos os transformadores que terão sua vida útil esgotada ou estarão sobrecarregados em determinado ano, conforme a escolha do usuário. O ACAT faz a projeção de todos os transformadores para um horizonte de 15 anos.

Ao Clicar no botão **RELAÇÃO DOS TRAFOS** do formulário "Relatórios" (Figura 06) será exibido o formulário mostrado na Figura 07.

Nesse formulário pode-se escolher qual tipo de análise pretenda-se fazer: transformadores com sobrecarga ou transformadores com vida útil esgotada. Poderá ser escolhido, ainda, qual é o ano que se pretende ter apresentado a relação dos transformadores.

Uma vez feito a escolha e clicado o botão **CONFIRMAR**, será exibido o relatório mostrado na figura 08.

Superintendência Regional de Distribuição Mantiqueira - DM Região de Distribuição de Juiz de Fora - DM/JF							
RELAÇÃO DOS TRANSFORMADORES COM SOBRECARGA							
ANO: 2004							
Nº TRAFOS	FASE	KVA	ENDEREÇO	LOCAL	DEM(%)	PERDA DIA	CUSTO
000902	3	45	CONSELHEIRO LAFAIETE	RUA JOAQUIM ALVES TAVARES, 242	140,00	0,00388	10.000,00
008433	1	25	CONSELHEIRO LAFAIETE	RUA CAMPOLINA, DOUTOR, 770	140,00	0,00355	10.000,00
018216	1	15	ENTRE RIOS DE MINAS	RUA PEDRO FERNAND OLIVEIRA, 42	139,00	0,00329	10.000,00
046779	1	15	CONGONHAS	RUA MARIA DE MELO ALVIM, 536	141,00	0,00377	10.000,00
056569	1	15	CONGONHAS	RUA JOSE BENTO PINHEIRO, 178	141,00	0,00377	10.000,00
057980	1	15	CONSELHEIRO LAFAIETE	RUA BENEDITO LOBATO, 1024	141,00	0,00377	10.000,00
025383	1	38	CONGONHAS	AV OURO BRANCO, 156	139,00	0,00395	10.000,00
					Total de Trafos =	7	
					Custo Total (R\$) =	70.000,00	

Figura 08

Na Figura 08, pode-se ver os sete transformadores que estarão com sobrecarga no ano de 2004 e o valor que será preciso para reformá-los. Esse relatório é extremamente útil para o planejamento do Sistema Elétrico.

Através dele visualiza-se, antecipadamente, qual será a necessidade financeira para investimentos na reforma de transformadores e, ainda, conhecer sobre quais transformadores ter-se-á que agir para manter o Sistema Elétrico em boas condições.

Ao clicar no botão **ESTATÍSTICAS** do formulário "Relatórios", da Figura 02, será exibido o Quadro Estatístico apresentado pela Figura 09.

QUADRO ESTATÍSTICO

POTÊNCIA	KVA MÉDIO	MEDIANA	PRIMEIRO QUARTIL	TERCEIRO QUARTIL	DESVIO MÉDIO	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE VARIAÇÃO (%)	FATOR UTILIZAÇÃO	AMPLITUDE ABSOLUTA	CUSTO MÉDIO (R\$)
5 KVA	2,58	1,20	0,20	2,55	2,58	4,59	177,77	0,52	18,40	10.000,00
10 KVA	4,70	3,00	1,30	7,13	3,75	4,90	104,17	0,47	24,70	10.000,00
1-15 KVA	8,23	6,40	3,20	12,00	5,09	6,39	77,60	0,55	32,10	10.000,00
25 KVA	11,63	9,60	4,70	16,83	6,95	8,55	73,54	0,47	42,50	10.000,00
37,5 KVA	23,14	23,90	17,00	30,63	9,32	11,80	51,00	0,62	51,60	10.000,00
3-15 KVA	8,74	8,60	3,28	11,65	5,15	6,49	74,31	0,58	22,00	10.000,00
30 KVA	14,90	13,30	5,83	22,40	8,59	10,20	68,44	0,50	45,20	10.000,00
45 KVA	26,56	27,80	13,60	36,50	12,97	15,90	59,85	0,59	76,80	10.000,00
75 KVA	37,40	38,50	23,90	50,05	16,03	20,55	54,94	0,50	152,20	10.000,00
112,5 KVA	56,81	55,20	35,63	74,13	23,86	30,59	53,84	0,50	160,80	10.000,00
150 KVA	38,33	36,65	13,20	52,13	23,10	29,32	76,50	0,26	119,20	10.000,00
225 KVA	18,10	18,10	9,65	26,55	16,90	23,90	132,05	0,08	33,80	10.000,00
300 KVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	20,93	15,20	5,70	31,30	11,19	14,43	83,67	0,47	142,40	10.000,00

Figura 09

Essa aplicação do ACAT destina-se a efetuar uma análise do banco de dados de transformadores da Unidade de Negócio em estudo e apresentar o resultado em um único quadro resumido.

A partir da análise do Quadro Estatístico apresentado na Figura 09, pode-se tecer os seguintes comentários:

A média geral das potências efetivamente utilizadas pelos transformadores de distribuição do Conjunto Considerado é de 20,93 kVA. Isso representa uma taxa de utilização média de apenas 47%. Essa informação, até então desconhecida, deixa claro que o Sistema Elétrico do Conjunto Considerado está sendo sub-utilizado. Ela sinaliza a necessidade de se empreender ações no sentido de otimizar essa utilização. Essas duas medidas estatísticas (o KVA médio e o Fator de utilização) são excelentes índices de acompanhamento para a equipe que atua no planejamento do Sistema Elétrico.

Escolheu-se aleatoriamente os transformadores de 10 kVA para a análise das medidas de tendência central: 1° e 3° Quartis e a mediana.

Sendo a mediana igual a 3, conclui-se que a metade dos transformadores de 10 kVA estão com menos de 3 kVA de demanda. Como se tem um total de 95 transformadores, conclui-se que se tem 47 transformadores com menos de 3 kVA.

Uma utilização prática dessa informação consiste em definir, por fatos e dados, para otimizar o desempenho do Sistema Elétrico, a quantidade de transformadores que estão sub-dimensionados. No exemplo apresentado, sabe-se que, teoricamente, poder-se-ia utilizar transformadores de 5 kVA no lugar destes 47 transformadores de 10 kVA com menos de 3 kVA.

Essa ação representaria uma redução no ativo imobilizado da Empresa e melhoria nas perdas elétricas do sistema.

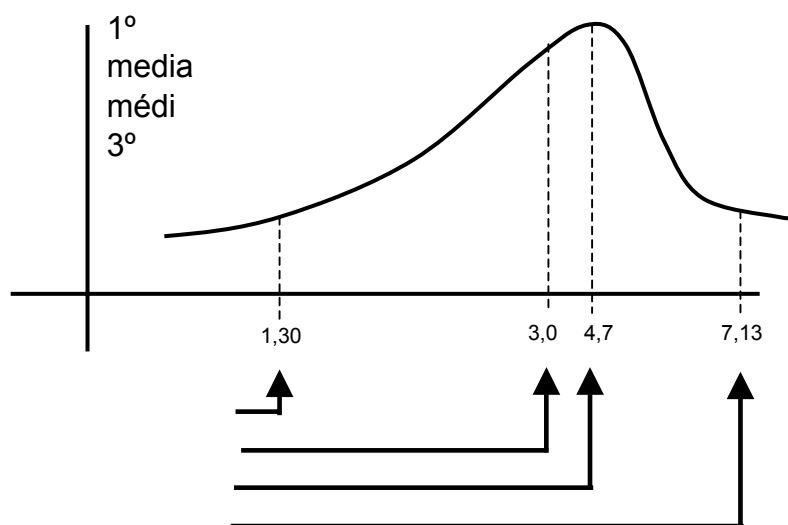


Figura 10

Sendo o 3° Quartil igual a 7,13 e o total de transformadores igual a 95 peças, sabe-se que apenas 23 transformadores estão com mais de 7,13 kVA de demanda.

Sabendo que a média é maior que a mediana e que o coeficiente de assimetria de Pearson dado por (momentos de 3ª ordem):

$$A = \frac{\sum (xi - \bar{x})^3}{S^3} (1)$$

é igual a 1,36; conclui-se que curva de freqüência é de assimetria fortemente negativa.

O Coeficiente de Variação, que mede a variação percentual do desvio padrão em relação à média dos transformadores de 5 kVA, atingiu o valor de 177,77%. Esse índice demonstra o alto nível de dispersão desses dados. O menor (e melhor) índice verificado foi dos transformadores de 37,5 kVA que foi de 51%. Mesmo este, sinaliza que melhorias podem ser implantadas no sentido de reduzir a alta dispersão verificada.

2.4.2. Gráficos

Ao clicar no botão **GRÁFICOS** do formulário "Relatórios" da Figura 02, será exibido o um novo formulário apresentando três opções de gráficos:

- Gráfico de barras;
- Gráfico de Dispersão;
- Box Plot;

O Gráfico de barras, apresentado pela Figura 11, poderá ser visualizado considerando todo o banco de dados ou apenas para os transformadores de uma determinada potência, a ser escolhida.

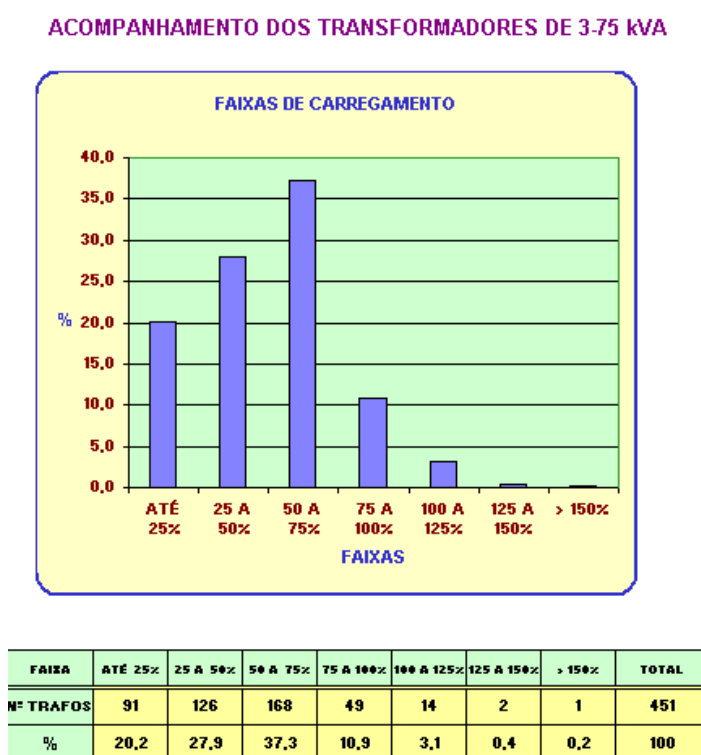


Figura 11

Este gráfico tem por objetivo apresentar, de uma forma visualmente fácil, a distribuição dos transformadores de acordo com o percentual do seu carregamento. A tabela, abaixo do gráfico, apresenta a quantidade de transformadores existentes em cada faixa e sua respectiva participação percentual do total de transformadores.

No gráfico apresentado (transformadores de 75 kVA) fica evidente o sub-dimensionamento dos transformadores. Apenas 03 transformadores estão com seu carregamento acima de 125%.

Uma aplicação prática das informações contidas nesse gráfico está na distribuição otimizada que se poderia fazer dos transformadores, isto é, utilizar transformadores de potência nominal menor no lugar dos transformadores de 75 kVA que estão com carregamento muito inferior ao carregamento nominal. A Figura 12 mostra que 91 transformadores estão com apenas 25% do carregamento nominal. Poderia-se, então, utilizar transformadores de 15 kVA. A diferença de preço do transformador de 75 kVA para o transformador de 15 kVA é de R\$2. 850,49. Ter-se-á, portanto, uma redução de R\$259.394,59.

Agindo de igual modo com os transformadores na faixa de 25 a 50% e de 50 a 75%, se teria uma redução total de R\$767. 055,31 no ativo imobilizado da empresa, somente atuando nos transformadores com potência nominal de 75 kVA e no Conjunto Considerado.

	NÚMERO DE TRAFOS	POTÊNCIA IDEAL	DIFERENÇA DE PREÇO (R\$)	TOTAL (R\$)
Até 25%	91	15 KVA	2.850,49	259.394,59
De 25 a 50%	126	30 KVA	2.260,08	284.770,08
De 50 a 75%	168	45 KVA	1.326,73	222.890,64
TOTAL	385	-	1.119,35	767.055,31

Figura 12

O Gráfico de dispersão, apresentado pela Figura 13 poderá também ser visualizado considerando todo o banco de dados ou apenas para os transformadores de uma determinada potência, a ser escolhida.

ACOMPANHAMENTO DOS TRANSFORMADORES DE 75 KVA

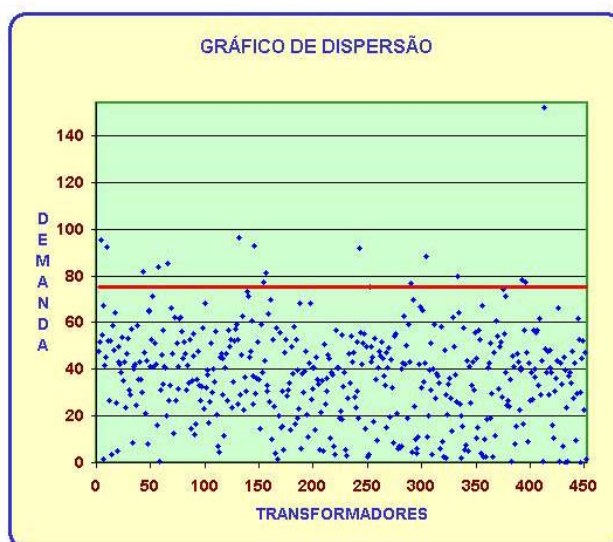


Figura 13

Este gráfico tem por objetivo apresentar, de uma forma visualmente fácil, a dispersão da demanda dos transformadores em relação à sua potência nominal, no caso, 75 kVA. Pode-se ver, com clareza, que os transformadores de 75 kVA estão concentrados, em relação à sua demanda, abaixo da potência nominal, que é 75 kVA. Mais uma vez recebe-se a informação que o Sistema está sub-utilizado.

Tem-se, ainda, a informação daqueles transformadores cujos dados são discrepantes dos demais. Eles são representados por aqueles pontos distantes e isolados dos demais pontos do gráfico. Sobre estes transformadores ações imediatas são necessárias.

O Gráfico Box plot dos transformadores contidos no banco de dados, está apresentado na Figura 14. Este gráfico não é original do EXCEL 7.0. Ele é construído através de macros do Visual Basic.

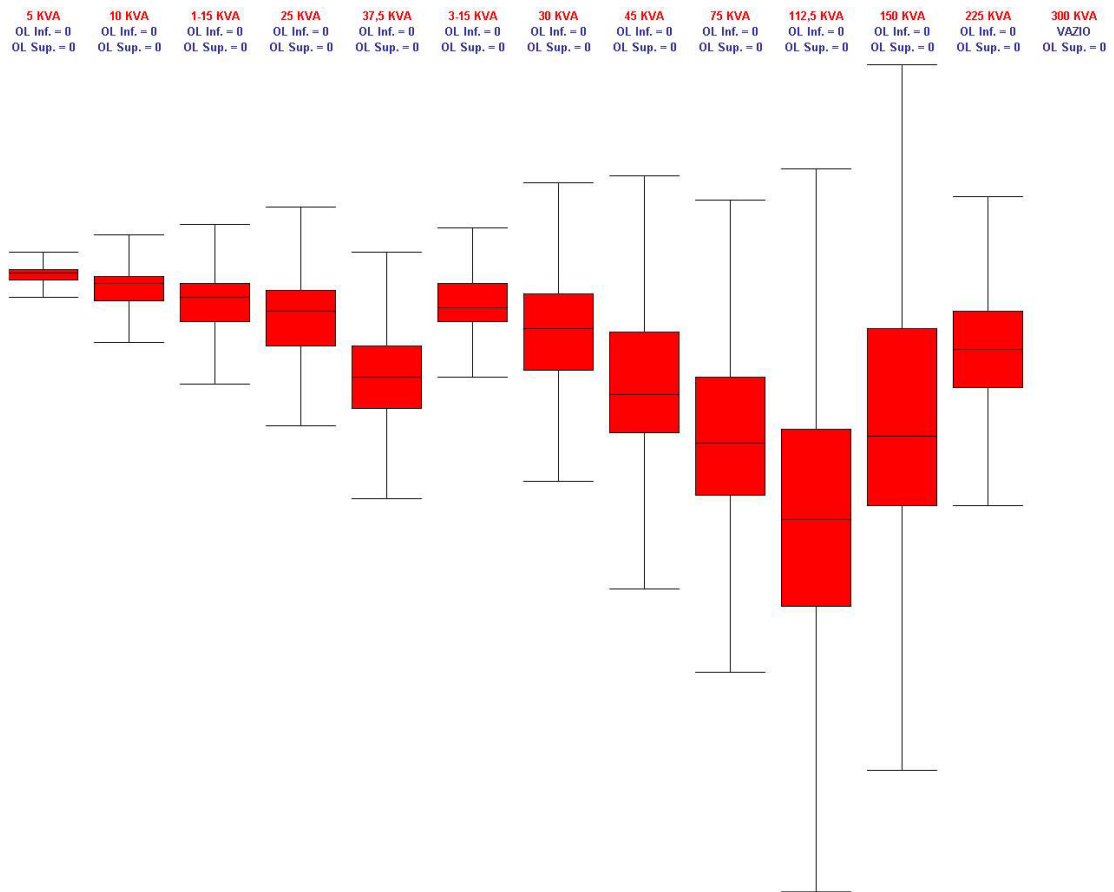


Figura 14

O Box plot, ou “caixa dos bigodes”, é um tipo de representação gráfica, na qual são realçadas algumas características da amostra. O conjunto dos valores da amostra compreendidos entre o 1º e o 3º QUARTIS, que será representado por Q1 e Q3 é representado por um retângulo (caixa) com a MEDIANA indicada por uma barra. A largura do retângulo não fornece nenhuma informação, pelo que pode ser qualquer. Em seguida temos duas linhas que unem os meios dos lados do retângulo aos extremos. Para obter esta representação, começa por se recolher da amostra, informação sobre cinco números, que são: os dois extremos (mínimo e máximo), a mediana e o 1º e 3º quartis.

O Box plot fornece as seguintes informações:

O tamanho total do gráfico, do extremo inferior ao extremo superior informa-nos sobre a amplitude dos dados amostrais. Quanto maior o comprimento das caudas (ou bigodes) do gráfico maior é a amplitude.

O comprimento da caixa passa a informação sobre a dispersão dos dados. Se a caixa é muito grande é porque os dados estão muito dispersos (nos 50% intermediários) e vice-versa.

O tamanho das caudas e da caixa passa, ainda, a informação sobre a curtose. Por exemplo, se o comprimento da caixa for pequeno e as caudas forem longas será um indicativo de que os dados estão mais concentrados e a curva será leptocúrtica, caso o comprimento da caixa for grande e as caudas forem curtas ter-se-á a informação que os dados estão mais dispersos e a curva será platicúrtica.

A barra existente dentro da caixa informa-nos sobre a posição da mediana. Tem-se, assim, a indicação sobre a concentração dos dados acima ou abaixo da linha central da distribuição.

A posição da barra central, que representa a mediana, indica, ainda, a assimetria dos dados. Quanto mais próxima do centro do retângulo a barra da mediana estiver mais simétrica será nossa curva. Caso a barra da mediana estiver do lado esquerdo do retângulo (próximo do 1º Quartil) teremos uma assimetria positiva e se estiver do lado direito, teremos uma assimetria negativa.

O ACAT calcula o valor adjacente inferior (AI) e o valor adjacente superior (AS), que são dados pela fórmula:

$$\begin{aligned} AI &= Q1 - 1,5 (Q3 - Q1) \\ AS &= Q3 + 1,5 (Q3 - Q1) \end{aligned} \quad (2)$$

onde: Q1 e Q3 são respectivamente o 1º e o 3º Quartil.

Aqueles valores que ficam abaixo do adjacente inferior ou acima do adjacente superior são chamados outliers. Esses outliers sinalizam a existência de alguma anormalidade, isto é, indica que o transformador está altamente sobrecarregado ou está altamente subcarregado. Esses transformadores devem ser analisados separadamente.

O ACAT registra a presença dos outliers e transcreve a quantidade existente de outliers superiores (acima dos extremo superior) e inferiores (abaixo dos extremo inferior) na linha imediatamente acima do gráfico construído.

2.4.3. Aplicação do ACAT por Área Geográfica

As análises feitas pelo ACAT apresentadas nos itens anteriores são referentes a todo o banco de dados do Conjunto Considerado. Entretanto, o interesse deste trabalho pode estar em analisar apenas os dados de um determinado município ou de um determinado bairro. Para isso, implementou-se no ACAT a opção de escolha de uma determinada área para o estudo.

O Sistema de gerenciamento da Rede Elétrica adotado pela CEMIG é geo-referenciado, isto é, cada componente da rede elétrica (postes, transformadores, chaves, etc) tem a sua posição física definida por coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator). De posse das coordenadas UTM do ponto em análise pode-se definir a sua posição no globo terrestre.

Possui-se, portanto, as coordenadas UTM de todos os transformadores. A partir daí, pode-se selecionar todos os transformadores que se encontram dentro de uma área pré-estabelecida e, assim, proceder às análises já mostradas anteriormente (Quadro Estatístico, Gráficos, etc).

3. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A velocidade que caracteriza os tempos modernos vem impondo às empresas um dinamismo muito grande no tocante às técnicas e ferramentas de trabalho. Os métodos convencionais de acompanhamento e controle, compostos de mapas, gráficos e painéis, confeccionados tradicionalmente em meios analógicos e calculados por meios manuais têm, necessariamente, que ser substituídos por modernos sistemas computacionais de gerenciamento. Nas grandes empresas, é gerado um volume considerável de dados nos sistemas internos de controle em seus diversos setores que, na maioria das vezes, se perdem no tempo, sem serem transformados em informações importantes para a tomada de decisões, por falta de uma ferramenta estatística adequada.

Foi com essa percepção que foi concebido o ACAT – Acompanhamento do Carregamento Admissível dos Transformadores. Existe uma gama de dados relativos aos transformadores de distribuição de energia elétrica, fornecidos por diversos sistemas corporativos de controle interno da CEMIG, que merecem ser agrupados e trabalhados para serem transformados em informações, até então desconhecidas.

Este trabalho compõe a monografia do autor com a qual recebeu o título de Especialista em Métodos estatísticos Computacionais pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF. A monografia recebeu a avaliação máxima.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 1 SPIEGEL, Murray Ralph. *Estatística – Coleção Schaum*. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1977.
- 2 FONSECA, Jairo Simon et al. *Estatística Aplicada*. São Paulo, Atlas, 1995.
- 3 FACEV – Faculdade de Ciências Econômicas de Vitória. Curso de Estatística On line. Endereço Eletrônico: <http://www.geocities.com/Paris/Rue/5045/2A0.HTM>.
- 4 ALEA – Ação Local de Estatística Aplicada. Noções de Estatística. Endereço Eletrônico: <http://alea-estp.ine.pt/html/nocoos/html/nocoos.html>.