

TESE

1074

A FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBA

*Análise Comparativa de Empresas de Distribuição
para o Estabelecimento de Metas de Desempenho para
Indicadores de Continuidade do Serviço de Distribuição*

José Eduardo Pinheiro Santos Tanure

ITAJUBA - Novembro

2000

ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE EMPRESAS
DE DISTRIBUIÇÃO PARA O
ESTABELECIMENTO DE METAS DE
DESEMPENHO PARA INDICADORES DE
CONTINUIDADE DO SERVIÇO DE
DISTRIBUIÇÃO**

Dissertação apresentada à Escola Federal de
Engenharia de Itajubá como parte dos
requisitos para a obtenção do grau de Mestre
em Ciências em Engenharia Elétrica

JOSÉ EDUARDO PINHEIRO SANTOS TANURE

Itajubá

Novembro

2000

ANÁLISE COMPARATIVA DE EMPRESAS DE DISTRIBUIÇÃO PARA O ESTABELECIMENTO DE METAS DE DESEMPENHO PARA INDICADORES DE CONTINUIDADE DO SERVIÇO DE DISTRIBUIÇÃO

Dissertação apresentada à Escola Federal de
Engenharia de Itajubá como parte dos
requisitos para a obtenção do grau de Mestre
em Ciências em Engenharia Elétrica

Área de Concentração :
Sistemas Elétricos de Potência

Orientador :
José Wanderley Marangon Lima

JOSÉ EDUARDO PINHEIRO SANTOS TANURE

Itajubá
Novembro
2000

AGRADECIMENTOS

A todos que durante a elaboração deste trabalho conviveram com minha inquietação, particularmente áqueles com quem trabalhei na ANEEL que sempre demonstraram uma confiança encorajadora.

Este trabalho teria sido bem mais árido sem a participação de José Francisco Moreira Pessanha e Eliane Bezerra de Carvalho.

A Afonso Henriques Moreira Santos pelo entusiasmo, a José Wanderley Marangon Lima pela confiança, a James Correia pelo estímulo.

A André Valente, Cláudio Ferreira, Ivan Marques de Toledo Camargo, Fernando Monteiro Figueiredo e Eduardo Sormanti Hassin pela contribuições durante as revisões.

A Gisa, Nanda e Lêu pela paciência.

ÍNDICE ANALÍTICO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
INTRODUÇÃO.....	8
CAPÍTULO I	11
INDICADORES DE CONTINUIDADE PARA O CONTROLE DE QUALIDADE EM SISTEMAS ELÉTRICOS.....	11
1.1 INTRODUÇÃO	11
1.2 HISTÓRICO DOS INDICADORES DE CONTINUIDADE DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO	12
1.2.1 Portaria DNAEE nº 046/78.....	12
1.2.2 Portaria DNAEE nº 163/93.....	16
1.2.3 – Contratos de Concessão.....	18
1.2.4 Resolução ANEEL nº 024/2000.....	18
1.3 – INDICADORES DE CONTINUIDADE CONSIDERADOS INTERNACIONALMENTE.....	25
1.3.1 – Chile.....	26
1.3.2 - Argentina	27
1.3.3 Inglaterra e País de Gales.....	28
1.3.4 - França	31
1.3.5 – Noruega.....	32
1.3.6 - A proposta da NYSEG dos Estados Unidos.....	33
1.3.7 - Bolívia.....	34
1.4 – CONCLUSÃO	35
CAPÍTULO II.....	37
ANÁLISE DE “CLUSTER”	37
2.1 INTRODUÇÃO	37
2.2 MEDIDAS DE SIMILARIDADE	40
2.2.1 Distância Euclidiana	41
2.2.2 Distância de Minkowski	41
2.2.3 Usando Medidas de Similaridade.....	41
2.3 - MÉTODO HIERÁRQUICO	43
2.3.1 - Menor distância entre elementos de clusters diferentes.....	45
2.3.2 - Maior distância entre elementos de clusters diferentes.....	48
2.3.3 - Distância média entre elementos de clusters diferentes.....	50
2.3.4 - Método de Ward.....	53
2.3.5 – Análise comparativa dos diversos métodos Hierárquicos	55
2.4 MÉTODO NÃO HIERÁRQUICO	56
2.4.1 – Dispersão intra-clusters e inter-clusters	57
2.4.2 – Algoritmo para formação de k clusters	59
2.4.3 – Definição do Número de Clusters a Serem Formados.....	62
2.5 NORMALIZAÇÃO DOS DADOS.....	65
2.6 COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS	67
2.7 – CONCLUSÃO	67
CAPÍTULO III	69
METODOLOGIA PROPOSTA	69
3.1 INTRODUÇÃO	69
3.2 – ABORDAGEM PROPOSTA	72
3.3 – ATRIBUTOS A SEREM CONSIDERADOS	76
3.4 – COMENTÁRIOS SOBRE O MÉTODO PROPOSTO.....	78

3.5 – METODOLOGIA PARA REGULAÇÃO POR DESEMPENHO	79
3.5.1 – <i>Yardstick Competition</i>	79
3.5.2 – <i>Benchmark</i>	80
3.6 – MÉTODO DE REGULAÇÃO DE DESEMPENHO A SER ADOTADO.....	81
3.7 – TEMPO DE TRANSIÇÃO.....	83
3.8 – CONCLUSÃO	84
CAPÍTULO IV.....	86
ESTUDO DE CASO.....	86
4.1 INTRODUÇÃO	86
4.2 ESTUDO DE CASO	87
4.2.1 – <i>Definição do número de clusters</i>	87
4.2.2 – <i>Análise do cluster 27</i>	102
4.2.3 – <i>Análise cluster 06</i>	108
4.2.4 – <i>Avaliação por empresa</i>	119
4.3 – CONCLUSÃO	124
CAPÍTULO V	126
CONCLUSÃO.....	126
5.1 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	126
5.2 – TEMAS PARA FUTUROS DESENVOLVIMENTOS	129
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
ANEXOS.....	134
ANEXO - A1.....	135
ANEXO – A2	138

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação Empresas e Atributos	42
Figura 2 – Critério de Menor Distância entre <i>Clusters</i>	45
Figura 3 – Dendograma usando critério de menor distância.....	47
Figura 4 - Critério de Maior Distância entre <i>Clusters</i>	48
Figura 5 – Dendograma Usando Critério de Maior Distância.....	50
Figura 6 – Critério de Distância Média entre <i>Clusters</i>	50
Figura 7 – Dendograma Considerando a Média entre Grupos.....	52
Figura 8 – Dendograma considerando o método de Ward	54
Figura 9 – DEC por empresa	70
Figura 10 – DEC por município.....	70
Figura 11 – Clusters formados dentro do universo analisado	75
Figura 12 – Posição de cada elemento no cluster	75
Figura 13 – <i>Yardstick Competition</i>	80
Figura 14 – <i>Benchmark</i>	81
Figura 15 – Metas para DEC e FEC.....	83
Figura 16 – Dispersão do DEC e FEC dos conjuntos informados	88
Figura 17 – Histograma da Área	89
Figura 18 – Histograma da Rede Primária	89
Figura 19 – Histograma da Potência Instalada	89
Figura 20 – Histograma do Número de Consumidores.....	89
Figura 21 – Histograma do Consumo Médio Mensal.....	89
Figura 22 – Histograma do DEC	90
Figura 23 – Histograma do FEC.....	90
Figura 24 – Dispersão entre as variáveis escolhidas.....	92
Figura 25 – Dispersão obtida após transformação logarítmica	93
Figura 26 – Dispersão intra-cluster para 2 cluster	95
Figura 27 – Dispersão intra-cluster para 10 clusters	95
Figura 28 – Dispersão intra-cluster para 20 clusters	95
Figura 29 – Dispersão intra-cluster para 30 clusters	95
Figura 30 – Dispersão intra-cluster	95
Figura 31 – Redução da dispersão intra-cluster com o aumento	96
Figura 32 – Caso 2 clusters	99
Figura 33 – Caso 10 clusters	99
Figura 34 – Caso 20 Clusters	99
Figura 35 – Caso 30 Clusters	99
Figura 36 – Caso 40 Clusters	100
Figura 37 – Histograma do número de conjuntos de unidades consumidoras por <i>cluster</i>	100
Figura 38 – Histograma das distâncias ao centróide do cluster 1	102
Figura 39 – Histograma das distâncias ao centróide do cluster 30	102
Figura 40 – DEC e FEC cluster 27.....	103
Figura 41 – Histograma do DEC - cluster 27	103
Figura 42 – Histogramas do FEC - cluster 27	103
Figura 43 – DEC x Distância Intra-cluster.....	106
Figura 44 – FEC x Distância Intra-cluster	106
Figura 45 – Dispersão dos DEC e FEC do <i>cluster</i> 06	109
Figura 46 – Dispersão do DEC em relação a distância intra-cluster	109
Figura 47 – Dispersão de FEC em relação a distância intra-cluster.....	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores máximos anuais de DEC e FEC.....	14
Tabela 2 – Valores máximos anuais de DIC e FIC.....	14
Tabela 3 – Indicadores propostos pelo grupo composto na Portaria DNAEE nº 163	16
Tabela 4 – Estratificação das Interrupções em Interrupções de Curta e Longa Duração. .17	
Tabela 5 – Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora com Tensão de Atendimento entre 69 e 230 kV	24
Tabela 6 – Valores Limites de Continuidade para Unidades Consumidoras com Tensão entre 1 e 69 kV	24
Tabela 7 – Valores Limites de Continuidade para Unidades Consumidoras com Tensão Inferior a 1 kV Situadas no Perímetro Urbano.....	24
Tabela 8 – Valores Limites de Continuidade para Unidades Consumidoras com Tensão Inferior a 1 kV Situadas fora do Perímetro Urbano	25
Tabela 9 – Metas Anuais de Evolução dos Indicadores Individuais	25
Tabela 10 - Exigências de continuidade no Chile (transitórias).....	27
Tabela 11 - Exigências de Continuidade para EDENOR e EDESUR, etapa 1	28
Tabela 12 - Exigências de Continuidade para EDENOR e EDESUR, etapa 2	28
Tabela 13 - Padrões Garantidos na Inglaterra e País de Gales.....	30
Tabela 14 - Padrões Globais na Inglaterra e País de Gales	30
Tabela 15 - Valores limites e objetivos da proposta NYSEG.....	33
Tabela 16 - Exigências de continuidade na Bolívia (Controle Semestral)	34
Tabela 17 – Atributos das empresas a serem analisadas	40
Tabela 18 – Matriz de Similaridade Aplicando-se a Distância Euclidiana.....	42
Tabela 19 – Menor Distância – Eliminação de Linhas e Colunas.....	45
Tabela 20 – Matriz de similaridade com primeira redução de linhas e colunas – Critério de menor distância.....	46
Tabela 21 – Elementos agrupados e níveis - Critério menor distância.....	47
Tabela 22 - Matriz de Similaridade com Primeira Redução de Linhas e Colunas – Critério de Maior Distância.....	49
Tabela 23 - Elementos agrupados e níveis - Critério maior distância	49
Tabela 24 – Matriz de similaridade com primeira redução de linhas e colunas – Critério de distância média.	51
Tabela 25 - Elementos agrupados e níveis - Critério distância média	52
Tabela 26 - Elementos agrupados e níveis – Método de Ward	54
Tabela 27 – Tabela comparativa entre os métodos hierárquicos.....	56
Tabela 28 - Escolha dos primeiros k centróides - Primeira iteração	60
Tabela 29 - Tabela de distâncias - Primeira iteração	60
Tabela 30 - Escolha dos novos k centróides - Segunda iteração	60
Tabela 31 - Tabela de distâncias - Segunda iteração.....	61
Tabela 32 - Escolha dos novos k centróides - Terceira iteração	61
Tabela 33 - Tabela de distâncias – Terceira iteração	61
Tabela 34 - Escolha dos novos k centróides - Quarta iteração.....	62
Tabela 35 - Tabela de distâncias – Quarta iteração	62
Tabela 36 - Dispersão total dos n elementos.....	63
Tabela 37 – Dispersão intra-clusters	64
Tabela 38 – Redução da dispersão com o aumento do número de clusters	64
Tabela 39 – Variação da dispersão com o aumento do número de clusters	64
Tabela 40 – Normalização dos atributos pelo valor máximo	66
Tabela 41 – Normalização dos atributos considerando a média e o desvio padrão.....	66
Tabela 42 – Dados estatísticos dos atributos considerados	88
Tabela 43 – Dados estatísticos dos desempenhos informados.....	90

Tabela 44 – Correlação Método de Pearson.....	91
Tabela 45- Número de elementos por cluster	94
Tabela 46 – Somatório das distâncias intra-cluster.....	96
Tabela 47 – Matriz de distância inter-cluster.....	97
Tabela 48 – Maior distância intra-cluster	97
Tabela 49 – Relação entre a maior distância inter-cluster e a maior distância intra-cluster	98
Tabela 50 – Centróides determinados	101
Tabela 51 – Resumo estatístico do Cluster 27	103
Tabela 52 – Coordenadas do centróide do cluster 27.....	103
Tabela 53 – Dados relativos ao <i>cluster</i> 27.....	104
Tabela 54 – Dados estatísticos <i>cluster</i> 27	106
Tabela 55 – Evolução das metas para o DEC.....	107
Tabela 56 – Evolução das metas para o FEC	108
Tabela 57 – Resumo estatístico <i>cluster</i> 06.....	109
Tabela 58 – Dados relativos ao centróide do <i>cluster</i> 06.....	110
Tabela 59 – Dados relativos ao <i>cluster</i> 06.....	110
Tabela 60 – Conjuntos de melhor desempenho quanto ao DEC.....	113
Tabela 61 – Conjuntos de melhor desempenho quanto ao FEC	113
Tabela 62 – Evolução das metas para o DEC.....	113
Tabela 63 – Evolução das metas para o FEC	116
Tabela 64 – Metas DEC e FEC para a CPFL.....	120
Tabela 65 – Evolução das metas para a CEMIG.....	121
Tabela 66 – Metas para ELETROPAULO.....	122
Tabela 67 – Evolução das metas para ENERGIPE.....	123

Resumo

Com a edição da Resolução ANEEL nº 024, de 27 de janeiro de 2000, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL estabeleceu um novo referencial no tratamento dos aspectos relativos à continuidade do atendimento aos consumidores finais de energia elétrica. Ao adotar a comparação entre as empresas como principal elemento para definição das metas de desempenho a serem praticadas, criou-se o ambiente necessário para que as empresas passem a buscar continuamente a evolução destes indicadores.

Este trabalho apresenta uma metodologia possível para o estabelecimento das metas de continuidade a serem cumpridas pelas concessionárias de distribuição. As metas a serem propostas para as empresas são fixadas para cada conjunto, sendo a meta global da empresa definida como uma média do desempenho dos conjuntos. Para a formação destes conjuntos, as empresas devem agrupar unidades consumidoras considerando sua capacidade de prover condições de atendimento homogêneas por área. Neste processo de agrupamento não devem ser considerados aspectos relativos à topologia do sistema elétrico existente.

Os conjuntos devem ser agrupados através de técnicas estatísticas exploratórias conhecidas como “cluster analysis”. Em geral, estas técnicas são utilizadas quando não se consegue escrever um conjunto de equações que permitam definir com exatidão os valores a serem assumidos por determinadas variáveis de um problema. Assim, com base nos valores assumidos por estas variáveis, sob certas condições de contorno, busca-se prever os valores possíveis de serem assumidos pelas mesmas com base numa análise estatística do seu comportamento em condições similares. Desta forma, poderão existir conjuntos de empresas diferentes, que apresentem níveis de qualidade diferenciados, sendo representados por um único elemento padrão, eventualmente fictício, definido com base em técnicas de *Benchmark e Yardstick Competition*.

A adoção da metodologia proposta pressupõe a necessidade de total transparência no tratamento dos dados relativos a DEC e FEC, uma vez que todas as empresas passam a ser diretamente interessadas nas informações prestadas pelas demais. Os desempenhos propostos para cada empresa passam a depender do desempenho das demais.

Abstract

Since the order ANEEL nº 024, at January 27, 2000, the Regulatory Agency (ANEEL) have established a new framework to deal with continuity indices which are applied to the end consumers of electrical energy. This framework which is based on yardstick competition has forced the distribution companies to continually search an improvement of such indices.

This work presents a methodology which encompasses the guidelines of the framework in establishing the quality targets to be followed by the distribution companies. These targets which are expressed by indices are proposed for each set of customers according to the region where they are located. The global target of the company is defined as the average of the indices for each set of customers. These sets are created considering the capacity of providing homogeneous supply conditions for a certain area. In this clustering process, the topological aspects of the existing electrical system is not taken into account. The sets are obtained based on the statistical tools known as cluster analysis. In general, these techniques are used when there is difficult to represent variables associated with the sets by mathematical equations. These tools can identify similarities among the elements which belong to one set or cluster and foresee possible values to be assumed by one representative element. Therefore, it is possible to see elements from different companies being represented by the same cluster. The continuity indices established by the regulatory board as the quality standards are then defined for each cluster. The definition of such indices follows some rules which varies according to the type of regulation. In this work, two types of incentive regulation are proposed: *Benchmark* and *Yardstick Regulation*. For both kind of regulation, there is a dynamics where the indices DEC and FEC depends on the performance of the companies altogether. As shown in this work, the distribution companies fight with each other in terms of performance creating an environment of a continuous increasing of quality standards.

Introdução

O novo cenário desenhado para o setor elétrico em todo mundo está baseado na desverticalização desta indústria, contemplando segmentos competitivos – geração e comercialização – e segmentos monopolistas – transmissão e distribuição. Esta separação considerada inviável até a década de 80, tornou-se possível devido a significativos avanços tecnológicos introduzidos nos sistemas de potência.

Nitidamente os dispositivos de controle, baseados em sofisticados sistemas eletrônicos, a introdução da eletrônica de potência e os avançados sistemas de monitoramento, supervisão e comunicação viabilizaram o tratamento da energia elétrica como mais uma “*commodity*”, a ser negociada em bolsas de valores.

Esta livre comercialização entre agentes produtores e consumidores deve ser viabilizada pelos dois segmentos monopolistas, transmissão e distribuição. Enquanto os avanços tecnológicos e econômicos não viabilizarem as transformações destes segmentos em concorrências, estas duas atividades deverão ser fortemente regulamentadas, na tentativa de que as mesmas sejam neutras em relação as transações econômicas entre produtores e comercializadores.

Apesar de neutros em relação à renda dos demais segmentos, as empresas que operam nestes setores monopolistas devem receber sinais econômicos para que operem no limite da sua eficácia, como ocorre nas empresas que atuam em ambiente de mercado.

Visando disciplinar a atuação das concessionárias de distribuição de energia elétrica, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL emitiu em 27 de janeiro de 2000 a Resolução 024, que trata dos indicadores de qualidade a serem cumpridos pelas empresas que atuam no segmento de distribuição. Esta resolução propõe o estabelecimento de metas de desempenho futuro para as empresas, com base em uma análise comparativa entre as mesmas.

Buscando oferecer alternativas para este tratamento comparativo, esta dissertação

propõe uma metodologia para análise comparativa entre regiões similares de empresas distribuidoras com vistas ao estabelecimento de metas de desempenho para indicadores de continuidade do serviço de distribuição, visando trazer para um campo mais objetivo a discussão do processo de melhoria contínua dos seus indicadores .

A metodologia proposta deve equacionar, responder ou permitir melhor analisar as seguintes questões sobre o assunto:

- ⇒ Os indicadores de continuidade estão sendo corretamente apurados ?
- ⇒ Os indicadores de continuidade sinalizam que as empresas operam no limite da capacidade produtiva ou tecnológica ?
- ⇒ Os sistemas elétricos estão sendo expandidos buscando a otimização do desempenho das redes de distribuição ?
- ⇒ Existem significativas discrepâncias nos indicadores de desempenho entre áreas que possuem características semelhantes?
- ⇒ É possível, a partir dos indicadores de continuidade e de alguns atributos descritores das redes e mercados, inferir sobre a gestão da qualidade dos serviços prestados, nos aspectos relativos à continuidade do serviço de distribuição ?

Buscando analisar e tentar responder, a estas questões, o estudo desenvolvido aponta uma possibilidade de abordagem para os problemas propostos, desenvolvendo um modelo de análise comparativa entre empresas distribuidoras.

A metodologia desenvolvida baseia-se em técnicas de agrupamentos, ou de formação de “*clusters*”, que permite identificar áreas geográficas com características técnicas, físicas e econômicas homogêneas, que, no entanto, podem apresentar padrões de desempenho diferenciados. Com base nestas diferenças de desempenho, podem ser identificados melhores padrões praticados pelos elementos agrupados em um mesmo “*cluster*” e tomando-o como referência, pode-se definir as metas de desempenho a serem adotadas para os demais elementos, com desempenhos inferiores.

Sendo esta uma nova abordagem para o problema, é feita, no trabalho, uma avaliação da metodologia proposta, comparando sua aplicação com as práticas adotadas em

decorrência das Portarias anteriores e dos mecanismos dispostos nos contratos de concessão já assinados.

Buscando atingir estes objetivos , esta dissertação foi dividida nos seguintes capítulos :

- I. Indicadores de Continuidade para Controle da Qualidade em Sistemas Elétricos;
- II. Técnicas de Agrupamento – “*Clusters*”;
- III. Metodologia Proposta;
- IV. Estudo de Caso;
- V. Conclusão.

No capítulo I é feita uma revisão dos regulamentos que tratam da continuidade dos serviços de distribuição no Brasil. São discutidos os resultados atingidos com estes regulamentos e as práticas adotadas pelas concessionárias de distribuição. Adicionalmente, é apresentado um levantamento das abordagens dadas aos indicadores de continuidade nos países onde o processo de desverticalização da indústria de eletricidade encontra-se mais avançado ou com maior tempo de implantação.

No capítulo II são apresentadas algumas técnicas de agrupamentos para a análise dos problemas que serão propostos no capítulo III, definindo-se aquela que será utilizada na metodologia adotada.

No capítulo III descreve-se, resumidamente, a metodologia proposta para determinação das referências de desempenho para os agrupamentos, e como determinar as metas de melhoria a serem adotadas pelos demais elementos do mesmo “cluster”.

O capítulo IV apresenta um estudo de caso com os dados de algumas concessionárias brasileiras.

Finalmente no capítulo V são apresentadas as conclusões sobre o trabalho realizado, e sugeridos novos desafios que deverão levar à evolução do método proposto.

CAPÍTULO I

Indicadores de Continuidade para o Controle de Qualidade em Sistemas Elétricos

1.1 Introdução

A avaliação da qualidade de desempenho das concessionárias de serviço público que atuam no setor elétrico é realizada a partir de três aspectos:

- Continuidade;
- Conformidade; e
- Atendimento Comercial.

Com estes aspectos controlados, garante-se a qualidade dos serviços de distribuição de energia elétrica.

A continuidade representa o grau de disponibilidade do serviço prestado pela concessionária e, em geral, está associada a indicadores de duração das interrupções, e a frequência com que estas interrupções ocorrem no sistema. Este trabalho irá focar os aspectos de continuidade do serviço de distribuição.

A conformidade representa a qualidade intrínseca do produto comercializado. Assim, para o setor elétrico, a conformidade descreve o grau de perfeição com que a onda de tensão é disponibilizada para os consumidores.

Para melhor caracterizar os fenômenos que contribuem para a deformação da onda de tensão, estes são divididos em fenômenos de curta e de longa duração. Não existe hoje consenso mundial sobre qual o limite de tempo que caracteriza um fenômeno como sendo de longa ou curta duração. Apesar disto, observa-se uma tendência mundial em

considerar fenômenos com menos de um minuto como de curta duração. No Brasil, a Resolução ANEEL nº 024/2000 adota este limite, 1 (um) minuto, estabelecendo indicadores associados a interrupções de longa duração.

Ainda com relação à conformidade, a regulamentação do setor elétrico brasileiro trata estes fenômenos em documentos legais diferentes. As variações de tensão de longa duração são objeto da Portaria DNAEE nº 047/78, enquanto os fenômenos de curta duração serão tratados nos Procedimentos de Rede de Transmissão e também nos Procedimentos de Distribuição, documentos que tratam das condições operacionais das transmissoras e distribuidoras, em fase de elaboração pela ANEEL.

Finalmente, em relação ao Atendimento Comercial são monitorados os aspectos referentes à relação comercial entre a empresa e seus consumidores. Assim, serão objeto deste controle os tempos de reposta às solicitações dos consumidores, a cortesia do atendimento, o grau de presteza nos serviços demandados pelos consumidores, etc.

1.2 Histórico dos Indicadores de Continuidade do Sistema Elétrico Brasileiro

A partir de 1978 com a edição da Portaria DNAEE nº 046/78 [1], o setor elétrico brasileiro inicia o processo de quantificação do desempenho das distribuidoras, em relação à continuidade do serviço prestado. Esta Portaria estabeleceu um conjunto de indicadores e padrões a serem cumpridos pelas concessionárias, porém, até o final da década de 90 não estava plenamente implantada e respeitada em todo país, existindo concessionárias distribuidoras de grande porte que não aplicavam a Portaria corretamente, ou não a aplicavam em toda sua área de concessão e, ainda, algumas empresas que, sequer, aplicavam.

1.2.1 Portaria DNAEE nº 046/78

Editada em 17 de abril de 1978, esta Portaria estabelece os valores máximos de duração e frequência das interrupções de fornecimento de energia elétrica para as concessionárias distribuidoras de energia elétrica.

A Portaria adota dois indicadores de grupo - DEC e FEC, e estabelece limites para desligamentos individuais, tanto em duração como em frequência. Os cálculos dos indicadores devem ser feitos de acordo com as seguintes expressões:

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^n Ca(i) \times t(i)}{Cs} \quad (1)$$

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^n Ca(i)}{Cs} \quad (2)$$

Onde:

- Ca(i) = Número de consumidores, do conjunto considerado, atingidos na interrupção (i);
- t(i) = Duração de cada evento (i), no período de apuração;
- i = Número de interrupções com durações superiores a 3 minutos, variando de 1 a n; e
- Cs = Número total de consumidores do conjunto considerado.

A tabela 1 apresenta os limites a serem cumpridos pelas distribuidoras com relação aos indicadores de grupo. Na tabela 2 encontram-se os limites máximos a serem observados pelas concessionárias quanto ao atendimento dos consumidores individualmente considerados. Cabe ressaltar que com relação aos indicadores coletivos, a Portaria estabelece o conceito de conjunto de consumidores vinculados a uma dada área física, o que corresponde a um subconjunto da área de concessão. Apenas para o caso dos consumidores atendidos em tensão igual ou superior a 69 kV a Portaria considera a possibilidade de tratá-los como um único conjunto, apesar de fisicamente estarem em áreas não contíguas dentro da mesma concessão. Esta é a única exceção ao controle com base geográfica feita na Portaria, uma vez que o outro controle previsto discrimina conjuntos atendidos por sistemas subterrâneos, o que ainda mantém o controle considerando a área física atendida.

Tabela 1 – Valores máximos anuais de DEC e FEC

Conjunto de Consumidores	DEC (Horas)	FEC (Interrupções)
Consumidores em tensão de transmissão ou subtransmissão.	15	25
Atendido por sistema subterrâneo com secundário reticulado.	15	20
Atendido por sistema subterrâneo com secundário radial.	20	25
Atendido por sistema aéreo, com mais de 50.000 consumidores.	30	45
Atendido por sistema aéreo, com número de consumidores entre 15.000 e 50.000.	40	50
Atendido por sistema aéreo, com número de consumidores entre 5.000 e 15.000.	50	60
Atendido por sistema aéreo, com número de consumidores entre 1.000 e 5.000.	70	70
Atendido por sistema aéreo, com menos de 1.000 consumidores.	120	90

Tabela 2 – Valores máximos anuais de DIC e FIC

Unidades Consumidoras	DIC	FIC
	(Horas)	(Interrupções)
Consumidores atendidos por sistema subterrâneo.	30	35
Consumidores atendidos em tensão de transmissão ou subtransmissão igual ou superior a 69 kV.	30	40
Consumidores atendidos em tensão de transmissão ou subtransmissão inferior a 69 kV ou em tensão primária de distribuição, cuja unidade de consumo não se situe em zona rural.	80	70
Consumidores atendidos em tensão secundária de distribuição e pertencentes a conjuntos com mais de 1000 (mil) consumidores, cuja unidade de consumo não se situe em zona rural.	100	80
Consumidores localizados em zona rural atendidos por sistema de distribuição, ou pertencente a qualquer conjunto com menos de 1000 (mil) consumidores.	150	120

1.2.1.1 Limitações da Portaria/DNAEE nº 046/78

A Portaria/DNAEE nº 046/78 não estabeleceu nenhum tipo de punição pelo não cumprimento dos padrões propostos. A única obrigação imposta à concessionária foi a determinação de que a empresa adequasse o padrão de atendimento nas áreas onde os

indicadores fossem violados, em um prazo de 180 dias. Adicionalmente, a falta de recursos do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE para acompanhar, detalhadamente, estes indicadores e os procedimentos de coleta dos mesmos, levaram o DNAEE a celebrar convênio com a ELETROBRÁS para coleta e divulgação destes indicadores. Considerando tratar-se de um ambiente onde a quase totalidade das empresas distribuidoras estavam em mãos dos governos estaduais, não havia uma distinção dos papéis de governo empreendedor e fiscalizador. Assim, os índices apurados durante o período que antecedeu a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL devem ser considerados com fortes restrições, cabendo entretanto, destacar o empenho de algumas distribuidoras em apurar corretamente estes indicadores, que eram utilizados como instrumentos de gerência do seu desempenho.

Adicionalmente, as concessionárias não utilizavam procedimentos isentos de erros para a coleta e tratamento dos indicadores de continuidade, resultando em índices apurados com baixa confiabilidade. Como exemplo, constatou-se a existência de conjuntos com elevado número de unidades consumidoras, que apresentavam valores nulos para os indicadores DEC e FEC para um período de três meses, significando fornecimento ininterrupto em conjuntos improváveis de se verificar tal fato.

Outra inconsistência observada era a existência de conjuntos atendidos por sistemas de distribuição deficientes, radiais e longos, apresentando valores apurados dos indicadores de continuidade melhores que conjuntos formados por grandes cidades que, em geral, são atendidas por sistemas elétricos com maior grau de confiabilidade, por serem supridas a partir de sistemas malhados, e conseqüentemente com maior flexibilidade operativa.

Por outro lado, os consumidores não conheciam e não reivindicavam seus direitos com relação ao padrão de qualidade do suprimento de energia elétrica. Neste cenário, os indicadores de qualidade apurados pouco contribuíam para uma sistemática melhoria nos padrões de atendimento.

1.2.2 Portaria DNAEE nº 163/93

Em 22 de março de 1993 o DNAEE edita a Portaria nº 163 constituindo um grupo de trabalho com o objetivo de ampliar a abrangência dos indicadores de qualidade, bem como ampliar o escopo destes indicadores. O grupo criado elaborou uma proposta de Modelo de Qualidade de Fornecimento de Energia Elétrica. Neste modelo foram introduzidos grandes avanços conceituais, sendo pela primeira vez estabelecido um vínculo entre os indicadores propostos para empresas do setor elétrico com a expectativa de atendimento por parte do consumidor. Neste trabalho propunha-se um índice de satisfação do consumidor com base em pesquisas de opinião.





Os indicadores propostos pelo grupo de trabalho para monitoração da continuidade das empresas distribuidoras foram:

Tabela 3 – Indicadores propostos pelo grupo composto na Portaria DNAEE nº 163

Indicadores	Fórmula	Descrição
Duração Equivalente de Interrupção por consumidor. – DEC	$DEC = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i * t_i)}{C_c}$	Tempo que, em média, cada consumidor do conjunto considerado ficou privado do fornecimento de energia elétrica, no período de observação.
Frequência Equivalente De Interrupção Por Consumidor – FEC	$FEC = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{C_c}$	Número de interrupções que, em média, cada consumidor do conjunto considerado sofreu, no período de observação.
Duração Equivalente De Interrupção Por Potência – DEP	$DEP = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i * t_i)}{P_c}$	Tempo que, em média, a potência do conjunto considerado ficou privada do fornecimento de energia elétrica, no período de observação.
Frequência Equivalente De Interrupção Por Potência – FEP	$FEP = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{P_c}$	Número de interrupções que, em média, a potência do conjunto considerado sofreu, no período de observação.

Além dos indicadores da tabela 3, propunha-se que as interrupções fossem também contabilizadas segundo a estratificação proposta na tabela 4:

Tabela 4 – Estratificação das Interrupções em Interrupções de Curta e Longa Duração.

INTER- RUPÇÕES	INTERVALO					
	ICD	ILD				
	0 a 1min 	1min a 1h 	1h a 2h 	...	≥ 8h 	TOTAL
Quantidade						

Onde:

n = número de interrupções de longa duração, ocorridas no período de observação, consideradas nos intervalos maiores ou iguais a 1 (um) minuto, exceto:

- decorrentes de racionamento de energia elétrica, determinado de acordo com a lei;
- de consumidor isolado, por defeito interno às suas instalações;

i = contador do número de interrupções, variando de 1 a n ;

C_i = número de consumidores do conjunto considerado, atingidos na interrupção i [quantidade];

t_i = tempo de duração da interrupção i [horas];

C_c = número total de consumidores do conjunto considerado [quantidade];

P_i = potência instalada do conjunto considerado, atingida na interrupção i [kVA];

P_c = potência total instalada no conjunto considerado [kVA];

ICD = interrupções de curta duração consideradas no intervalo menor do que 1 (um) minuto;

ILD = interrupções de longa duração consideradas nos intervalos maiores ou iguais a um minuto;

Observa-se que os indicadores DEC e FEC foram mantidos na proposta do grupo porém, refina-se a apuração dos mesmos que passam a contabilizar as interrupções a partir de 1 (um) minuto. Adicionalmente foram criados mais outros dois indicadores visando avaliar a potência interrompida por conjunto.

O grupo responsável pela implantação da Portaria nº 163 previa implantá-la em três etapas, mas, com a privatização que ocorreu no setor elétrico, sua implantação foi suspensa e sua conceituação revista.

1.2.3 – Contratos de Concessão

Com o início das privatizações das empresas distribuidoras de energia elétrica foram sendo assinados contratos de concessão entre o poder concedente e as distribuidoras. Inicialmente estes contratos previam apenas a observância das Portarias existentes, contudo, rapidamente percebeu-se a necessidade de implementação de novos parâmetros de controle e a necessidade de redução dos padrões previstos para os indicadores. Neste cenário, dois modelos de contratos diferenciam-se dos demais. Os contratos de concessão das empresas paulistas através de seu anexo de qualidade e os contratos de concessão assinados pela ANEEL durante o ano de 1999 também descritos nos seus anexos de qualidade.

Neste dois modelos de contrato, os aspectos relativos à qualidade encontram-se melhor equacionados, voltando-se para o estabelecimento de metas de melhoria dos indicadores de qualidade. No caso dos contratos assinados com as empresas paulistas cabe ressaltar o aprimoramento introduzido em vários aspectos relativos à qualidade do atendimento aos consumidores finais. No aspecto de continuidade estabeleceu-se uma implantação gradual de várias etapas e nelas considerou-se a fixação de metas para o desempenho das empresas. Estas metas eram tratadas com base no desempenho médio dos últimos três anos. A referência [20] é recomendada para obtenção de maiores detalhes.

1.2.4 Resolução ANEEL nº 024/2000

Visando padronizar a forma de apurar, tratar e informar os dados relativos à continuidade do serviço, em 27 de janeiro de 2000, a ANEEL editou a Resolução nº 024 que incorporou todos os avanços dos regulamentos e contratos assinados anteriormente.

Cabe ressaltar que a partir desta resolução ficam estabelecidas as condições para aplicação de análises comparativas entre as empresas distribuidoras, uma vez que os indicadores passam a ser apurados uniformemente por todas as concessionárias.

1.2.4.1 Indicadores de Continuidade do Serviço de Distribuição

A Resolução ANEEL nº 024/2000 trata de indicadores de caráter coletivo e individual. Os indicadores coletivos serão utilizados pela ANEEL para análise do desempenho das diversas concessionárias, enquanto que os indicadores individuais apontarão diretamente aos consumidores o padrão de desempenho da concessionária quanto à prestação do serviço adequado, uma vez que esses indicadores são aqueles efetivamente percebidos pelos mesmos. A resolução estabelece a obrigatoriedade das concessionárias informarem, nas contas de energia dos seus consumidores, os dados relativos aos indicadores, bem como, em caso de violação destes indicadores, o pagamento de multa aos usuários será automático.

1.2.4.2 Indicadores Coletivos

A Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora – DEC exprime o intervalo de tempo que, em média, cada unidade consumidora do conjunto considerado ficou privada do fornecimento de energia elétrica, no período de observação, considerando-se as interrupções iguais ou maiores a 1 (um) minuto.

A duração das interrupções está intimamente ligada aos meios humanos e materiais empregados para a recomposição e reparo da rede, bem como às facilidades existentes para se recuperar um sistema após cada interrupção (veículos, comunicação, qualificação do pessoal, possibilidade de recomposição/ automação, etc.).

A Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora – FEC exprime o número de interrupções que, em média, cada unidade consumidora do conjunto considerado sofreu no período de observação, considerando-se as interrupções iguais ou maiores a 1 (um) minuto.

A frequência das interrupções caracteriza a fragilidade do sistema frente ao meio

ambiente (causas externas) e a degradação do sistema por envelhecimento e/ou falta de manutenção adequada (causas internas), geralmente causas vinculadas ao nível de investimento no sistema elétrico da empresa.

As expressões utilizadas para apuração dos indicadores são, em essência, as mesmas utilizadas na Portaria DNAEE 046/78, porém com pequenos ajustes que contemplam a necessidade de sistemas de gerenciamento de rede para controle do sistema elétrico. Assim, na formulação matemática para apuração dos indicadores contempla-se a possibilidade de uma apuração individualizada e não mais por blocos de consumidores afetados por desligamentos.

Com a Resolução nº 024 introduz-se o termo unidade consumidora, dando à mesma a abrangência necessária para contemplar a existência de consumidores livres conforme previsto no artigo 15, da Lei nº 9074, de 7 de junho de 1995.

As expressões (3) e (4) apresentam as formulações para apuração dos indicadores, que diferem das expressões (1) e (2) apenas no denominador:

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^k Ca(i) \times t(i)}{Cc} \quad (3)$$

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^k Ca(i)}{Cc} \quad (4)$$

Onde:

- Ca(i) = Número de unidades consumidoras interrompidas em um evento (i), no período de apuração;
- t(i) = Duração de cada evento (i), no período de apuração;
- i = Índice de eventos ocorridos no sistema que provocam interrupções em uma ou mais unidades consumidoras;
- k = Número total de eventos no período considerado; e
- Cc = Número total de unidades consumidoras, do conjunto considerado, no final do período de apuração.



1.2.4.3 Indicadores individuais

A Duração de Interrupção por Unidade Consumidora – DIC exprime o intervalo de tempo que cada unidade consumidora, individualmente considerada, ficou privada do fornecimento de energia elétrica, no período de observação, considerando-se as interrupções iguais ou maiores a 1 (um) minuto.

A Frequência de Interrupção por Unidade Consumidora – FIC exprime o número de interrupções que cada unidade consumidora, individualmente considerada, sofreu no período de observação, considerando-se as interrupções iguais ou maiores a 1 (um) minuto.

As expressões (5) e (6) apresentam a formulação para apuração destes indicadores:

$$DIC = \sum_{i=1}^n t(i) \quad (5)$$

$$FIC = n \quad (6)$$

Onde:

- i = Índice de interrupções da unidade consumidora, no período de apuração, variando de 1 a n;
- n = Número de interrupções da unidade consumidora considerada, no período de apuração; e
- t(i) = Tempo de duração da interrupção (i) da unidade consumidora considerada, no período de apuração.

1.2.4.4 Intervalo de Observação

A Resolução ANEEL nº 024/2000 define interrupções de longa duração como aquelas que possuem duração maior ou igual a 1 (um) minuto. Desta forma, os indicadores individuais e coletivos deverão ser apurados de acordo com esta definição.

Entretanto, considerando-se que o histórico existente no setor elétrico está formado a partir de interrupções com durações maiores ou iguais a três minutos, a Resolução estabelece que até 2005 os indicadores serão apurados para três e um minuto, sendo

considerado para efeito de aplicação das disposições da resolução o tempo de três minutos.

No período de 2000 a 2005 será construído o histórico de desempenho com este novo intervalo de observação (um minuto) e, em 2005, as metas serão redefinidas considerando a correlação entre os desempenhos verificados para um e três minutos.

1.2.4.5. Principais mudanças introduzidas

A Resolução ANEEL nº 024/2000 estabelece um conjunto de determinações quanto à coleta dos dados e apuração dos indicadores visando a formação de uma base de dados confiável, cujos procedimentos homogêneos permitam um tratamento uniforme para todas as concessionárias brasileiras.

O estabelecimento de metas de desempenho a serem cumpridas pelas concessionárias, a cada período de revisão tarifária, representa a introdução de um novo parâmetro regulatório que deverá contribuir para a evolução do desempenho das concessionárias de distribuição.

Para o estabelecimento das metas de desempenho, a Resolução propõe três parâmetros a serem considerados: as metas já estabelecidas em alguns contratos de concessão, o histórico de desempenho das empresas e os padrões de continuidade resultantes da análise comparativa entre as empresas.

A Resolução introduziu ainda um novo indicador: a Duração Máxima de Interrupção Contínua por Unidade Consumidora – DMIC, que estimulará a empresa distribuidora a alocar de forma mais eficaz as equipes de manutenção em sua área de concessão. A adoção de estratégias gerenciais para minimizar os tempos de interrupções impactará os valores dos demais indicadores, que deverão ser reduzidos em decorrência desta nova obrigação.

Entendendo que a responsabilidade pelo adequado atendimento ao consumidor é da concessionária distribuidora, os indicadores apurados não serão segregados por origem da falha - geradores, transmissores ou distribuidores. Desta forma, a Resolução

estabelece a obrigatoriedade de apuração dos indicadores independente da causa, e determina a obrigatoriedade da compatibilização de indicadores de mesma natureza para as transmissoras e distribuidoras, ou seja, o ONS deverá apurar os indicadores de continuidade para a Rede Básica .

Finalmente, haverá maior transparência quanto ao controle do desempenho das empresas, uma vez que os valores apurados dos indicadores de continuidade constarão das faturas de energia elétrica, juntamente com os padrões a serem atendidos. O não atendimento aos padrões implicará em multa que será revertida na forma de crédito em favor do consumidor na própria fatura de energia do mês posterior à apuração. Assim, o estabelecimento de punições previstas na Resolução é orientado prioritariamente ao consumidor afetado pelos desligamentos.

No tocante aos aspectos de continuidade, antes da vigência da Resolução ANEEL nº 024/00, não existia o conceito de metas evolutivas, previamente definidas, para toda a área de concessão, que estabelecessem obrigatoriedade de melhoria nos padrões de atendimento, para todas as distribuidoras. Cabendo excetuar os contratos das empresas paulistas que incorporavam algumas metas de evolução para os indicadores de continuidade. De forma geral, as empresas deveriam apenas cumprir os padrões propostos pela Portaria DNAEE nº 046/78 transcritas nas tabelas 1 e 2 ou as médias de desempenho dos anos anteriores. Com este novo conceito de metas de evolução, a resolução introduz uma mecânica de duplo controle dos indicadores. As metas dos indicadores coletivos serão definidas com base em uma comparação de resultados entre empresas, enquanto os indicadores individuais serão definidos a partir de uma curva de distribuição de frequência acumulada de DIC e FIC, construída com base em parâmetros médios de diversos conjuntos diferentes, dentro da mesma área de concessão. Estes dois parâmetros estão vinculados por meio das tabelas 5, 6, 7 e 8. Estas tabelas vinculam DIC, FIC e DMIC máximo de cada consumidor aos DEC e FEC de cada conjunto.

A existência de uma tabela única com os indicadores de continuidade prevista na Portaria DNAEE nº 046/78 para todas as concessionárias distribuidoras de energia elétrica do país não incorporava as especificidades relativas às características regionais e de desempenho dos sistemas elétricos associados. Dessa forma, os estímulos para

melhoria dos indicadores não obedeciam a uma racionalidade econômica e técnica.

Tabela 5 – Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora com Tensão de Atendimento entre 69 e 230 kV

Faixa de Variação das Metas Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Faixa de Tensão Elétrica de Atendimento : 69 kV ≤ Tensão < 230 kV						
	DIC (horas)			DMIC (horas)	FIC (interrupções)		
	Anual	Trim.	Mensal		Anual	Trim.	Mensal
0 – 20	8	4	3	2	8	4	3
> 20 – 40	12	6	4	3	12	6	4
> 40	16	8	6	3	16	8	6

Tabela 6 – Valores Limites de Continuidade para Unidades Consumidoras com Tensão entre 1 e 69 kV

Faixa de Variação das Metas Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Faixa de Tensão Elétrica de Atendimento : 1 kV ≤ Tensão < 69 kV						
	DIC (horas)			DMIC (horas)	FIC (interrupções)		
	Anual	Trim.	Mensal		Anual	Trim.	Mensal
0 – 5	25	13	8	6	18	9	6
> 5 – 10	30	15	10	6	20	10	7
> 10 – 20	35	18	12	6	25	13	8
> 20 – 30	40	20	13	6	30	15	10
> 30 – 45	45	23	15	8	35	18	12
> 45 – 60	52	26	17	8	45	23	15
> 60	64	26	21	10	56	23	19

Tabela 7 – Valores Limites de Continuidade para Unidades Consumidoras com Tensão Inferior a 1 kV Situadas no Perímetro Urbano

Faixa de Variação das Metas Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Unidades consumidoras localizadas no perímetro urbano atendidas em tensão inferior a 1 kV ou localizadas fora do perímetro urbano com potência disponibilizada igual ou superior a 100 kVA						
	DIC (horas)			DMIC (horas)	FIC (interrupções)		
	Anual	Trim.	Mensal		Anual	Trim.	Mensal
0 – 5	40	20	13	6	25	13	8
> 5 – 10	50	25	17	6	30	15	10
> 10 – 20	55	28	19	8	35	18	12
> 20 – 30	65	32	22	8	40	20	13
> 30 – 45	75	32	25	10	50	25	17
> 45 – 60	80	32	27	10	56	26	19
> 60	80	32	27	12	64	26	22

Tabela 8 – Valores Limites de Continuidade para Unidades Consumidoras com Tensão Inferior a 1 kV Situadas fora do Perímetro Urbano

Faixa de Variação das Metas Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Unidades consumidoras localizadas fora do perímetro urbano com potência disponibilizada inferior a 100 kVA						
	DIC (horas)			DMIC (horas)	FIC (interrupções)		
	Anual	Trim.	Mensal		Anual	Trim.	Mensal
0 – 10	80	40	27	12	40	20	13
> 10 – 20	85	43	29	12	50	25	17
> 20 – 30	90	45	30	12	60	30	20
> 30 – 45	100	48	33	14	75	38	25
> 45 – 60	110	48	37	14	90	38	30
> 60 – 80	120	48	40	16	90	38	30
> 80	120	48	40	18	96	38	32

Considerando que as concessionárias não dispõem ainda dos dados necessários para a construção das curvas de distribuição de frequência acumulada das interrupções, a resolução propõe uma redução gradual dos indicadores até 2003 quando se exige a formação destas curvas. A tabela 9 apresenta os valores propostos na resolução:

Tabela 9 – Metas Anuais de Evolução dos Indicadores Individuais

Metas Anuais dos Indicadores de Continuidade Individuais						
Descrição do Sistema de Atendimento às Unidades Consumidoras	2000		2001		2002	
	DIC	FIC	DIC	FIC	DIC	FIC
Tensão ≤ 1kV situadas em zona rural	150	120	135	108	120	96
Tensão ≤ 1kV situadas em zona urbana	100	80	90	72	80	64
Sistema Aéreo com 1 kV < Tensão < 69 kV	80	70	72	63	64	56
Sistema Aéreo com 69 kV ≤ Tensão < 230 kV	30	40	24	32	24	24
Sistema Subterrâneo	16	8	14	6	12	4

1.3 – Indicadores de Continuidade Considerados Internacionalmente

Em todos os países que passaram por recentes reformas nos seus setores de energia elétrica existem indicadores que tratam dos aspectos relativos a continuidade do serviço.

A seguir serão apresentados alguns exemplos. Porém, cabe salientar que os indicadores não são calculados da mesma forma por todas as empresas em todos os países, o que dificulta uma análise comparativa entre os mesmos. Hoje, esta é uma das preocupações que envolvem as agências reguladoras em todo mundo, particularmente entre países vizinhos onde assimetrias de regulamentação podem representar vantagens comparativas em mercados cada vez mais abertos.

1.3.1 – Chile

Em 1982, o Chile foi o primeiro país a introduzir um mercado atacadista de energia elétrica, adotando um modelo concorrencial para o setor de geração de energia elétrica. A regulamentação setorial baseia-se na Lei nº 1 de 1982 (*Decreto con fuerza de Ley nº 1 de 1982, DFL Nº 1/1982*) que desverticalizou as atividades da indústria de energia elétrica e possibilitou o acesso das instalações de transmissão mediante pagamento de tarifas de acesso e uso proporcionais à potência transportada pela linha.

No Chile a distribuição de energia elétrica é um monopólio regulado pela *Comisión Nacional de Energía – CNE*, e sua remuneração está fundamentada em custos padrões e empresas modelos. Estas empresas modelos são utilizadas para estabelecimento de tarifas de referência para as distribuidoras existentes, eliminando-se, com isto, o repasse para as tarifas a serem praticadas de eventuais ineficiências existentes nas distribuidoras.

A qualidade do serviço de distribuição é controlada pelo regulamento da lei geral de serviços elétricos que considera a qualidade do serviço de energia elétrica uma característica inerente à atividade de distribuição.

A continuidade do serviço considera interrupções imprevistas e programadas maiores do que 3 minutos e é controlada usando índices globais baseados em potência – FEP e DEP- e transformadores – FET e DET - e índices individuais de duração – TIC - e número de interrupções –FIC - por consumidor. As exigências de continuidade são diferentes para os distintos segmentos tarifários - áreas típicas - considerados em lei. Na tabela 10 é apresentado um resumo das exigências em continuidade.

Tabela 10 - Exigências de continuidade no Chile (transitórias)

		Geral	Rural	Observações
DEC h/ano		Não é controlado		
DEP h/ano		13 – 18		Depende da área típica
DET h/ano		22 – 28		Depende da área típica
Horas individuais em 12 meses T_{ic}	BT	20 h/ano	20 – 30 h	Programadas e imprevistas
		12 h/12m		Programadas cada 12 meses
		8 h		Programadas contínuas
	MT	10 h	10 – 15 h	Programadas e imprevistas
		8 h/12m		Programadas cada 12 meses
		6 h		Programadas contínuas
FEC vezes/ano		Não é controlado		
FEP vezes/ano		3,5 – 5		Depende da área típica
FET vezes/ano		5 – 7		Depende da área típica
Frequência individual de interrupção em 12 meses F_{ic}	BT	22 int.	22 – 44 int.	Programadas e imprevistas
	MT	14 int.	14 – 26 int.	Programadas e imprevistas

1.3.2 - Argentina

O setor elétrico argentino tem sua regulamentação baseada na Lei nº 24.065 que considera a geração um segmento concorrencial, regulamentando a transmissão e a distribuição. O modelo de remuneração da distribuição é a regulamentação por *price cap* com ênfase na qualidade do serviço.

A continuidade do serviço de energia elétrica é regulamentada usando índices individuais e globais. Os valores exigidos para cada indicador são chamados níveis de referência e foram estabelecidos em etapas com exigências crescentes.

A regulamentação da continuidade do serviço tem sido estabelecida de forma gradual por meio de duas etapas, sub-etapas e um período preliminar. No período preliminar de 12 meses não existem multas, porque é um período para que as distribuidoras e o órgão regulador estabeleçam os mecanismos de controle da qualidade do sistema. Na etapa 1 (de 36 ou 48 meses, dependendo da empresa) o controle da continuidade é realizado mediante o uso de índices globais de sistema. A etapa 2 considera o controle da continuidade de cada cliente mediante índices individuais e penalidades para as distribuidoras que excedem os limites estabelecidos. O montante da multa é calculado segundo a energia e potência fornecidas em condições de qualidade do serviço deficiente e é em benefício dos clientes.

Para as distribuidoras do Buenos Aires, EDENOR, EDESUR, os limites estabelecidos para o controle da continuidade na etapa 1 são apresentados na tabela 11. O período de controle é semestral, mas para efeitos de comparação inclui-se o valor anual.

Tabela 11 - Exigências de Continuidade para EDENOR e EDESUR, etapa 1

Valores limites de falhas internas por semestre e ano na etapa 1						
Indicador	Sub etapa 1		Sub etapa 2		Sub etapa 3	
	Semestre	Anual	Semestre	Anual	Semestre	Anual
FET	3,0	6,0	2,5	5,0	2,2	4,4
DET	12,0	24,0	9,7	19,4	7,8	15,6
FEP	1,9	3,8	1,6	3,2	1,4	2,8
DEP	7,0	14,0	5,8	11,6	4,6	9,2

Para a etapa 2 são calculados índices individuais para o controle da continuidade. Os limites estabelecidos para EDENOR e EDESUR em Buenos Aires, são mostrados na tabela 12 onde distingue-se entre pequenas (P), médias (M) e grandes (G) demandas em baixa tensão. FET, DET, FEP e DEP similares aos indicadores adotados no Chile.

Tabela 12 - Exigências de Continuidade para EDENOR e EDESUR, etapa 2

Valores limites de falhas internas por semestre e ano na etapa 2								
Valores individuais	AT (V>66kV)		MT (V>1kV)		BT (V<1kV)			
	Semestre	Anual	Semestre	Anual	Semestre		Anual	
					P&M	G	P&M	G
Frequência	3	6	4	8	6	6	12	12
Tempo (h)	2	4	3	6	10	6	20	6

No caso em que a empresa distribuidora supera os limites estabelecidos nas tabelas 11 e/ou 12 para a continuidade, são aplicadas multas em favor dos consumidores afetados pelas interrupções. As penalidades são calculadas tomando-se como base a energia não suprida – ENS -, que é calculada de forma distinta para as etapas 1 e 2.

1.3.3 Inglaterra e País de Gales

A reestruturação do setor elétrico inglês começou em 1990, com a venda das geradoras, visando introduzir a concorrência. O órgão responsável pela geração e o planejamento da transmissão CEGB (*Central Electricity Generating Board*) foi dividido em três

empresas de geração e uma empresa de transmissão NGC (*National Grid Company*).

O mercado de distribuição inglês está em mãos de 12 empresas regionais de eletricidade REC (*Regional Electricity Company*). Cada REC opera em condições de monopólio na sua área de serviço, mas podem concorrer pelo fornecimento a grandes consumidores. Na Inglaterra e Gales o mercado cativo estava limitado aos consumidores menores do que 100kW (desde abril 1994), mas atualmente qualquer consumidor pode escolher seu fornecedor. A separação contábil é obrigatória entre o negócio de distribuição e a comercialização, sendo que a comercialização é um mercado competitivo e a distribuição um negócio regulado.

A qualidade do serviço elétrico não tem uma regulamentação específica, mas é controlada por meio de normas de planejamento e padrões garantidos de desempenho das distribuidoras.

O padrão Recomendações de Engenharia P.2/5 - *Engineering Recommendation P.2/5* - foi desenvolvido em 1978, quando as empresas eram de propriedade estatal. O objetivo das recomendações P.2/5 é estabelecer níveis normais de segurança do suprimento em redes de transmissão e distribuição. As P.2/5 foram incluídas nas licenças de operação das empresas distribuidoras visando estabelecer critérios adequados de planejamento e confiabilidade das redes de transmissão e distribuição. Por outro lado nas P.2/5 estabelecem-se a obrigatoriedade de informar os valores apurados dos índices de continuidade SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) e SAIDI (System Average Interruption Duration Index) – semelhantes ao FEC e DEC no Brasil - ao regulador. O regulador publica os índices de continuidade das empresas com o objetivo de estimular a competição entre as distribuidoras.

Os padrões de desempenho - *Standards of Performance* - foram introduzidos em 1991 e visam garantir um determinado nível de qualidade. Há duas classes de padrões, os padrões garantidos - *Guaranteed Standard* - que garantem o desempenho da distribuidora com cada cliente individual e os padrões globais - *Overall Standard* - que especificam valores mínimos globais de serviço da distribuidora.

Os padrões garantidos atingem 10 áreas do serviço de distribuição e são mostrados na tabela 13. Se a distribuidora não cumpre os padrões garantidos, é obrigada a realizar o

pagamento indicado na tabela como indenização pelo serviço prestado em condições deficientes.

Os padrões globais especificam o desempenho mínimo aceitável das distribuidoras em um período de 12 meses.

A tabela 14 apresenta os padrões globais no período 1993 - 1994. Ainda que não exista multa pelo não cumprimento dos padrões globais, estes possibilitam concorrência entre as distribuidoras e têm sido estabelecidos de maneira exigente, mas realista. Contudo os padrões globais e garantidos são permanentemente revisados, visando estabelecer o equilíbrio entre a disponibilidade de recursos e de novas soluções tecnológicas.

Tabela 13 - Padrões Garantidos na Inglaterra e País de Gales

Serviço	Nível de Desempenho	Indenização (libras)
Falha nos fusíveis da distribuidora	Até 4 horas desde o aviso do consumidor	20
Restabelecimento do serviço	Até 24 horas	40 residencial 100 não residencial Mais 20 por c/ 12h
Medidor e fornecimento	3 dias úteis cliente residencial 5 dias úteis não residencial	20
Orçamento	10 dias para trabalhos simples, 20 para outros	40
Aviso de interrupção	2 dias	20 residencial 40 não residencial
Reclamações pela tensão	Visita ou resposta dentro de 10 dias	20
Problemas de medidor	Visita ou resposta dentro de 10 dias	20
Perguntas de pagamentos e cobranças	Resposta definitiva em 10 dias úteis	20
Promessa ou visita acordada	Todas as visitas acordadas devem se cumprir	20
Pagamentos por padrões garantidos	O cliente deve ser avisado em até 10 dias úteis	20

Tabela 14 - Padrões Globais na Inglaterra e País de Gales

1	Percentual mínimo de carga que é restabelecida logo após uma falha dentro de 3 horas e dentro de 24 horas.
2	Percentual mínimo de problemas de tensão resolvidos dentro de 6 meses.
3	Percentual mínimo de novos clientes residenciais que são ligados a rede dentro de 30 dias úteis e de não residenciais dentro de 40 dias úteis.
4	Percentual mínimo de clientes que tem sido interrompidos por não pagamento e que são religados antes de três dias após o pagamento.
5	Visita para alocação do medidor quando tenha sido requerido pelo consumidor. Percentual mínima de casos em 15 dias úteis.
6	Troca de medidor quando necessário. Percentual mínimo de casos em 15 dias úteis.
7	Percentual mínimo de casos nos quais o faturamento é feito com leitura direta do medidor.
8	Porcentagem de respostas a reclamações de clientes em 10 dias úteis.
Observação: A definição exata dos padrões está estabelecida em um documento formal.	

O objetivo dos padrões globais e garantidos é estabelecer uma base de qualidade dos serviços que as distribuidoras fornecem.

1.3.4 - França

A reestruturação do setor elétrico não chegou ainda à França, onde a geração, transmissão e distribuição de eletricidade são monopólios da empresa estatal Electricité de France - EDF. Contudo, a EDF vem trabalhando no melhoramento da qualidade do serviço, especialmente nas áreas rurais, há vários anos. Neste sentido, a EDF tem implementado um contrato chamado EMERAUDE, que estabelece as condições de fornecimento aos clientes que adotam o contrato.

O contrato EMERAUDE regulamenta atributos de continuidade e conformidade para consumidores em MT e AT. Os limites estabelecidos são fixados de acordo com recomendações e normas internacionais, principalmente normas IEC. A empresa Electricité de France obriga-se ao pagamento de uma indenização caso os níveis de qualidade estabelecidos no contrato sejam violados.

Um aspecto interessante do contrato é o estabelecimento de valores objetivos de continuidade considerando interrupções de curtas e longas sobre os quais a EDF deve indenizar o consumidor, ressarcindo o prejuízo.

O contrato típico discrimina entre interrupções imprevistas e programadas. As interrupções programadas devem ser negociadas entre as partes, entretanto as imprevistas ficam claramente estabelecidas no contrato. Para as interrupções imprevistas, discrimina-se entre curta - duração menor do que 1 minuto - e longa - duração maior do que 1 minuto. Além disso, para clientes atendidos em tensões menores do que 63 kV consideram-se duas áreas. As áreas classe A são áreas com população maior do que 100.000 ou mais de 10MW de potência instalada; as áreas B são as demais áreas. Os limites estabelecidos para as interrupções longas nas áreas A são 5 interrupções ao ano, enquanto para as áreas B são 8 interrupções ao ano. Já para clientes em tensões maiores do que 63 kV o contrato estabelece um limite de 2 interrupções imprevistas longas ao ano. Contudo, os limites estabelecidos para as interrupções imprevistas de curta e longa duração têm mudado, passando de ano em ano a valores mais exigentes.

1.3.5 – Noruega

A Noruega iniciou o processo de reestruturação do setor elétrico em 1991, mas as empresas de energia elétrica não foram vendidas ao setor privado. As principais características da regulamentação do setor elétrico na Noruega são a existência de mercado competitivo em geração, liberdade para escolher fornecedor até o nível residencial e garantia de acesso ao sistema de transmissão e distribuição com tarifas reguladas.

A qualidade do serviço de eletricidade na Noruega é considerada parte do produto eletricidade e, portanto, existe liberdade para negociar as condições qualidade/preço do suprimento, especialmente porque todo consumidor tem direito a escolher de quem comprar sua energia.

A proposta de regulamentação da qualidade de energia elétrica considera basicamente o controle da continuidade, sendo suas principais características as seguintes:

- Só são compensados os clientes afetados diretamente pela interrupção;
- A compensação baseia-se na energia não suprida para as interrupções longas e na potência instalada para as interrupções de menos de 3 minutos. A energia não suprida é estimada com curvas de carga típicas, sendo o valor da compensação de 16 NOK/kWh (2US\$/kWh) e 8 NOK/kW (1 US\$/kW) para a potência;
- O valor total das compensações não pode ser maior do que 2% do faturamento anual da empresa. Um cliente não pode receber compensações maiores que 25% da fatura mensal; e
- As multas não são aplicadas em caso de força maior, mas ainda não está especificado o que é força maior.

O órgão regulador da Noruega tem proposto levar esta regulamentação da qualidade do fornecimento em 1999 a todos os serviços em níveis de tensão maiores do que 1kV, mas com algumas observações. A proposta considera estabelecer uma metodologia padrão para apurar a ENS, não levar em conta as interrupções de curta duração e responsabilizar o proprietário da rede quando a interrupção tenha origem nessas instalações. Também são consideradas multas e compensações que discriminam as interrupções programadas das imprevistas.

1.3.6 - A proposta da NYSEG dos Estados Unidos

NYSEG é a distribuidora de energia elétrica de Nova Iorque - *New York State Electric & Gas* - que há alguns anos tem feito uma proposta de regulamentação da continuidade e qualidade do atendimento comercial. A proposta da NYSEG não é um regulamento, mas é interessante por tratar-se de uma proposta da distribuidora ao regulador. As principais características da apresentação da NYSEG são:

- Controle de diversos índices de qualidade e relacionamento com pontos que atuam sobre a remuneração da distribuidora;
- Os pontos representam uma porcentagem da rentabilidade da empresa. Pontos positivos são incentivos e pontos negativos representam multas e compensações;
- Controla-se a continuidade e o atendimento comercial;
- A continuidade afeta a rentabilidade da empresa através de pontuação em até $\pm 5\%$;
- A qualidade do serviço comercial afeta a rentabilidade em até -20% ou $+10\%$;
- São usados os índices SAIFI e CAIDI para o controle da continuidade. A continuidade é discriminada por 12 áreas, dando, a cada uma, um valor limite e uma meta;
- Se a área tem índices de continuidade abaixo do limite implica ponto negativo;
- Áreas com índices entre o limite e a meta implica zero ponto; e
- Áreas com índices acima da meta implica ponto positivo.

Os valores estabelecidos como limites e metas são mostrados na tabela 15.

Tabela 15 - Valores limites e objetivos da proposta NYSEG

Índice	Valor limite	Metas
SAIFI (int./ano)	0,91 – 2,75 (depende da área)	0,63 – 2,5 (depende da área)
CAIDI (h)	1,3 – 2,5 (depende da área)	1,01 – 2,0 (depende da área)

1.3.7 - Bolívia

A regulamentação da qualidade da distribuição - *Reglamento de Calidad de Distribución* - especifica as condições em que o serviço de distribuição deve ser suprido. Estabelece que é responsabilidade da distribuidora oferecer o serviço de distribuição no nível de qualidade especificado no regulamento.

A implementação do regulamento é feita em quatro etapas com exigências crescentes. A última etapa começou em 1999 e estabelece os limites para os indicadores de frequência e tempo total de interrupções.

A continuidade é chamada de qualidade do serviço técnico e é controlada em períodos semestrais com índices globais e individuais, considerando apenas interrupções de origem interna ao sistema do distribuidor - programadas e imprevistas. Contudo, na apuração dos índices não são consideradas interrupções originadas por vandalismo ou ações terroristas.

Para quantificar a continuidade em BT são usados índices globais DEC e FEC, enquanto em MT são usados índices individuais. Os limites fixados no regulamento para a última etapa - *etapa de régime* - com controle semestral são como mostrados na tabela 16. Para fins de comparação com outras regulamentações incluem-se valores anuais.

Tabela 16 - Exigências de continuidade na Bolívia (Controle Semestral)

Nível de Tensão	Frequência (vezes)		Tempo (horas)		Nº consumidores	Observações
	Semestre	Anual	Semestre	Anual		
BT	10	20	8	16	> 100.000	FEC, DEC
BT	15	30	12	24	50.000 até 100.000	FEC, DEC
BT	20	40	20	40	10.000 até 50.000	FEC, DEC
BT	30	60	35	70	< 10.000	FEC, DEC
AT	3	6	6	12	Individual	
MT	7	14	14	28	Individual	

Caso sejam ultrapassados os limites da tabela 16, a distribuidora deve fazer um pagamento ao cliente por energia não suprida (ENS). A valorização da ENS para o

cálculo da compensação depende do nível de tensão e da etapa de implementação da regulamentação. Para a etapa de regime é 7 vezes o valor da energia no sistema interligado - Preço Básico de Energia. Para clientes em BT, a ENS é calculada de maneira equivalente ao caso argentino, mas com períodos semestrais e usando os índices DEC e FEC. Já no caso dos clientes em MT e AT, onde o tempo e a frequência são registrados individualmente, a ENS é calculada segundo:

$$ENS(kWh) = (T_C - T_{CA}) \cdot \frac{ETF}{(4380 - T_C)} \quad (6)$$

onde T_C é a soma do tempo em horas que o cliente ficou sem suprimento, T_{CA} é o valor limite de duração das interrupções de acordo a tabela 16. ETF é a energia total faturada ao cliente no período semestral de controle e 4380 é o número de horas considerado para o semestre de controle.

1.4 – Conclusão

Como pode ser visto, o tratamento da qualidade assume tratamentos diferenciados nos diversos países que adotaram controle mais rigorosos dos indicadores de qualidade. Existem diferentes formas de abordar o problema, porém, verifica-se que existe convergência quanto à importância do tratamento através de indicadores de duração e frequência dos desligamentos. É importante observar que, apesar da unanimidade com relação a importância de apuração destes indicadores, os mesmos são tratados de forma bastante diferenciada nos diversos países. A médio prazo, a consolidação das agências reguladoras em todo mundo concorrerá para padronizar ou mesmo para reduzir as diferenças no tratamento da qualidade nos diversos países.

Observa-se hoje que questões como limites de tempo para diferenciação dos fenômenos de curta e longa duração, expurgo dos valores apurados, em função das causas de desligamento, etc. permitirão estabelecer uma comparação entre o desempenho das diversas empresas em todo mundo. Cabe observar que a possibilidade de comparar o desempenho das diversas empresas, em diferentes países, possibilitará às agências reguladoras dispor de mais informações para analisar o desempenho das empresas

reguladas.

Para elaboração deste capítulo foram utilizadas mais intensamente as referências [2],[11] e [20] para pesquisa referente à qualidade no Brasil. Nas referências [12] e [18] pode-se encontrar material mais detalhado sobre o tratamento dos aspectos de qualidade nos diversos países.

Proprietariamente, em muitos campos de estudo, ocorreram situações que não poderiam ser analisadas utilizando-se técnicas que permitissem dividir o universo a ser analisado em subconjuntos, analisando características homogêneas dos elementos que compõem cada um desses subconjuntos. O termo "cluster analysis" foi utilizado pela primeira vez por Toyne, em 1939 e hoje compreende uma variedade de técnicas e algoritmos para classificação de dados ou elementos.

Os primeiros trabalhos que usaram alguns métodos de análise de dados datam do início do século, a exemplo de "On the way and places of classes in the system of parts of space" de H. Poincaré de 1901 e "General Intelligence Objectively Determined and Measured" de C. Spearman de 1904 [6]. Antes mesmo da disseminação do uso de computadores, estas análises já eram realizadas, porém em aplicações demandavam muito tempo para realização de grande número de cálculos repetitivos, o que tornava desestimulante a realização deste tipo de tratamento. A partir do final da década de 60, com a utilização crescente de computadores em todos os segmentos de atividade, viabilizou-se a análise de grandes conjuntos de dados em tempos cada vez menores, e os métodos foram sendo aperfeiçoados.

A análise estatística de dados iniciou tratando-se conjuntos pequenos de indivíduos e para estes conjuntos, analisava uma única característica ou variável. Esse abordagem tornou-se mais complexa à medida que se buscava identificar e quantificar cada vez mais, um maior número de características para cada indivíduo de conjunto estudado. Assim, a evolução da análise estatística multivariada permitiu que os estudos pudessem ser feitos considerando um grande número de variáveis para cada indivíduo.

Os métodos que tratam da análise de agrupamentos permitem uma verificação global

CAPÍTULO II

Análise de “Cluster”

2.1 Introdução

Freqüentemente, em muitos campos de estudo, ocorrem situações que são melhores analisadas utilizando-se técnicas que permitem dividir o universo a ser analisado em subconjuntos, considerando características homogêneas dos elementos que compõem cada um destes subconjuntos. O termo “*cluster analysis*” foi utilizado pela primeira vez por Tryon, em 1939 e hoje compreende um conjunto de técnicas e algoritmos para classificação de dados ou elementos.

Os primeiros trabalhos que tratam destes métodos de análise de dados datam do início do século, a exemplo de “On line and planes of closest fit to system of points in space” de K Pearson de 1901 e “General Intelligence Objectively Determined and Measured” de C. Spearman de 1904 [4]. Antes mesmo da disseminação do uso de computadores, estas análises já eram realizadas, porém sua aplicação demandava muito tempo para realização do grande número de cálculos envolvidos, o que tornava desestimulante a realização deste tipo de tratamento. A partir do final da década de 60, com a utilização crescente de computadores em todos os segmentos de atividade, viabilizou-se a análise de massas consideráveis de dados em tempos cada vez menores, e estes métodos foram sendo aperfeiçoados.

A análise estatística de dados iniciou tratando conjuntos pequenos de indivíduos e para estes conjuntos, analisava uma única característica ou variável. Esta abordagem tornou-se mais complexa à medida que se buscava identificar e quantificar, cada vez mais, um maior número de características para cada indivíduo do conjunto estudado. Assim, a evolução da análise estatística multivariada permitiu que os estudos pudessem ser feitos considerando um grande número de variáveis para cada indivíduo.

Os métodos que tratam da análise de agrupamentos permitem uma verificação global

das variáveis definidas para cada elemento da população a ser estudada, evidenciando para este universo as características de similaridade dos seus elementos.

As técnicas mais freqüentemente utilizadas fazem uso de espaços geométricos como recurso para suas formulações básicas, pois ao mesmo tempo que permitem uma análise objetiva das variáveis envolvidas, possibilita, em muitos casos, visualizações dos agrupamentos criados. Isto permite otimizar os estudos a serem realizados uma vez que poderão ser geradas um menor número de hipóteses a serem testadas para solução dos problemas.

Estas idéias encontram aplicação em muitos campos de pesquisa, sendo particularmente úteis em estudos para a identificação de atributos associáveis a cada grupo ou subconjunto de uma população, que podem provocar reações a um ou mais estímulos. Estas análises são freqüentemente utilizadas na medicina para avaliar fatores de risco de doenças, eficácia de condutas terapêuticas, etc. Outro exemplo de aplicação é a avaliação do desempenho esperado que um novo produto, a ser lançado, pode ter, sabendo-se qual o tamanho e as preferências do seu mercado potencial. Análises similares também dão suporte a uma grande variedade de aplicações nas áreas de finanças e seguros.

As técnicas de abordagens multivariada foram ganhando aplicações crescentes em muitas áreas de conhecimento como biologia, física, engenharia, administração, etc, sendo hoje uma poderosa ferramenta de pesquisa. Nas últimas décadas tem sido crescente a evolução, aceitação e uso das técnicas que fazem inferências sobre reconhecimento de padrões. Às análises estatísticas juntam-se as técnicas de utilização de Redes Neurais [22], bem como o conjunto de técnicas de análise de sistemas dinâmicos não-lineares cujos objetos são os sistemas caóticos e análise de fractais. Nestes segmentos, o reconhecimento de padrões de comportamento dos sistemas é fundamental e permite realizar inferências sobre sistemas cujo estado exato, em um momento determinado, é imprevisível. Este segmento da matemática é mais voltado para aspectos relacionais e qualitativos [13],[14].

Em sistemas elétricos, torna-se cada vez mais freqüente a análise de redes com base em tratamentos estatísticos. Estas análises partem da idéia de agrupar as redes existentes,

construindo-se redes modelos ou redes típicas, nas quais serão feitos estudos detalhados. Os resultados obtidos serão então generalizados para todas as redes existentes. Um exemplo típico deste tipo de aplicação é o Sistema de Planejamento Agregado de Investimento - SISPAI desenvolvido pela Universidade de São Paulo – USP que faz uso dos conceitos de agrupamentos de alimentadores em famílias de redes, a partir das quais são realizados estudos para determinação dos investimentos necessários para expansão das redes existentes. Este sistema de análise, originalmente concebido na Electricité de France – EDF, está sendo hoje amplamente utilizado pelas empresas componentes da Associação Brasileira de Empresas Distribuidoras de Energia Elétrica – ABRADEE [10].

Nesta dissertação são analisados os métodos de classificação estatística cuja ciência chama-se taxionomia ou tipologia e que objetiva agrupar indivíduos em um número restrito de classes homogêneas; tais classes ou conjuntos são, neste texto, chamados de *clusters*.

Cada *cluster* representa o agrupamento de elementos semelhantes, com base em um conjunto de variáveis descritivas de cada um destes elementos. Desta forma, para cada elemento do universo considerado, devem ser conhecidos os atributos a partir dos quais se pretende realizar o processo de classificação. Nas análises de *clusters* que serão tratados neste trabalho busca-se apenas classificar elementos de um universo, com base em um conjunto de variáveis. Com isto, a escolha das variáveis é o ponto crítico desta técnica de análise; tais variáveis são genericamente chamadas, neste texto, de atributos.

No processo de formação dos *clusters*, os métodos a serem utilizados deverão classificar em um mesmo *cluster* elementos com o maior grau possível de homogeneidade e entre os *clusters* deverá haver o maior grau de heterogeneidade possível.

São descritos, neste capítulo, os dois métodos de classificação formal, sistematizados por meio de algoritmos matemáticos, desconsiderando métodos subjetivos que dependem fundamentalmente da sensibilidade de quem faz a análise dos dados. Os métodos são denominados de hierárquico e não hierárquico.

O método não hierárquico permite formar um número pré-definido de *clusters* enquanto

o hierárquico, a partir de uma seqüência de sucessivos agrupamentos, permite classificar todo universo analisado em um número crescente ou decrescente de *clusters*.

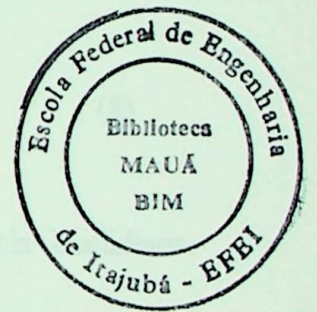
Os dados são analisados considerando as distâncias entre os elementos ou, em outras palavras, as similaridades dos n indivíduos.

Para exemplificar são considerados neste capítulo os dados hipotéticos da tabela 17, onde 10 empresas A,B,C,D, E, F,G,H, I e J são descritas segundo seus atributos r , s e t .

A escolha destes atributos deve levar em conta quais os aspectos mais relevantes para o que se pretende analisar.

Tabela 17 – Atributos das empresas a serem analisadas

Empresas	Atributo r	Atributo s	Atributo t
A	1000	900	50
B	900	1000	80
C	800	600	60
D	1050	890	45
E	600	800	46
F	500	400	23
G	650	700	45
H	1250	50	10
I	730	400	78
J	800	1200	56



2.2 Medidas de Similaridade

O primeiro passo para identificar os agrupamentos a serem formados na análise de *clusters* é o estabelecimento de medidas de proximidade ou similaridades dos elementos que compõem a amostra em estudo.

Tomando-se os valores de cada um dos n atributos como coordenadas n -dimensionais

de cada ponto, pode-se construir uma matriz de similaridade de cada elemento em relação aos demais. Para determinar as distâncias entre os elementos, pode-se usar diversos critérios de avaliação de similaridade sendo a distância Euclidiana a mais freqüentemente utilizada. Outro exemplo de medida de similaridade é a distância de Minkowski.

2.2.1 Distância Euclidiana

Este é o método mais comumente empregado, cuja distância entre dois pontos é definida como:

$$D(x, y) = \sqrt{[(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2]} \quad (7)$$

2.2.2 Distância de Minkowski

Outra formulação para a determinação da similaridade entre dois elementos é a medida de Minkowski definida como:

$$D(x, y) = \sqrt[m]{\sum |x_i - y_i|^m} \quad (8)$$

Vale observar que, para $m = 2$, esta formulação reproduz a distância Euclidiana. Variando-se m , altera-se o peso atribuído às distâncias consideradas.

2.2.3 Usando Medidas de Similaridade

A figura 1 apresenta os dados coletados na tabela 17 considerando-se todos os atributos, ou seja r , s e t .

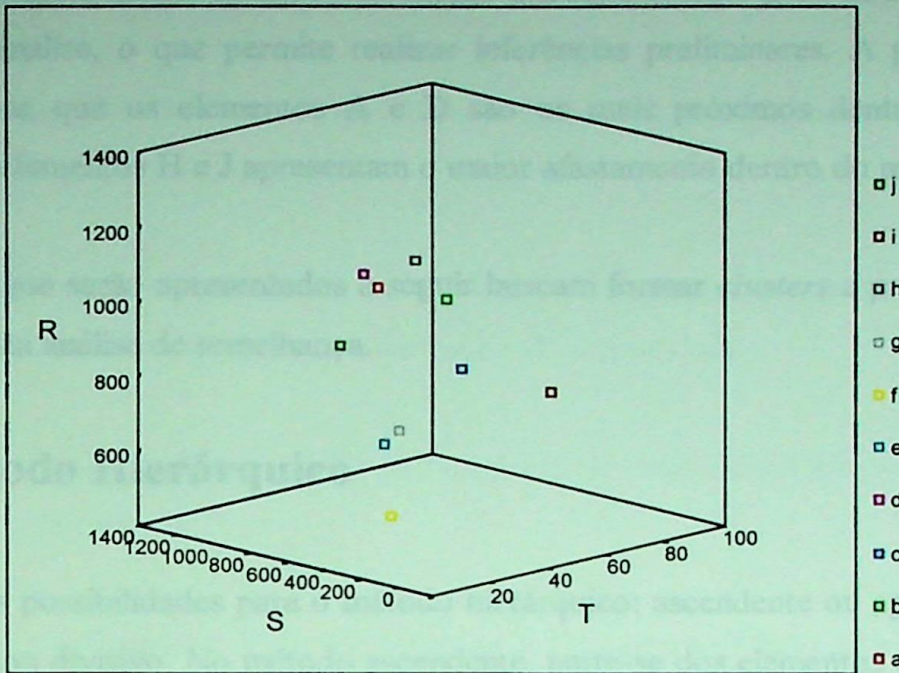


Figura 1 – Relação Empresas e Atributos

Aplicando-se a distância Euclidiana para o cálculo dos coeficientes de proximidade dos elementos, obtém-se:

$$d_{AB} = ((1000-900)^2 + (900-1000)^2 + (50-80)^2)^{1/2} = 144,57$$

$$d_{AC} = ((1000-800)^2 + (900-600)^2 + (50-60)^2)^{1/2} = 360,69$$

$$d_{IJ} = ((730-800)^2 + (400-1200)^2 + (78-56)^2)^{1/2} = 803,36$$

Repetindo-se o processo para cada par de elementos pode-se construir a matriz de similaridade apresentada na tabela 18.

Tabela 18 – Matriz de Similaridade Aplicando-se a Distância Euclidiana

Caso	1:a	2:b	3:c	4:d	5:e	6:f	7:g	8:h	9:i	10:j
1:a		144,57	360,69	51,23	412,33	707,62	403,14	886,90	568,93	360,61
2:b	144,57		412,80	189,27	362,15	723,36	392,08	1.014,84	623,62	224,89
3:c	360,69	412,80		383,18	283,19	362,45	180,90	712,39	212,66	600,01
4:d	51,23	189,27	383,18		458,91	736,94	442,83	864,19	586,16	398,40
5:e	412,33	362,15	283,19	458,91		412,95	111,81	993,12	421,81	447,33
6:f	707,62	723,36	362,45	736,94	412,95		336,13	827,75	236,48	855,04
7:g	403,14	392,08	180,90	442,83	111,81	336,13		885,28	312,23	522,13
8:h	886,90	1.014,84	712,39	864,19	993,12	827,75	885,28		630,50	1.235,77
9:i	568,93	623,62	212,66	586,16	421,81	236,48	312,23	630,50		803,36
10:j	360,61	224,89	600,01	398,40	447,33	855,04	522,13	1.235,77	803,36	

A construção desta matriz fornece informação imediata sobre o grau de similaridade dos objetos em análise, o que permite realizar inferências preliminares. A partir da tabela 18, observa-se que os elementos A e D são os mais próximos dentro da amostra, enquanto os elementos H e J apresentam o maior afastamento dentro do mesmo grupo.

Os métodos que serão apresentados a seguir buscam formar *clusters* a partir da amostra com base nesta análise de semelhança.

2.3 - Método Hierárquico

Existem duas possibilidades para o método hierárquico: ascendente ou aglomerativo e o descendente ou divisivo. No método ascendente, parte-se dos elementos considerados, a partir dos quais será construída uma agregação crescente até que todos os objetos sejam alocados em um único *cluster*. No método descendente, segue-se o sentido inverso, partindo-se do dado mais agregado, promove-se, passo a passo, uma desagregação dos seus elementos. Apresenta-se, a seguir, apenas o método ascendente, por ser o mais freqüentemente utilizado, sendo muito similar ao descendente.

O método hierárquico ascendente consiste em construir uma série de agregações de k *clusters*, promovendo-se, em cada passo, a agregação de um dos elementos anteriores. Desta forma partindo-se de uma população de n elementos ou objetos tem-se no primeiro passo k *clusters* onde cada elemento corresponde a um *cluster*, logo $k = n$. No segundo passo obtém-se $k-1$, no terceiro $k-2$ e assim sucessivamente até que todos os elementos tenham sido agrupados. Considerando-se que o primeiro passo e o último não se caracterizam como *cluster* deverão ser determinados $n-2$ *clusters* para uma análise de n elementos.

Costuma-se representar este método de agregação por uma figura semelhante a um organograma empresarial denominado Dendograma.

Com base nos elementos apresentados na tabela 18, observa-se que os elementos mais próximos são: A e D cuja distância é 51,23. Estes elementos devem ser agrupados em um único *cluster* passando-se a contar com $n-1$ *clusters*. No próximo passo consideram-

se os elementos A e D como um único *cluster*, e repete-se o processo.

A seqüência abaixo apresenta o algoritmo utilizado para implementação do método hierárquico.

Passo 1 – Considerando-se cada elemento com um *cluster* inicia-se o processo calculando os elementos da matriz de similaridade

Passo 2 – Identifica-se quais os elementos de menor distância dentro da matriz calculada no Passo 1.

Passo 3 – Cria-se o novo elemento na matriz considerando-se a união dos dois elementos mais próximos identificados no passo anterior. Atualiza-se a matriz de distâncias eliminando-se a linha e coluna correspondentes aos *clusters* agrupados e adicionando-se uma nova coluna e linha para o novo *cluster* formado, considerando as distâncias para os *clusters* remanescentes.

Passo 4 – Repete-se os passos 2 e 3 até que todos os elementos estejam agrupados, o que deve ocorrer em $n-1$ iterações. Deve-se guardar a seqüência e o nível em que se deu cada agregação.

Para implementação deste método é necessário definir um critério para estabelecer qual a distância entre *clusters* agrupados e os remanescentes, quando se processa a redução da matriz de similaridade. Surgem, então, algumas possibilidades de agrupamento, sendo as mais utilizadas:

1. Menor distância entre elementos de *clusters* diferentes;
2. Maior distância entre elementos de *clusters* diferentes; e
3. Distância média entre elementos de *clusters* diferentes;

Com base na matriz de similaridade apresentada na tabela 18 demonstra-se algumas iterações para o algoritmo apresentado, considerando cada um dos métodos de determinação de distância.

2.3.1 - Menor distância entre elementos de *clusters* diferentes.

Este critério considera como distância entre o novo *cluster* formado e os remanescentes a menor distância entre um par de elementos de *clusters* diferentes, considerando-se todos os *clusters* formados. A figura 2 ilustra o critério.

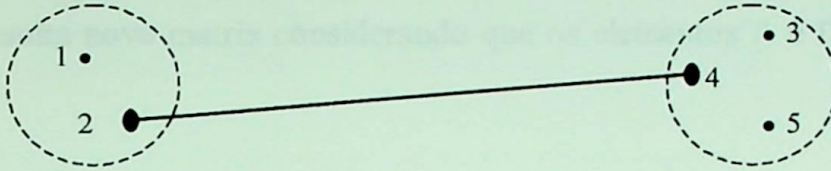


Figura 2 – Critério de Menor Distância entre *Clusters*

Agrupando-se os elementos A e D, a distância entre o novo *cluster* AD e os elementos remanescentes R obtêm-se considerando:

$$D_{(AD)R} = \min (d_{AR}, d_{DR}) \quad (9)$$

Identificando-se na tabela 18 as linhas e colunas a serem eliminadas tem-se:

Tabela 19 – Menor Distância – Eliminação de Linhas e Colunas

Caso	1:a	2:b	3:c	4:d	5:e	6:f	7:g	8:h	9:i	10:j
1:a		144,57	360,69	51,23	412,33	707,62	403,14	886,90	568,93	360,61
2:b	144,57		412,80	189,27	362,15	723,36	392,08	1.014,84	623,62	224,89
3:c	360,69	412,80		383,18	283,19	362,45	180,90	712,39	212,66	600,01
4:d	51,23	189,27	383,18		458,91	736,94	442,83	864,19	586,16	398,40
5:e	412,33	362,15	283,19	458,91		412,95	111,81	993,12	421,81	447,33
6:f	707,62	723,36	362,45	736,94	412,95		336,13	827,75	236,48	855,04
7:g	403,14	392,08	180,90	442,83	111,81	336,13		885,28	312,23	522,13
8:h	886,90	1.014,84	712,39	864,19	993,12	827,75	885,28		630,50	1.235,77
9:i	568,93	623,62	212,66	586,16	421,81	236,48	312,23	630,50		803,36
10:j	360,61	224,89	600,01	398,40	447,33	855,04	522,13	1.235,77	803,36	

Na tabela 19 são eliminadas as linhas 1 e 4 e as colunas 1 e 4 correspondentes aos elementos A e D, elementos que apresentam a menor distância entre si, isto é, 51,23.

Para esta eliminação, as distâncias entre o novo *cluster* AD e os *clusters* remanescentes são:

$$d_{(AD)B} = \min (d_{AB}, d_{DB}) = 144,57$$

$$d_{(AD)G} = \min (d_{AG}, d_{DG}) = 403,14$$

$$d_{(AD)C} = \min (d_{AC}, d_{DC}) = 360,69$$

$$d_{(AD)H} = \min (d_{AH}, d_{DH}) = 864,19$$

$$d_{(AD)E} = \min (d_{AE}, d_{DE}) = 412,33$$

$$d_{(AD)I} = \min (d_{AI}, d_{DI}) = 568,93$$

$$d_{(AD)F} = \min (d_{AF}, d_{DF}) = 707,62$$

$$d_{(AD)J} = \min (d_{AJ}, d_{DJ}) = 360,61$$

Desta redução resulta nova matriz considerando que os elementos A e D formaram um novo *cluster*.

Sendo simétrica, na matriz de similaridade são representados somente os elementos da diagonal inferior. A tabela 20 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 20 – Matriz de similaridade com primeira redução de linhas e colunas – Critério de menor distância

Caso	1:ad	2:b	3:c	5:e	6:f	7:g	8:h	9:i	10:j
1:ad									
2:b	144,57								
3:c	360,69	412,80							
5:e	412,33	362,15	283,19						
6:f	707,62	723,36	362,45	412,95					
7:g	403,14	392,08	180,90	111,81	336,13				
8:h	864,19	1.014,84	712,39	993,12	827,75	885,28			
9:i	568,93	623,62	212,66	421,81	236,48	312,23	630,50		
10:j	360,61	224,89	600,01	447,33	855,04	522,13	1.235,77	803,36	

Identificam-se os novos elementos que apresentam a menor distância, no caso E e G (111,81) e repete-se o processo até sua convergência.

Para os passos realizados deve-se registrar que a agregação dos elementos A e D ocorreu no primeiro passo para um nível de 51,23. No segundo passo deve-se registrar a agregação dos elementos E e G para um nível de 111,81.

A tabela 21 apresenta quais os elementos que foram agrupados em cada estágio e em que nível de distância esta agregação se deu.

Tabela 21 – Elementos agrupados e níveis - Critério menor distância

Estágio	Cluster 1	Cluster 2	Coefficiente
1	A	D	51,23
2	E	G	111,81
3	A	B	144,57
4	C	E	180,90
5	C	I	212,66
6	A	J	224,89
7	C	F	236,49
8	A	C	360,69
9	A	H	630,50

Seguindo-se a seqüência definida na tabela 21 constroeu-se o Dendograma apresentado na figura 3.

Figura 3 - Critério de Menor Distância entre Clusters

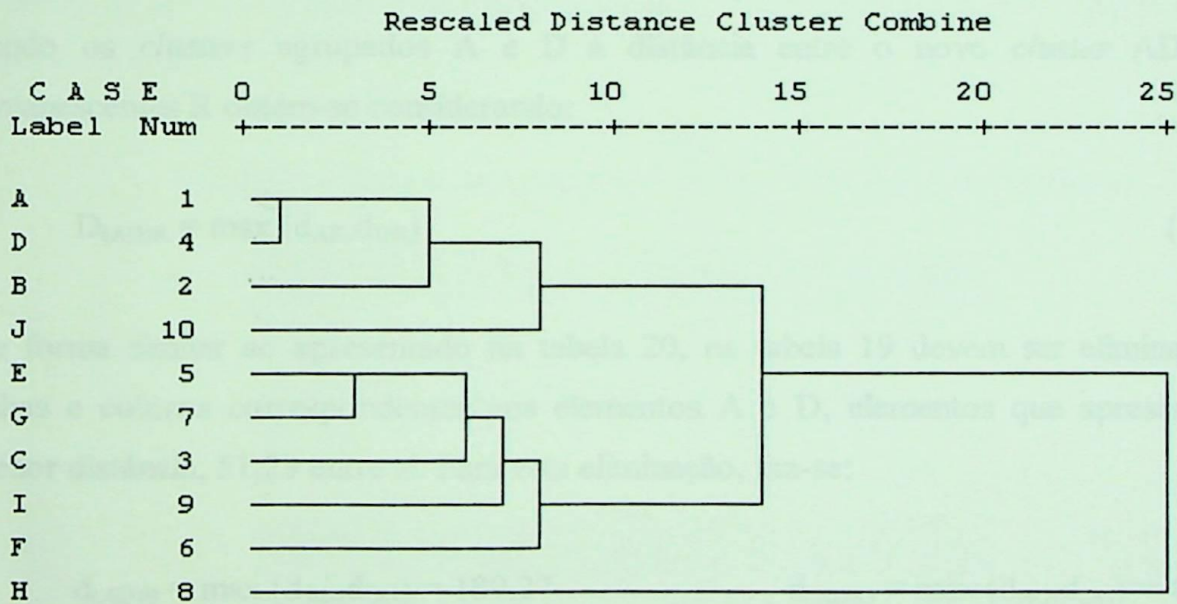


Figura 3 – Dendograma usando critério de menor distância.

Do dendograma acima observa-se que os agrupamentos foram construídos considerando-se a seguinte seqüência:

S1 = A/B/C/D/E/F/G/H/I/J

S2 = AD/B/C/E/F/G/H/I/J (9 Clusters)

S3 = AD/B/C/EG/F/H/I/J (8 clusters)

S4 = ADB/C/EG/F/H/I/J (7 Clusters)

S5 = ADB/CEG/F/H/I/J (6 clusters)

S6 = ADB/CEGI/F/H/J (5 Clusters)

S7 = ADBJ/CEGI/F/H (4 clusters)

S8 = ADBJ/CEGIF/H (3 clusters)

S9 = ADBJCEGIF/H (2 clusters)

S10 = ADBJCEGIFH

2.3.2 - Maior distância entre elementos de clusters diferentes.

Contrariamente ao anterior, este critério, trata a distância a ser considerada na matriz de similaridade, quando da redução de linhas e colunas, como a maior distância entre o novo *cluster* e os remanescentes. A figura 4 ilustra este critério.

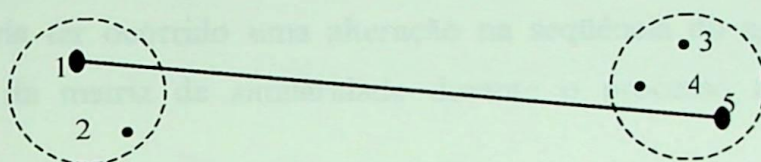


Figura 4 - Critério de Maior Distância entre Clusters

Sendo os *clusters* agrupados A e D a distância entre o novo *cluster* AD e os remanescentes R obtém-se considerando:

$$D_{(AD)R} = \max (d_{AR}, d_{DR}) \quad (10)$$

De forma similar ao apresentado na tabela 20, na tabela 19 devem ser eliminadas as linhas e colunas correspondentes aos elementos A e D, elementos que apresentam a menor distância, 51,23 entre si. Para esta eliminação, faz-se:

$$d_{(AD)B} = \max (d_{AB}, d_{DB}) = 189,27$$

$$d_{(AD)C} = \max (d_{AC}, d_{DC}) = 383,18$$

$$d_{(AD)E} = \max (d_{AE}, d_{DE}) = 458,91$$

$$d_{(AD)F} = \max (d_{AF}, d_{DF}) = 736,94$$

$$d_{(AD)G} = \max (d_{AG}, d_{DG}) = 442,83$$

$$d_{(AD)H} = \max (d_{AH}, d_{DH}) = 886,90$$

$$d_{(AD)I} = \max (d_{AI}, d_{DI}) = 586,16$$

$$d_{(AD)J} = \max (d_{AJ}, d_{DJ}) = 398,40$$

Desta redução resulta a nova matriz de similaridade considerando que os elementos A e D formaram um novo *cluster*. A tabela 22 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 22 - Matriz de Similaridade com Primeira Redução de Linhas e Colunas – Critério de Maior Distância.

Case	1:ad	2:b	3:c	5:e	6:f	7:g	8:h	9:i	10:j
1:ad									
2:b	189,27								
3:c	383,18	412,80							
5:e	458,91	362,15	283,19						
6:f	736,94	723,36	362,45	412,95					
7:g	442,83	392,08	180,90	111,81	336,13				
8:h	886,90	1.014,84	712,39	993,12	827,75	885,28			
9:i	568,93	623,62	212,66	421,81	236,48	312,23	630,50		
10:j	398,40	224,89	600,01	447,33	855,04	522,13	1.235,77	803,36	

De forma semelhante ao anterior, identifica-se os novos elementos de menor distância, no caso E e G (111,81), repetindo-se o processo até sua convergência. Cabe observar que poderia ter ocorrido uma alteração na seqüência do agrupamento em função da alteração da matriz de similaridade durante o processo de eliminação de linhas e colunas.

De modo semelhante ao anterior, registra-se os eventos de agrupamento dos elementos. A tabela 23 apresenta quais os elementos agrupados em cada estágio e em que nível esta agregação se deu.

Tabela 23 - Elementos agrupados e níveis - Critério maior distância

Estágio	Cluster 1	Cluster 2	Coeficiente
1	A	D	51,23
2	E	G	111,81
3	A	B	189,28
4	C	I	212,66
5	C	F	362,45
6	A	J	398,40
7	C	E	421,81
8	A	C	855,04
9	A	H	1235,77

Seguindo-se a tabela 23 constroem-se o dendrograma apresentado na figura 5.

Sendo os *clusters* agrupados A e D a distância ente o novo *cluster* AD e os remanescentes R obtém-se considerando:

$$D_{(AD)r} = \frac{\sum_i \sum_k d_{ik}}{N_{(AD)} N_R} \quad (11)$$

Na tabela 18 devem ser eliminadas as linhas e colunas correspondentes aos elementos A e D, que apresentam a menor distância entre si, ou seja, 51,23.

$$\begin{aligned} d_{(AD)B} &= (d_{AB} + d_{DB})/2 = 166,92 & d_{(AD)G} &= (d_{AG} + d_{DG})/2 = 422,99 \\ d_{(AD)C} &= (d_{AC} + d_{DC})/2 = 371,94 & d_{(AD)H} &= (d_{AH} + d_{DH})/2 = 875,55 \\ d_{(AD)E} &= (d_{AE} + d_{DE})/2 = 435,62 & d_{(AD)I} &= (d_{AI} + d_{DI})/2 = 577,55 \\ d_{(AD)F} &= (d_{AF} + d_{DF})/2 = 722,28 & d_{(AD)J} &= (d_{AJ} + d_{DJ})/2 = 379,51 \end{aligned}$$

Desta redução resulta a nova matriz apresentada na tabela 24, considerando que os elementos A e D formaram um novo *cluster*.

Tabela 24 – Matriz de similaridade com primeira redução de linhas e colunas – Critério de distância média.

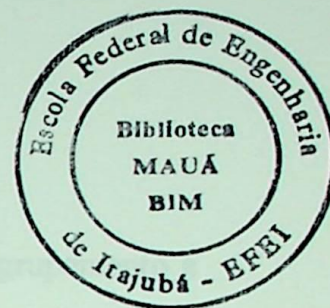
Case	1:ad	2:b	3:c	5:e	6:f	7:g	8:h	9:i	10:j
1:ad									
2:b	166,92								
3:c	371,94	412,80							
5:e	435,62	362,15	283,19						
6:f	722,28	723,36	362,45	412,95					
7:g	422,99	392,08	180,90	111,81	336,13				
8:h	875,55	1.014,84	712,39	993,12	827,75	885,28			
9:i	577,55	623,62	212,66	421,81	236,48	312,23	630,50		
10:j	379,51	224,89	600,01	447,33	855,04	522,13	1.235,77	803,36	

De forma semelhante aos anteriores, identifica-se os novos elementos de menor distância, no caso E e G (111,81), repetindo-se o processo até sua convergência.

De forma semelhante aos processos anteriores, registra-se os eventos do processo. A tabela 25 apresenta quais os elementos agrupados em cada estágio e em que nível de distância o agrupamento ocorreu.

Tabela 25 - Elementos agrupados e níveis - Critério distância média

Estágio	Cluster 1	Cluster 2	Coefficiente
1	A	D	51,23
2	E	G	111,81
3	A	B	128,36
4	C	E	191,97
5	A	J	228,16
6	F	I	236,49
7	C	F	287,06
8	A	C	417,84
9	A	H	513,18



Seguindo-se a seqüência definida na tabela 17 constroeu-se o Dendograma apresentado na figura 7.

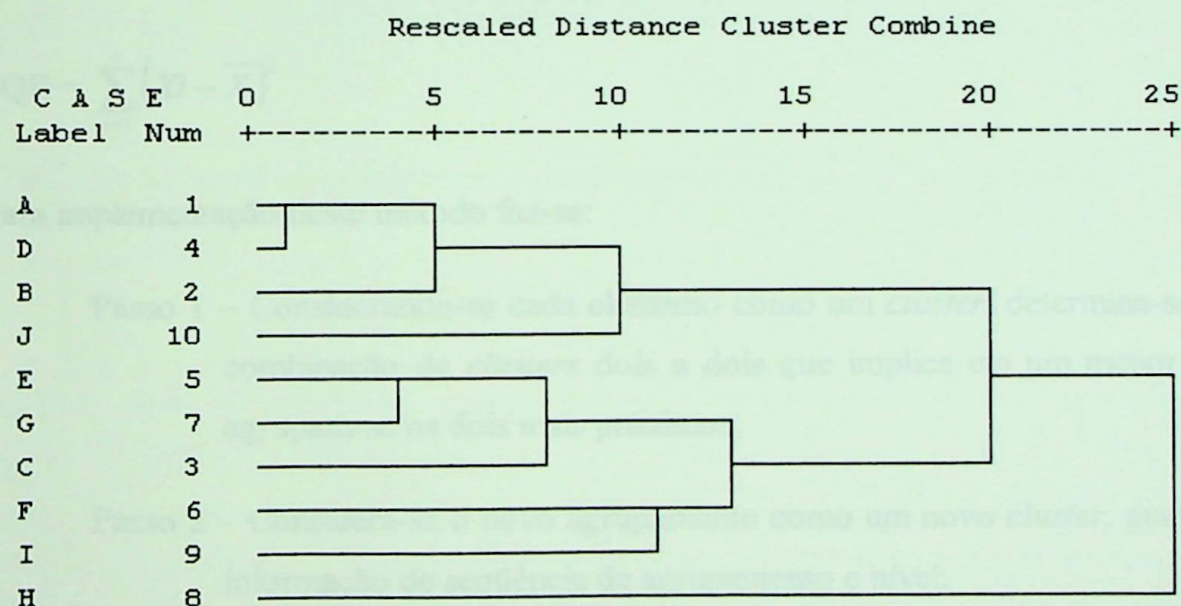


Figura 7 – Dendograma Considerando a Média entre Grupos

Do dendograma acima observa-se que os agrupamentos foram construídos considerando-se a seguinte seqüência:

S1 = A/B/C/D/E/F/G/H/I/J

S6 = ADBJ/CEG/I/F/H (5 Clusters)

S2 = AD/B/C/E/F/G/H/I/J (9 Clusters)

S7 = ADBJ/CEG/IF/H (4 clusters)

S3 = AD/B/C/EG/F/H/I/J (8 clusters)

S8 = ADBJ/CEGIF/H (3 clusters)

S4 = ADB/C/EG/F/H/I/J (7 Clusters)

S9 = ADBJCEGIF/H (2 clusters)

S5 = ADB/CEG/I/F/H/J (6 clusters)

S10 = ADBJCIFEGH

2.3.4 - Método de Ward

Para identificar no conjunto de elementos existentes qual a seqüência de agrupamento a ser adotada, o método de Ward utiliza o critério de menor erro, ou perda de informação, considerando o somatório dos quadrados das diferenças entre cada elemento ou *cluster* a ser agrupado e o valor central de cada *cluster* já formado. Assim, avaliando o aumento deste erro para cada combinação dos *clusters* existentes identifica-se qual a melhor seqüência de agrupamento para estes elementos ou *clusters*.

O erro é definido como:

$$SQE = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (12)$$

Para implementação deste método faz-se:

Passo 1 – Considerando-se cada elemento como um *cluster*, determina-se qual a combinação de *clusters* dois a dois que implica em um menor erro, e agrupam-se os dois mais próximos;

Passo 2 – Considera-se o novo agrupamento como um novo *cluster*, guarda-se a informação de seqüência de agrupamento e nível;

Passo 3 – Determina-se qual a combinação de elementos, elementos e *clusters* ou *clusters*, que implica um menor erro; e

Passo 4 – Se ainda existem elementos a serem combinados retorna-se ao passo 2.

Observa-se que neste método deve-se testar a combinação de todos os pares de *clusters* possíveis sendo considerado o par que implicar menor aumento do SQE. Tratando-se de um método de busca exaustiva, e considerando o elevado número de simulações

necessárias, apresenta-se a seguir apenas os resultados obtidos com sua aplicação.

No processo de agrupamento dos *clusters* registra-se os eventos do processo. A tabela 26 apresenta os elementos que foram agrupados em cada estágio e qual o nível de distância.

Tabela 26 - Elementos agrupados e níveis – Método de Ward

Estágio	Cluster 1	Cluster 2	Coefficiente
1	A	D	1312,50
2	E	G	7563,00
3	A	B	26033,83
4	C	I	48645,84
5	C	F	103539,83
6	A	J	183427,25
7	C	E	283043,94
8	C	H	812517,38
9	A	C	1507010,13

Com base na tabela 26 constroeu-se o dendograma apresentado na figura 8.

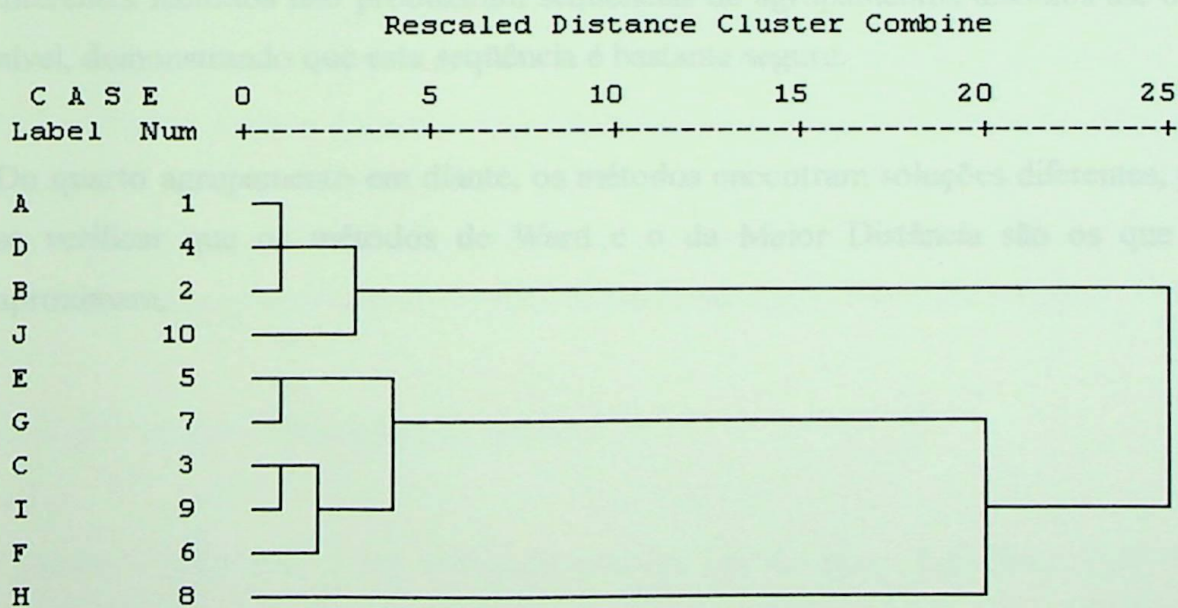


Figura 8 – Dendograma considerando o método de Ward

Do dendograma acima observa-se que os agrupamentos foram construídos considerando-se a seguinte seqüência:

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| S1 = A/B/C/D/E/F/G/H/I/J | S6 = ADB/CIF/EG/H/J (5 Clusters) |
| S2 = AD/B/C/E/F/G/H/I/J (9 Clusters) | S7 = ADBJ/CIF/EG/H (4 clusters) |
| S3 = AD/B/C/EG/F/H/I/J (8 clusters) | S8 = ADBJ/CIFEG/H (3 clusters) |
| S4 = ADB/C/EG/F/H/I/J (7 Clusters) | S9 = ADBJ/CIFEGH (2 clusters) |
| S5 = ADB/CI/EG/F/H/J (6 clusters) | S10 = ADBJCIFEGH |

2.3.5 – Análise comparativa dos diversos métodos Hierárquicos

Dos métodos de classificação apresentados, o método de Ward é o mais aceito, considerando-se que este minimiza a perda de informação ao formar-se um novo *cluster* com a incorporação de outros elementos ou a fusão de *clusters* existentes.

Cabe observar que em um espaço onde se verificam as relações euclidianas, pode-se caracterizar a dispersão de uma nuvem de pontos pela inércia do conjunto. A inércia é definida como a média dos quadrados das distâncias de cada ponto ao centro de gravidade do conjunto.

Comparando os casos analisados para o exemplo proposto, tabela 19, observa-se que os diferentes métodos não produziram seqüências de agrupamentos distintos até o terceiro nível, demonstrando que esta seqüência é bastante segura.

Do quarto agrupamento em diante, os métodos encontram soluções diferentes, podendo se verificar que os métodos de Ward e o da Maior Distância são os que mais se aproximam.

2.4 Método Não Hierárquico

Quando o problema a ser resolvido envolve um conjunto significativo de dados, os métodos hierárquicos não apresentam vantagem de aplicação, uma vez que a ordem da matriz de similaridade torna-se bastante elevada e a interpretação dos dendogramas torna-se uma tarefa difícil e insegura. Ainda com relação a matriz de similaridade, esta

Tabela 27 – Tabela comparativa entre os métodos hierárquicos

	Menor distância	Maior distância	Distância média	Ward
1º AGRUPAMENTO	AD	AD	AD	AD
2º AGRUPAMENTO	EG	EG	EG	EG
3º AGRUPAMENTO	ADB	ADB	ADB	ADB
4º AGRUPAMENTO	EGC	CI	EGC	CI
5º AGRUPAMENTO	EGCI	CIF	ADBJ	CIF
6º AGRUPAMENTO	ADBJ	ADBJ	IF	ADBJ
7º AGRUPAMENTO	CEGIF	CEGIF	CEGIF	CEGIF
8º AGRUPAMENTO	ADBJEGCIF	ADBJEGCIF	ADBJEGCIF	CEGIFH
9º AGRUPAMENTO	ADBJCEGIFH	ADBJCEGIFH	ADBJCEGIFH	ADBJCEGIFH

Os métodos hierárquicos, até aqui analisados, aplicam-se a análises que envolvem um pequeno conjunto de dados, sendo muito trabalhoso e muitas vezes impossível de ser usado, para o tratamento de um grande número de informações.

Cabe salientar que o nível em que cada agregação se deu poderá ser utilizado para definir quantos *clusters* devem ser formados.

A análise de *clusters* aplica-se também a dados que possam ser associados, a variáveis que assumem apenas dois estados. Em geral, estas variáveis são associadas a valores binários 0 ou 1 e a referência [3] apresenta as várias formas de tratamento destes problemas. Optou-se por não analisá-los neste trabalho pois as técnicas utilizadas para formação deste *cluster* não se aplicam às variáveis objeto desta dissertação.

2.4 Método Não hierárquico

Quando o problema a ser analisado envolve um conjunto significativo de dados, as técnicas hierárquicas não apresentam viabilidade de aplicação, uma vez que a ordem da matriz de similaridade torna-se bastante elevada e a interpretação dos dendogramas torna-se uma tarefa difícil e imprecisa. Ainda com relação a matriz de similaridade, esta

matriz apesar de simétrica não apresenta esparsidade, o que exige, nestes casos, um elevado esforço computacional para sua formação.

Para contornar tais dificuldades, surgem os métodos não hierárquicos que buscam encontrar os melhores agrupamentos possíveis de um conjunto de elementos, em um número de *clusters* previamente definidos. Assim, deve-se agrupar *n* indivíduos em *k clusters* considerando que os *m* elementos de um mesmo *cluster* sejam os mais próximos possíveis, e que os *k clusters* sejam os mais distintos possíveis. Definindo-se um critério de avaliação destes elementos o problema poderia restringir-se a uma análise de todas as combinações possíveis dos *n* indivíduos em *k* partições, e escolher aquela que melhor classifique os elementos. Esta tarefa é praticamente impossível, considerando-se que o número de combinações possíveis para *n* indivíduos em *k* agrupamentos é calculada por:

$$C = \frac{k!}{m!(k-n)!} \quad (13)$$

Para o problema proposto no início deste capítulo, se fosse necessário trabalhar com 4 *clusters* formados a partir dos 10 elementos propostos, teríamos que realizar mais de 210 verificações. Um problema envolvendo 50 elementos em 5 *clusters* implicaria em 2.118.760 de verificações necessárias. Desta forma exclui-se esta opção de tratamento e busca-se formar os *clusters* com algoritmos mais eficazes.

2.4.1 – Dispersão intra-clusters e inter-clusters

Definindo-se a dispersão total do agrupamento a ser analisado como o somatório do quadrado da distância de cada um dos *N* elementos ao ponto central do agrupamento tem-se:

$$\Phi_t = \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \quad (14)$$

Onde:

X_i : Coordenada de cada elemento i ; e

\bar{X} : coordenada do ponto central do agrupamento

Definindo-se dispersão de cada *cluster* como o somatório do quadrado das distâncias de cada elemento pertencente a um dado *cluster* ao ponto central deste mesmo *cluster*. Pode-se definir a dispersão intra-cluster como o somatório da dispersão de cada *cluster*, assim :

$$\Phi_{ia} = \sum_{J=1}^K \sum_{i \in \Omega_J} (X_i - \bar{X}_J)^2 \quad (15)$$

Definindo-se dispersão inter-cluster como o somatório do quadrado das distâncias do centro de cada *cluster* ao ponto central do conjunto, ponderado pelo número de elementos de cada *cluster* podemos escrever:

$$\Phi_{ie} = \sum_{J=1}^K N_J (\bar{X}_J - \bar{X})^2 \quad (16)$$

Demonstra-se através do teorema de Huyghens [5] que, independente do número de *clusters* formados:

$$\Phi_t = \Phi_{ia} + \Phi_{ie} \quad (17)$$

Esta demonstração encontra-se no Anexo 1.

Assim, para qualquer número de partição de m elementos em n *clusters* a dispersão total do conjunto não de altera. Desta forma, se cada elemento for considerado um *cluster* $\Phi_{ia} = 0$ e $\Phi_{ie} = \Phi_t$. Caso contrário se todo conjunto for considerado como um único *cluster* $\Phi_{ie} = 0$ e $\Phi_{ia} = \Phi_t$. Com isto quanto maior o número de *clusters* formado menor será a dispersão intra-cluster e maior a dispersão inter-cluster. Esta formulação viabiliza a utilização de algoritmos que permitem formar *clusters* com maior eficácia,

sem necessidade de pesquisar todas as combinações possíveis.

Sendo possível encontrar a melhor combinação de elementos para formar os *clusters* resta definir qual o número de *clusters* que se deve formar.

2.4.2 – Algoritmo para formação de *k clusters*

Partindo-se das considerações apresentadas no item anterior pode-se construir diversos algoritmos para formação de *k clusters* a partir de um conjunto de *N* observações. A seguir é apresentado um algoritmo muito simples para a construção de *clusters* e, em seguida, este método é aplicado para os dados propostos no início deste capítulo.

Para construção dos *k clusters* faz-se

Passo 1 – Escolhe-se ao acaso *k* elementos entre os *n* elementos do conjunto considerado. Estes *k* elementos serão considerados centros dos *clusters* a serem formados (centróides);

Passo 2 – Calcula-se a distância euclidiana entre cada um dos *n* elementos e os *k* pontos centrais, colocando cada elemento ligado ao seu centro *k*, de maior proximidade;

Passo 3 – Recalcula-se as coordenadas de cada um dos *k* pontos centrais. A nova coordenada destes *k* elementos corresponde ao ponto central dos elementos vinculados a cada um dos *k clusters* formados; e

Passo 4 – Repete-se os passos 2 e 3 até que não se verifique nenhuma alteração dos elementos agrupados em torno dos *k* centros. Pode-se também controlar a convergência do processo quando não mais se verifica alteração nas coordenadas dos *k* centros.

Para exemplificar a aplicação do algoritmo descrito, procura-se formar dois *clusters* para o caso proposto no início do capítulo, assim tem-se:

Supondo que os elementos C e F tenham sido escolhidos ao acaso, realiza-se a primeira verificação de agrupamento em relação aos elementos escolhidos conforme as tabelas 28 e 29 a seguir.

Tabela 28 - Escolha dos primeiros k centróides - Primeira iteração

Centróide	Empresa	Atributo r	Atributo s	Atributo t
K1	C	800	600	60
K2	F	500	400	23

Definidos os primeiros centróides, calcula-se a distância euclidiana de cada elemento a cada centróide, buscando identificar quais os elementos que devem ser agrupados a cada centróide.

Tabela 29 - Tabela de distâncias - Primeira iteração

	^C D(i; K1)	^F D(i; K2)	Cluster 1	Cluster 2
A	360,69	707,62	A	
B	412,8	723,36	B	
C	0	362,45	C	
D	383,18	736,94	D	
E	283,19	412,95	E	
F	362,45	0		F
G	180,9	336,13	G	
H	712,39	827,75	H	
I	212,66	236,48	I	
J	600,01	855,04	J	

Observa-se que os elementos ABCDEGHIJ estão mais próximos do elemento C do que de F. Feito este agrupamento calcula-se o novo valor de K1. Refazendo-se o processo.

Tabela 30 - Escolha dos novos k centróides - Segunda iteração

Centróide	Agrupamento	Atributo r	Atributo s	Atributo t
K1	ABCDEFGHIJ	864,44	726,67	52,222
K2	F	500	400	23

Recalculado - F
9

Tabela 31 - Tabela de distâncias - Segunda iteração

$$\sqrt{(1000 - 869,44)^2 + (900 - 726,67)^2 + (50 - 52,272)^2}$$

	ABCDEGHJ	F		
	D(i; K1)	D(i; K2)	Cluster 1	Cluster2
A	220,05611	707,62	A	
B	277,032333	723,36	B	
C	142,330688	362,45	C	
D	247,307102	736,94	D	
E	274,494732	412,95	E	
F	490,290529	0		F
G	216,216769	336,13	G	
H	779,944601	827,75	H	
I	354,190505	236,48		I
J	477,71519	855,04	J	

Nesta iteração observa-se que para o novo valor de K1, os elementos se reagruparam sendo necessário recalculer os novos valores de K1 e K2. Logo:

Tabela 32 - Escolha dos novos k centróides - Terceira iteração

Centróide	Agrupamento	Atributo r	Atributo s	Atributo t
K1	ABCDEFGHJ	881,25	767,5	49
K2	FI	615	400	50,5

Tabela 33 - Tabela de distâncias - Terceira iteração

	D(i; K1)	D(i; K2)	Cluster 1	Cluster2
A	177,929	631,05	A	
B	235,306	664,9	B	
C	186,491	272,61	C	
D	208,564	655,25	D	
E	283,137	400,31	E	
F	530,173	118,24		F
G	240,933	302,08	G	
H	807,653	726,2		H
I	398,464	118,24		I
J	440,121	821,13	J	

Assim como no caso anterior, observa-se que mais um elemento passou do *cluster 1* para o *cluster 2*. Desta forma repete-se o processo recalculando-se os novos valores para K1 e K2. Obtém-se:

Tabela 34 - Escolha dos novos k centróides - Quarta iteração

Centróide	Agrupamento	Atributo r	Atributo s	Atributo t
S1	ABCDEGJ	828,57	870	54,571
S2	FHI	826,67	283,33	37

Tabela 35 - Tabela de distâncias – Quarta iteração

	D (i ; K1)	D (i ; K2)	Cluster 1	Cluster2
A	174,09	640,7	A	
B	150,49	721,69	B	
C	271,56	318,62	C	
D	222,54	646,52	D	
E	239,2	564,27	E	
F	574,33	347,16		F
G	246,74	452,64	G	
H	923,03	484,13		H
I	480,8	156,96		I
J	331,24	917,25	J	

Como pode-se observar não houve nenhuma alteração nos agrupamentos o que significa que o processo convergiu.

Assim os dois *clusters* a serem formados são:

Cluster 1 – ABCDEGJ

Cluster 2 – FHI

2.4.3 – Definição do Número de Clusters a Serem Formados.

Definido o algoritmo de formação dos *clusters* surge de imediato a questão de qual o número ideal de *clusters* a serem formados.

Por este critério, a melhor solução é quando cada elemento corresponde a um único *cluster* (máxima dispersão inter-cluster), mas esta solução não atende ao objetivo da aplicação das técnicas de análises de *cluster*, que é a redução do volume de dados.

Então, deve-se verificar como reduzir a perda de informação no processo de agrupamento dos elementos. Haverá sempre um compromisso entre o número de

clusters a serem formados e a perda de informação decorrente dos agrupamentos. Desta forma, o número ideal de *clusters* poderá ser encontrado verificando-se o ganho ou redução da dispersão intra-cluster, com o aumento do número de *clusters*, ou seja:

$$\Psi = \frac{\Phi_{IA_n}}{\Phi_t} \quad (18)$$

Onde:

Φ_{IA_n} = Dispersão intra-cluster para n *clusters* formados;

Φ_t = Dispersão total .

Observa-se que Φ_{IA_n} para n igual ao número total de elementos é igual a Φ_t .

Para esta definição pode-se construir uma tabela de Ψ em função de n de onde pode-se encontrar o melhor de número de *cluster* a ser formado para cada caso específico.

Assim, para o exemplo proposto tem-se que as coordenadas do ponto central dos N elementos é (828,0 ; 694,0 ; 49,3). A tabela 36 apresenta os elementos para o cálculo da dispersão total da população analisada.

Tabela 36 - Dispersão total dos n elementos.

	D(i ; K)
A	268,3663
B	315,8520
C	98,6635
D	296,1731
E	251,4575
F	441,2615
G	178,1530
H	770,9504
I	311,2293
J	506,8184
Φ_t	3438,9250

Calculando-se Φ_{IA_n} para n variando de 2 a 10 pode-se construir a tabela 37. Para

elaboração desta tabela é necessário formar-se um número de *clusters* igual a (k-1) fatorial.

Tabela 37 – Dispersão intra-clusters

	Φ_{IA2}	Φ_{IA3}	Φ_{IA4}	Φ_{IA5}	Φ_{IA6}	Φ_{IA7}	Φ_{IA8}	Φ_{IA9}	Φ_{IA10}
A	174,09	116,07	116,07	35,32	35,32	35,32	25,62	25,62	0,00
B	150,49	43,68	43,68	110,97	110,97	110,97	0,00	0,00	0,00
C	271,56	156,13	181,74	153,96	106,33	0,00	0,00	0,00	0,00
D	222,54	244,78	156,13	78,88	78,88	78,88	25,62	25,62	0,00
E	239,20	145,70	55,90	130,24	55,90	55,90	55,90	0,00	0,00
F	347,16	227,06	191,30	118,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G	246,74	239,76	55,90	33,76	55,90	55,90	55,90	0,00	0,00
H	484,13	120,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	156,96	196,56	88,78	118,24	106,33	0,00	0,00	0,00	0,00
J	331,24	0,00	244,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ	2624,12	1490,01	1134,27	779,61	549,63	336,97	163,04	51,23	0,00

Com estes elementos pode-se calcular a redução da medida de dispersão intra-cluster com o aumento do número de *clusters* formados. Pode-se observar na tabela a seguir que a dispersão intra-cluster cai significativamente com o incremento de uma unidade no número de *clusters* formados. Na tabela 38 verifica-se que com dois *clusters* a dispersão cai de 23,69%, com 3 *clusters* cai de 56,67% e assim sucessivamente.

Tabela 38 – Redução da dispersão com o aumento do número de clusters

$\frac{\Phi_{IA1}}{\Phi_t}$	$\frac{\Phi_{IA2}}{\Phi_t}$	$\frac{\Phi_{IA3}}{\Phi_t}$	$\frac{\Phi_{IA4}}{\Phi_t}$	$\frac{\Phi_{IA5}}{\Phi_t}$	$\frac{\Phi_{IA6}}{\Phi_t}$	$\frac{\Phi_{IA7}}{\Phi_t}$	$\frac{\Phi_{IA8}}{\Phi_t}$	$\frac{\Phi_{IA9}}{\Phi_t}$	$\frac{\Phi_{IA10}}{\Phi_t}$
0,7631	0,4333	0,3298	0,2267	0,1598	0,0980	0,0474	0,0149	0,0000	

Outra forma de se avaliar o ganho em aumentar-se os número de *clusters* é comparando a variação da redução na dispersão entre os valores obtidos na tabela acima.

Tabela 39 – Variação da dispersão com o aumento do número de clusters

ϵ_1	ϵ_2	ϵ_3	ϵ_4	ϵ_5	ϵ_6	ϵ_7	ϵ_8
0,5678	0,4322	0,2971	0,2095	0,1284	0,0621	0,0195	0,0000

Com base nas medidas de dispersão apresentadas nas tabelas anteriores pode-se definir o número de elementos a serem considerados.

Na definição do número de *clusters* a serem estudados deve-se considerar sempre a relação de compromisso entre a redução da dispersão intra-cluster e o número de *clusters* a serem formados, cabendo salientar que quanto maior o número de *clusters* mais trabalhosa a análise.

O método aqui proposto representa uma das possibilidades de encontrar o número de elementos a serem estudados. Outras possibilidades poderão ser adotadas, como por exemplo, a relação entre as distâncias intra-cluster e inter-cluster, existindo várias possibilidades de critérios para definição do número de elementos a serem tratados. A opção pela adoção do critério de redução da distância intra-cluster neste trabalho deveu-se à simplicidade da sua aplicação, uma vez que os dados necessários para sua determinação são facilmente obtidos dos pacotes estatísticos disponíveis, não demandando assim, nenhuma manipulação adicional de dados. Melhores critérios de escolha do número de elementos poderão ser pesquisados e adotados.

2.5 Normalização dos Dados

Todas as análises apresentadas até aqui foram feitas considerando os dados conforme apresentados na tabela 17. Entretanto pode-se observar na mesma que os atributos *r* e *s* apresentam valores da mesma ordem de grandeza enquanto o atributo *t* apresenta valores bastante inferiores. Esta diferença de escala influencia significativamente os resultados, uma vez que a mesma pode ser interpretada como um peso ou ponderador diferenciado entre os atributos.

Para contornar este problema é recomendável que os estudos sejam feitos com os atributos normalizados. As duas maneiras mais comumente utilizadas para normalização dos atributos são:

1. Normalizar dividindo cada atributo *i* pelo maior valor do atributo considerado, ou seja : $A_i(j) = A_i(j) / A_{Max}(j)$;
2. Normalizar subtraindo cada valor do atributo *i* da média deste atributo e dividindo o resultado pelo desvio padrão do atributo, ou seja:

$$A_i(j) = \frac{(A_i(j) - \bar{\chi}(A_i))}{\sigma(A_i)}. \quad (19)$$

Aplicando-se estes critérios aos valores da tabela 17 obtém-se:

Tabela 40 – Normalização dos atributos pelo valor máximo

Empresa	Atributo r	Atributo s	Atributo t	r'	s'	t'
A	1000	900	50	0,8000	0,7500	0,6250
B	900	1000	80	0,7200	0,8333	1,0000
C	800	600	60	0,6400	0,5000	0,7500
D	1050	890	45	0,8400	0,7417	0,5625
E	600	800	46	0,4800	0,6667	0,5750
F	500	400	23	0,4000	0,3333	0,2875
G	650	700	45	0,5200	0,5833	0,5625
H	1250	50	10	1,0000	0,0417	0,1250
I	730	400	78	0,5840	0,3333	0,9750
J	800	1200	56	0,6400	1,0000	0,7000
MAX	1250	1200	80			

Tabela 41 – Normalização dos atributos considerando a média e o desvio padrão

Empresa	Atributo r	Atributo s	Atributo t	r'	s'	t'
A	1000	900	50	0,7980	0,6393	0,0341
B	900	1000	80	0,3341	0,9497	1,4962
C	800	600	60	-0,1299	-0,2917	0,5215
D	1050	890	45	1,0300	0,6083	-0,2096
E	600	800	46	-1,0578	0,3290	-0,1608
F	500	400	23	-1,5218	-0,9124	-1,2818
G	650	700	45	-0,8258	0,0186	-0,2096
H	1250	50	10	1,9579	-1,9987	-1,9153
I	730	400	78	-0,4547	-0,9124	1,3987
J	800	1200	56	-0,1299	1,5704	0,3265
Média	828	694	49,3			
Des. Padrão	215,5365	322,2173	20,5185			

Estas transformações são imprescindíveis quando os dados a serem tratados estão medidos em diferentes escalas, e apresentam significativas diferenças em valores absolutos.

Nos capítulos seguintes são tratados atributos que possuem escalas bastante diferenciadas como, por exemplo, número de transformadores, número de consumidores residenciais, energia consumida, etc. Assim, os dados serão sempre normalizados, e adota-se a normalização que considera a média e o desvio padrão pela maior relevância e simplicidade estatística que decorre desta normalização.

2.6 Comparação entre os métodos

Com base no que foi apresentado neste capítulo pode-se observar que o método não hierárquico apresenta significativas vantagens em comparação com o método hierárquico quando se pretende analisar grandes quantidades de dados, sem a necessidade de carregar informações dos agrupamentos anteriores para a formação dos agrupamentos posteriores. Este tipo de informação, fundamental quando se classificam dados em, por exemplo, biologia, botânica, zoologia etc., não é necessário quando se classificam empresas com vistas à comparação de seu desempenho dentro dos mesmos parâmetros de análise [25]. Dentre as vantagens do método não hierárquico para o propósito desta dissertação destacam-se:

- Não há necessidade de construção das matrizes de similaridade;
- Não necessita de construção de dendogramas para apoio às análises; e
- Não há necessidade de encadeamento entre os *clusters* formados o que significa maior grau de liberdade na formação dos *clusters* o que resulta em menor dispersão na formação final dos agrupamentos.

Com base nestes argumentos, os trabalhos desenvolvidos nos próximos capítulos desta dissertação utilizam o método não hierárquico.

2.7 – Conclusão

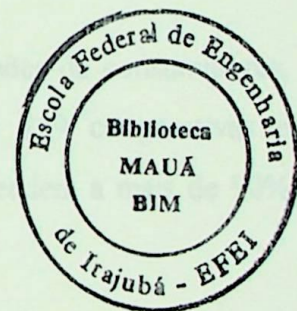
Neste capítulo apresentou-se, simplificada, a conceituação geral da análise de *clusters*, apresentando um método simples de agrupamento, disponível em quase todos os programas comerciais de estatística. A adoção deste método simples permitirá o uso do aplicativo desenvolvido pela SPSS Inc. ao longo dos estudos desenvolvidos neste trabalho [28],[29] e [30].

Cabe ressaltar, entretanto, que nos últimos anos as técnicas de análises de *clusters* têm sido objeto de significativas evoluções, existindo hoje muitos métodos mais aprimorados, com aplicações específicas, os quais não são objeto de análise neste trabalho e poderão certamente contribuir para evolução do mesmo. Resumidamente

pode-se desatacar a possibilidade de implementações que considerem técnicas de otimização e o uso de redes neurais para formação de agrupamentos mais homogêneos.

Dois aspectos devem ser observados neste capítulo que poderão demandar análises mais detalhadas. O primeiro trata-se do número de clusters a serem formados. Considerando o uso do método não hierárquico, este método demanda o conhecimento, a priori, do número de *clusters* a serem formados. Neste capítulo demonstrou-se uma possibilidade de critério de convergência para o método proposto, adotando a redução da dispersão intra-cluster, porém, outros critérios poderão ser considerados. A definição deste critério de convergência poderá contribuir para o desenvolvimento de ferramental que possibilite automatizar toda metodologia proposta. Devendo-se considerar na escolha deste critério qual a aderência do mesmo às especificidades do problema proposto.

O segundo aspecto a ser considerado é a possibilidade de estabelecimento de fatores de ponderação para os atributos propostos. Esta consideração poderá resultar numa melhor modelagem para a análise do desempenho que se pretende verificar, considerando inclusive, as limitações para o fornecimento dos atributos pelas concessionárias.



CAPÍTULO III

Metodologia Proposta

3.1 Introdução

A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL controla o desempenho das concessionárias distribuidoras de energia a partir de conjuntos de consumidores. Estes conjuntos são definidos com base numa área física, uma subdivisão da área de concessão, sobre a qual se deve fazer o acompanhamento dos eventos relacionados a DIC e FIC. Com base nestes indicadores de desempenho individual, calculam-se os indicadores de grupo DEC e FEC, para cada conjunto considerado.

As metas a serem propostas para as empresas serão fixadas para cada conjunto, sendo a meta global da empresa definida como uma média do desempenho dos conjuntos, ponderados pelo número de consumidores de cada conjunto.

O setor elétrico brasileiro possui hoje aproximadamente 45 milhões de consumidores, atendidos por 64 concessionárias de distribuição e mais de 259 cooperativas e permissionárias. Sendo que as concessionárias de distribuição atendem a mais de 90% dos consumidores de todo o país.

As 64 empresas encontram-se divididas em 5470 conjuntos, e a cada mês os dados de desempenho destes conjuntos são enviados para a ANEEL, que após tratá-los, para obter os indicadores trimestrais e anuais verificando eventuais transgressões das metas propostas, disponibiliza os resultados na Internet. Com base nestas transgressões são instruídos processos de fiscalização e definidos valores de punição.

Estes conjuntos, objeto de controle da ANEEL, são passíveis de diversos modos de agrupamento. A figuras 09 e 10 ilustram estas possibilidades, onde se verificam estes conjuntos agrupados por empresa e município.

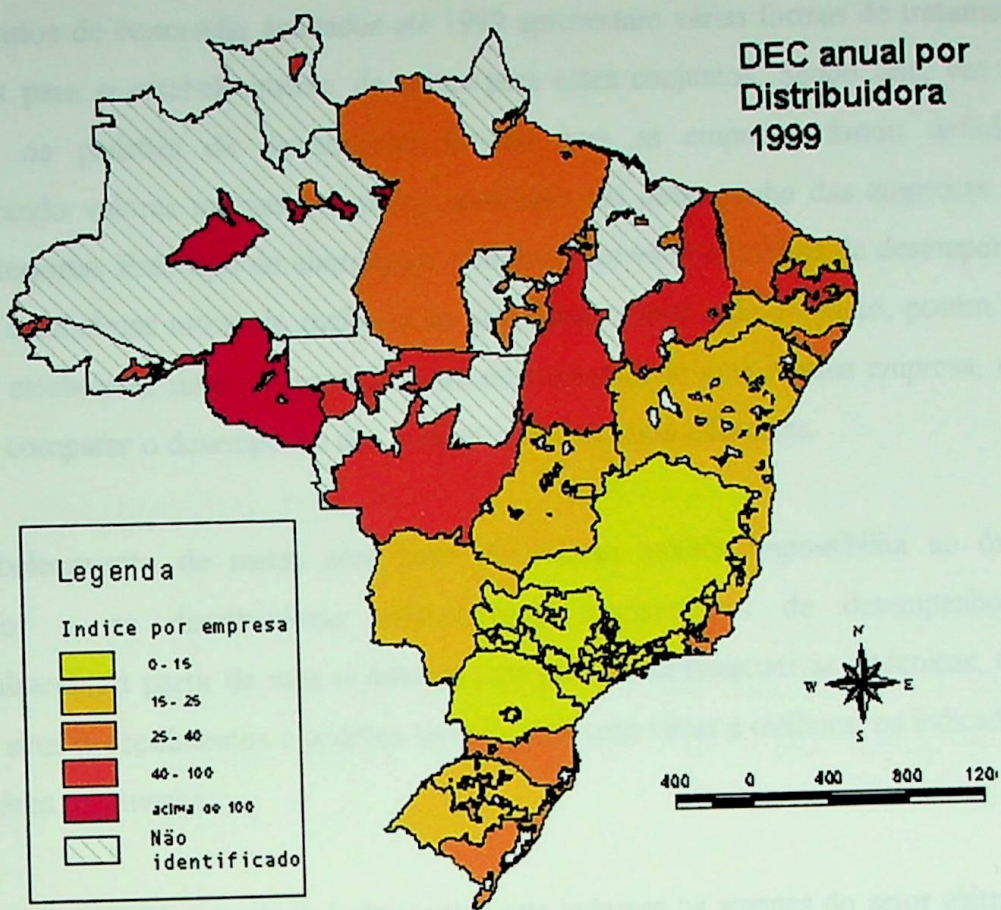


Figura 9 – DEC por empresa

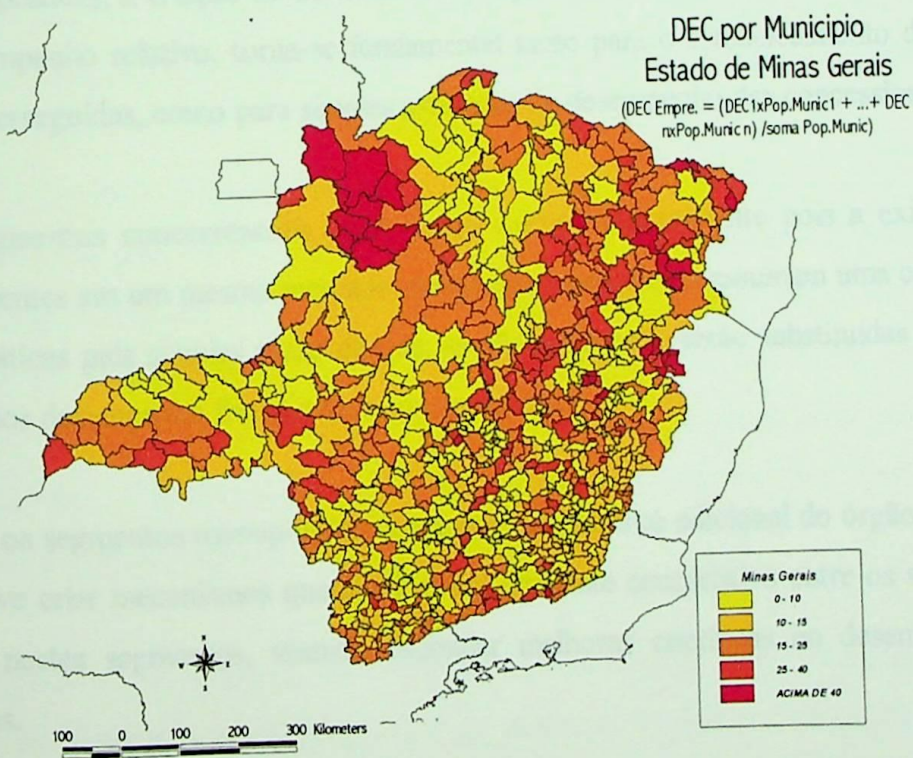


Figura 10 – DEC por município

Os contratos de concessão assinados até 1999 apresentam várias formas de tratamento possíveis para o estabelecimento de metas para estes conjuntos. Sendo que, em sua maioria, os padrões de desempenho futuros para as empresas foram definidos considerando valores médios calculados com base no desempenho das empresas nos anos anteriores. Este tipo de abordagem, com base em valores médios de desempenho, permite estabelecer metas de melhoria de desempenho para cada conjunto, porém não permite estabelecer uma comparação entre os conjuntos de uma mesma empresa, nem permite comparar o desempenho dos conjuntos de empresas diferentes.

3.2. Abordagem proposta

O estabelecimento de metas com base em valores médios impossibilita ao órgão regulador e as distribuidoras estabelecerem comparações de desempenho e, eventualmente, a partir de uma revisão de suas práticas administrativas e técnicas, fazer evoluir seus procedimentos e padrões tecnológicos com vistas a melhorar os indicadores de sua área de atuação.

É papel da ANEEL introduzir instrumentos que induzam os agentes do setor elétrico a melhorarem seus padrões de desempenho. Particularmente nos segmentos monopolistas, onde as empresas detentoras de concessões não enfrentam nenhum tipo de contestação de suas práticas, a criação de mecanismos que permitam uma verificação do seu padrão de desempenho relativo, torna-se fundamental tanto para o estabelecimento de metas a serem perseguidas, como para simples avaliação de desempenho das concessionárias.

Nos segmentos concorrenciais estas metas surgem naturalmente pois a existência de concorrentes em um mesmo mercado obriga que as empresas assumam uma correção de suas práticas pela simples razão de que, se não o fizerem, serão substituídas por outras de melhor desempenho frente a seus consumidores.

Assim, os segmentos monopolistas demandam um esforço adicional do órgão regulador, que deve criar mecanismos que emulem um ambiente competitivo entre os agentes que atuam nestes segmentos, visando estimular melhoras contínuas no desempenho dos mesmos.

Ao estabelecer condições de comparação entre empresas, o órgão regulador passa a dispor de mecanismos que lhe permitirá estabelecer metas de melhoria para cada

empresa, com base em desempenho diferenciados em áreas com características semelhantes, considerando práticas gerenciais e técnicas diferenciadas.

O desafio a ser enfrentado pelo órgão regulador no ambiente monopolista das concessionárias de distribuição é, com base na resolução 024/2000, estabelecer padrões de desempenho para cada um dos conjuntos de cada empresa, considerando mecanismos de comparação entre as mesmas.

3.2 – Abordagem proposta

A Resolução ANEEL nº 024/2000, estabelece que as metas de qualidade quanto à continuidade do fornecimento de energia elétrica serão definidas com base em compromissos contratuais, histórico de desempenho e em análise comparativa do desempenho das diversas empresas do setor.

A metodologia a ser adotada deve atender ainda ao desafio de definir metas diferenciadas considerando as particularidades de cada região, características físicas de cada sistema e diferenciação econômica de cada mercado atendido, mantendo a diretriz de que os padrões de atendimento ao consumidor serão continuamente melhorados, até que atinjam patamares compatíveis com os limites tecnológicos de cada sistema.

Devido à grande extensão territorial das concessões atuais, diversas empresas concessionárias têm em sua área de atuação conjuntos de unidades consumidoras com características bastante diferenciadas quanto a atributos como: densidade de carga, extensão de rede, potência instalada, carga atendida, etc. Desta forma, observa-se a conveniência de que sejam adotadas metas de continuidade diferenciadas por empresa e por conjunto, considerando os atributos descritores das características físicas e econômicas de cada conjunto.

Para a formulação proposta neste capítulo, é conveniente que, na formação destes conjuntos, as empresas agrupem, em cada conjunto, unidades consumidoras às quais possam prover um serviço com qualidade homogênea. Assim, neste processo de agrupamento não deverão ser considerados somente aspectos relativos à topologia do

sistema elétrico. A formação dos conjuntos não deverá estar relacionada com os agrupamentos de unidades consumidoras vinculadas diretamente a alimentadores ou subestações, uma vez que esta forma de agrupamento pode resultar em condições de atendimento muito diferenciadas entre os consumidores que o compõe.

A formação de conjuntos, utilizando como base os municípios existentes nas áreas de concessão de cada empresa, tem sido habitualmente adotada por muitas concessionárias. Porém, esta forma de agrupamento implica em considerar, no mesmo conjunto, unidades consumidoras com diferentes padrões de atendimento, uma vez que, sedes municipais e zonas rurais estarão sendo consideradas dentro de um mesmo padrão de desempenho, o que, em geral, não corresponde a realidade.

A composição de conjuntos com características de atendimento semelhantes é conveniente considerando-se a adoção, a partir de 2003, das tabelas que correlacionam DEC e FEC ao DIC e FIC, respectivamente, como mostrado nas tabelas 5 a 8 (Resolução ANEEL 024/2000). Assim, conjuntos que apresentam um melhor desempenho quanto aos indicadores DEC e FEC terão metas de desempenho para o DIC e FIC mais rigorosas. Com a aplicação dos valores previstos nestas tabelas verifica-se que, quanto menor a dispersão entre os indicadores individuais de um mesmo conjunto, menor será a possibilidade das empresas serem punidas por violação dos indicadores de grupo.

Feitas estas ponderações e considerando-se a disponibilidade de dados relativos a um universo de mais de 5000 conjuntos, o que implica em boa representatividade estatística, a metodologia proposta consiste em classificar conjuntos semelhantes com base na técnica de análise de *cluster* e dentro de cada *cluster* formado, identificar o elemento de melhor desempenho, tomando-o como referência. A partir do desempenho deste elemento serão estabelecidas as metas de desempenho para os demais conjuntos.

Detalhando a metodologia pode-se definir os seguintes passos para sua implementação.

Primeiro passo – Construir conjuntos considerando que a concessionária de distribuição poderá prover serviços com qualidade homogênea aos consumidores deste agrupamento. Ou seja, mínima dispersão entre

DIC e FIC dos consumidores do mesmo conjunto.

Segundo passo – Definir atributos que descrevam as características físicas das redes e as características econômicas dos conjuntos considerados. A combinação destes atributos informará indiretamente o quanto se está investindo em relação ao consumo e ao número de consumidores de cada área. Estes atributos serão usados na formação dos *clusters* a serem estudados.

Terceiro passo – Formados os *clusters*, identifica-se os conjuntos de melhor desempenho de cada *cluster*, considerando-se o DEC e FEC de cada conjunto. Para esta identificação do conjunto de melhor desempenho pode-se considerar, por exemplo, aquele que minimiza os dois indicadores simultaneamente. Este conjunto poderá ser facilmente encontrado, identificando-se aquele que possui a menor norma, menor distância euclidiana, para o vetor formado entre seu desempenho atual e o melhor desempenho possível absoluto ($DEC = FEC = 0$). Assim o desempenho deste conjunto com relação a DEC e FEC definem as metas a serem atingidas.

Quarto passo – Com base no desempenho do melhor conjunto pertencente a um dado *cluster*, define-se o desempenho a ser estabelecido para os demais conjuntos do mesmo *cluster*, considerando-se o vetor formado pela posição atual de cada conjunto e a posição daquele identificado como o melhor conjunto. Deve-se considerar que, com base na Resolução ANEEL 024/00, é possível estabelecer as metas a serem cumpridas por cada conjunto a partir desta comparação.

Para melhor exemplificar a metodologia proposta, considere-se que no exemplo seguinte o primeiro passo e o segundo tenham sido cumpridos e foram determinados *clusters* conforme figura 11.

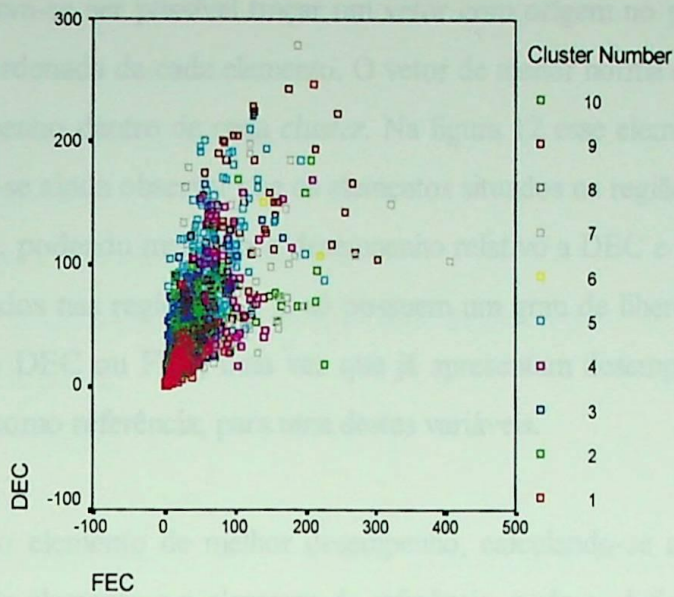


Figura 11 – Clusters formados dentro do universo analisado

A partir dos *clusters* formados analisa-se cada um conforme figura 12.

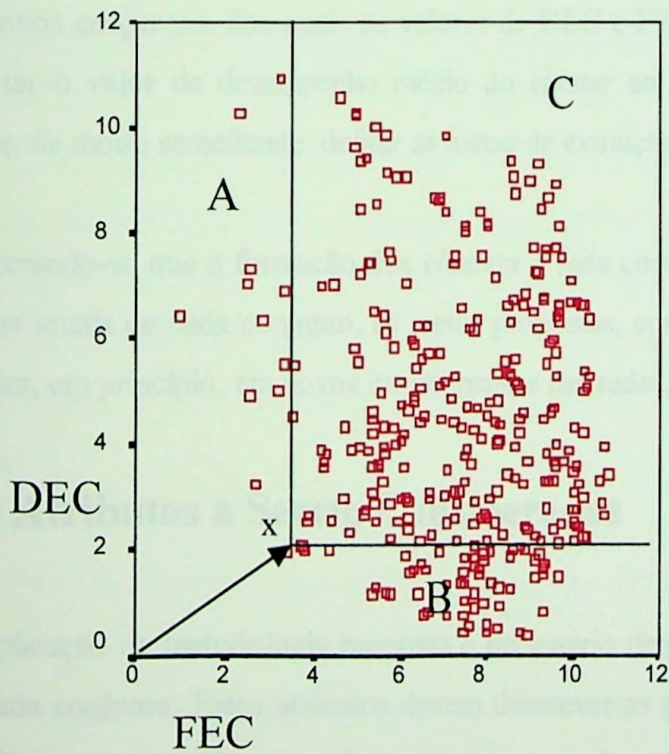


Figura 12 – Posição de cada elemento no cluster

Nesta figura observa-se ser possível traçar um vetor com origem no ponto $DEC = 0$ e $FEC = 0$ até a coordenada de cada elemento. O vetor de menor norma define o elemento de melhor desempenho dentro de cada *cluster*. Na figura 12 esse elemento corresponde ao ponto X. Pode-se ainda observar que os elementos situados na região C possuem dois graus de liberdade, podendo melhorar o desempenho relativo a DEC e FEC enquanto os elementos localizados nas regiões A e B só possuem um grau de liberdade. Ou seja, só devem melhorar o DEC ou FEC, uma vez que já apresentam desempenho superior ao conjunto tomado como referência, para uma destas variáveis.

Identificado qual o elemento de melhor desempenho, calculando-se a norma do vetor formado entre cada elemento e o elemento de referência, pode-se definir então as metas de melhoria para cada conjunto. Para esta definição deve-se adotar um tempo para que esta evolução se processe. Considerando que as metas de evolução de cada empresa serão definidas para cada período de revisão tarifária, o tempo de evolução deve ser compatível com este período e deve considerar a necessidade de melhoria a ser implementada em cada conjunto.

Para novos conjuntos, dos quais os valores de DEC e FEC sejam desconhecidos, pode-se adotar o valor de desempenho médio do *cluster* ao qual pertence como sua meta inicial e, de modo semelhante, definir as metas de evolução para os períodos seguintes.

Considerando-se que a formação dos *clusters* é feita com os dados que representam os recursos atuais de cada conjunto, as metas propostas, com base nesta metodologia, não implicam, em princípio, em novos investimentos nas redes.

3.3 – Atributos a Serem Considerados

Para aplicação da metodologia proposta é necessário determinar uma série de atributos para cada conjunto. Estes atributos devem descrever as principais características físicas das redes, o que guarda uma relação direta com o desempenho relativo a DEC e FEC. Além destes aspectos físicos deve-se considerar também atributos sócio-econômicos dos conjuntos. Assim, dentre outros parâmetros a serem analisados pode-se incorporar:

- quilômetros de rede primária – circuito simples e duplo;
- quilômetros de rede secundária;
- quilômetros de rede subterrânea;
- potência instalada;
- número de transformadores instalados;
- número de unidades consumidoras por classe de consumo;
- consumo por classe;
- área de atendimento (km²);

Com os atributos quantificados por conjunto, procede-se a formação dos *clusters*, considerando-se que, por apresentarem características físicas e econômicas próximas estes conjuntos devem ter, em princípio, desempenhos semelhantes.

Para a aplicação da metodologia aqui apresentada é fundamental que os atributos sejam corretamente determinados, uma vez que os mesmos são a base de toda classificação a ser feita. A implementação deste método deverá passar por um processo de depuração a cada ciclo de definição das metas, uma vez que a maioria das distribuidoras ainda não dispõem de sistemas de gerência de redes e de dados confiáveis.

A correta determinação destes atributos é uma das partes mais sensíveis da metodologia aqui proposta. Assim, é conveniente que nos primeiros ciclos de aplicação da mesma os valores encontrados com o método sejam adotados apenas como valores de referência. Os valores definitivos a serem atribuídos às empresas devem ser validados junto às concessionárias visando incorporar realidades que a simples classificação não consegue traduzir.

A medida que os dados sejam mais rigorosamente determinados pelas empresas e que os atributos mais relevantes sejam identificados mais claramente, estes valores poderão ser tomados com maior segurança para a definição das metas a serem cumpridas pelas empresas.

3.4 – Comentários sobre o Método Proposto.

O método proposto, baseia-se numa técnica estatística de tratamento de dados que é, acima de tudo, uma técnica exploratória. Assim, seus resultados devem ser tomados como valores indicativos. Em geral estas técnicas são utilizadas quando não se consegue escrever um conjunto de equações que permitam definir com exatidão os valores a serem assumidos por determinadas variáveis de um problema. Assim, com base nos valores assumidos por estas variáveis, sob certas condições de contorno, busca-se prever os valores possíveis de serem assumidos pelas mesmas com base numa análise estatística do seu comportamento em condições similares. Desta forma esta metodologia será sempre uma ferramenta auxiliar na negociação com as empresas.

Outra característica relevante é que, sendo um problema de análise estatística multivariada, nem sempre seus resultados permitem uma fácil interpretação, particularmente quando o número de dimensões supera três, tornando impossível a representação geométrica de todas as variáveis.

A ocorrência de conjuntos classificados em um *cluster* com características significativamente diferentes do seu centróide poderá acontecer uma vez que o critério de agrupamento será a distancia Euclidiana entre os atributos. Assim, os conjuntos devem apresentar maior diferença entre seus atributos a medida que cresce sua distância para o centróide. Desta forma, quanto menor a dispersão intra-cluster mais homogêneos serão os atributos dos seus conjuntos associados. Contudo, mesmo apresentando diferenças sensíveis, a classificação obtida será a melhor possível para o conjunto de dados disponível e o método de classificação utilizado.

Apesar do fato de que nos primeiros ciclos de aplicação desta metodologia alguns dados necessitem ser estimados, com esta abordagem a Agência Reguladora terá maior autonomia para estabelecer as metas de desempenho (DEC e FEC) para os conjuntos definidos pelas empresas, uma vez que as propostas para as metas estarão considerando informações de muitos agentes diferentes.

A possibilidade de poder comparar empresas é fundamental para a Agência Reguladora, uma vez que a relação entre o agente regulador e regulado envolve uma forte dependência do fluxo de informação das empresas reguladas para a agência reguladora o que implica numa grande assimetria de informações neste relacionamento. Assim sendo, a comparação de empresas permite minimizar esta lacuna decorrente de tal assimetria.

3.5 – Metodologia para Regulação por Desempenho

Dentre os modelos clássicos de regulação por desempenho destacam-se: *Yardstick Competition* e *Benchmark* [7][8]. Considerando que ambos os conceitos poderão ser utilizados na metodologia proposta analisa-se a seguir cada um deles.

3.5.1 – Yardstick Competition

Modelo no qual as empresas são estimuladas a adotarem um desempenho baseado em um comportamento padrão. A fixação deste padrão decorre das análises de desempenho dos agentes que compõem o universo considerado e do padrão que se julga razoável atingir. Nesta abordagem, as empresas que se situam abaixo da referência tem uma margem de folga para seu desempenho. As empresas situadas acima desta marca devem buscar melhorar seus indicadores para aproximar-se do valor de referência. Para identificação desta marca de referência pode-se adotar muitas técnicas diferentes, dependendo de cada contexto em que se trabalha e do desempenho que se busca atingir. Analisa-se a seguir uma técnica passível de aplicação, que permitirá uma maior compreensão do problema.

- A técnica consiste em determinar a reta que passa pelo ponto médio das coordenadas que representam os desempenhos das empresas avaliadas. A figura 13 representa esta forma de definir o padrão a ser adotado. Verifica-se que a meta a ser atingida é representada pela norma do vetor que apresenta a menor distância entre o atual ponto de desempenho e a reta determinada. Esta reta passa pelo valor de desempenho fixado como aquele a ser atingido.

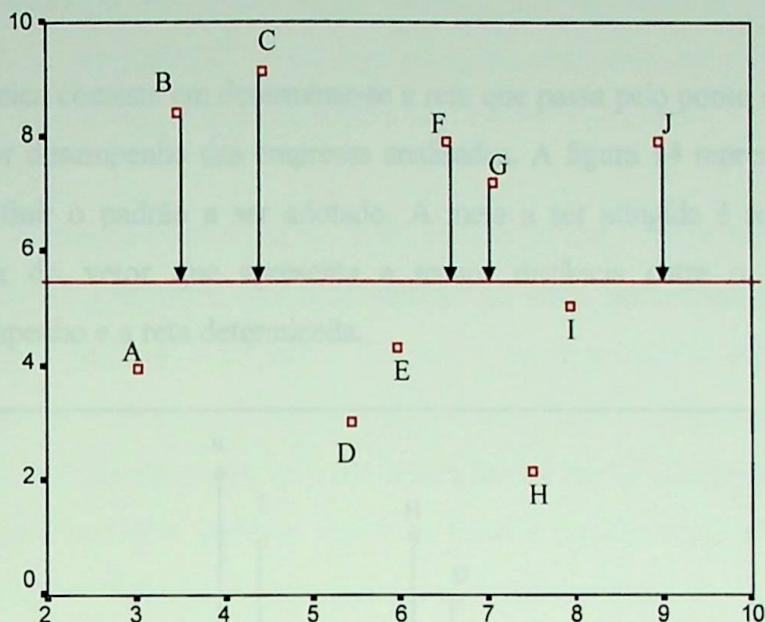


Figura 13 – Yardstick Competition

Com base na figura acima, verifica-se que os conjuntos B,C,F,G e J devem evoluir seus desempenhos visando atingir a reta que define o desempenho desejável para o agrupamento estudado. Os conjuntos A, D, E, H e I encontram na reta apresentada o limite de desempenho que podem atingir, devendo permanecer no semiplano inferior delimitado pela mesma.

Neste exemplo, considerou-se que a meta foi estabelecida com base no desempenho médio das empresas, porém pode-se adotar como padrão de desempenho valores diferentes como, por exemplo, medidas de posição (mediana, moda, percentis, etc.). Cada aplicação poderá demandar um parâmetro de controle diferenciado.

3.5.2 – Benchmark

Modelo no qual as empresas são estimuladas a adotarem um padrão de desempenho baseado no comportamento do melhor elemento do universo analisado. Nesta abordagem, as empresas que apresentam desempenhos inferiores ao do melhor elemento são estimuladas a alcançarem este padrão de desempenho. Para identificação do elemento de referência, a exemplo do *Yardstick*, pode-se adotar diferentes técnicas. A

seguir descreve-se uma das possibilidades, visando tornar mais clara a abordagem do problema.

- A técnica consiste em determinar-se a reta que passa pelo ponto que representa o melhor desempenho das empresas analisadas. A figura 14 representa esta forma de definir o padrão a ser adotado. A meta a ser atingida é representada pela norma do vetor que apresenta a menor distância entre o atual ponto de desempenho e a reta determinada.

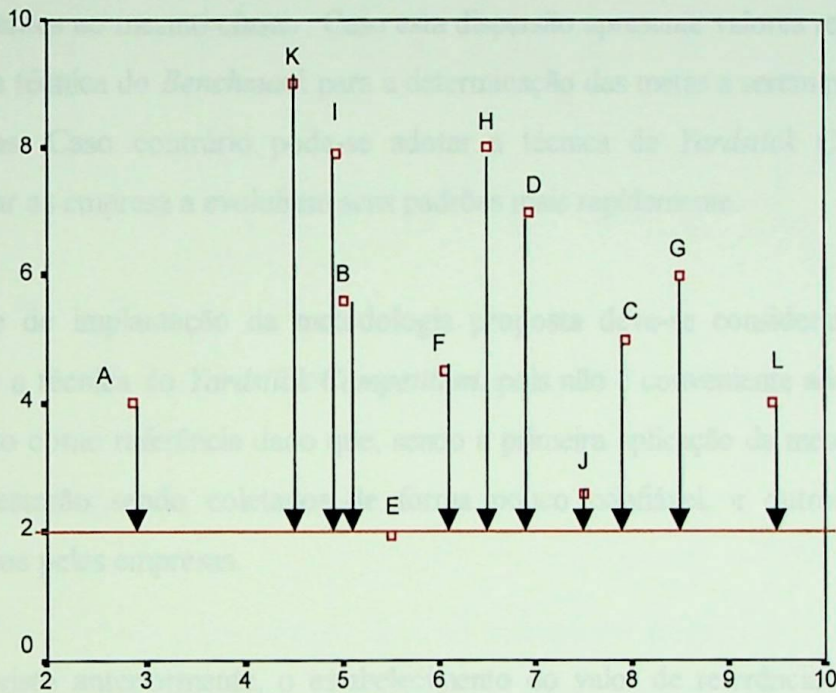


Figura 14 – *Benchmark*

No exemplo apresentado na figura 14, a empresa E é aquela de melhor desempenho dentro universo analisado. Assim, as demais empresas devem evoluir seus padrões de desempenho visando atingir esta fronteira de eficiência.

3.6 – Método de Regulação de Desempenho a ser adotado

Os métodos discutidos apresentam significativas vantagens se utilizados para definir as metas de desempenho das distribuidoras de energia elétrica. O método *Yardstick Competition* deve ser utilizado quando as empresas apresentam desempenhos muito distantes entre si, ficando claro que existem significativos espaços para melhorias a serem conseguidas, sendo conveniente perceber que desempenhos levemente superiores

poderão ter ocorrido em decorrência de fatores circunstanciais, não sendo conveniente adotar estes valores como metas a serem definidas para as demais empresas. O método *Benchmark* deve ser utilizado quando as empresas encontram-se próximas do limite tecnológico e buscam-se ganhos que serão cada vez mais reduzidos.

Desta forma, a metodologia proposta deve incorporar estes dois conceitos. Para isto, após definir os agrupamentos conforme descrito no início deste capítulo e no capítulo anterior, deve-se verificar a dispersão do padrão de desempenho entre os conjuntos pertencentes ao mesmo *cluster*. Caso esta dispersão apresente valores reduzidos pode-se adotar a técnica do *Benchmark* para a determinação das metas a serem propostas para as empresas. Caso contrário pode-se adotar a técnica de *Yardstick Competition* para estimular as empresa a evoluírem seus padrões mais rapidamente.

Na fase de implantação da metodologia proposta deve-se considerar para todos os *clusters* a técnica do *Yardstick Competition*, pois não é conveniente adotar-se o melhor elemento como referência dado que, sendo a primeira aplicação da metodologia, muitos dados estarão sendo coletados de forma pouco confiável, e outros estarão sendo estimados pelas empresas.

Como visto anteriormente, o estabelecimento do valor de referência está associado a certo grau de discricionariedade. Para minimizar esta possibilidade de arbítrio deve-se considerar a adoção de um certo intervalo de confiança para o estabelecimento das metas a serem alcançadas. Assim, uma hipótese inicial é considerar que a meta a ser atingida pelas empresas equivale ao valor suplantado por um certo número de conjuntos componentes de cada *cluster*.

A metodologia aqui descrita será utilizada para definir as metas relativas a dois parâmetros simultaneamente, assim, para cada *cluster* dois atributos definidores de sua qualidade serão identificados.

Com isto, cada *cluster* terá associado um valor de meta final para o DEC e FEC dos seus conjuntos componentes, conforme ilustrado na figura 15, o ponto formado pela meta de DEC e FEC poderá não corresponder a um conjunto real e sendo o ponto cujas coordenadas decorrerão dos valores propostos como referência para todo conjunto.

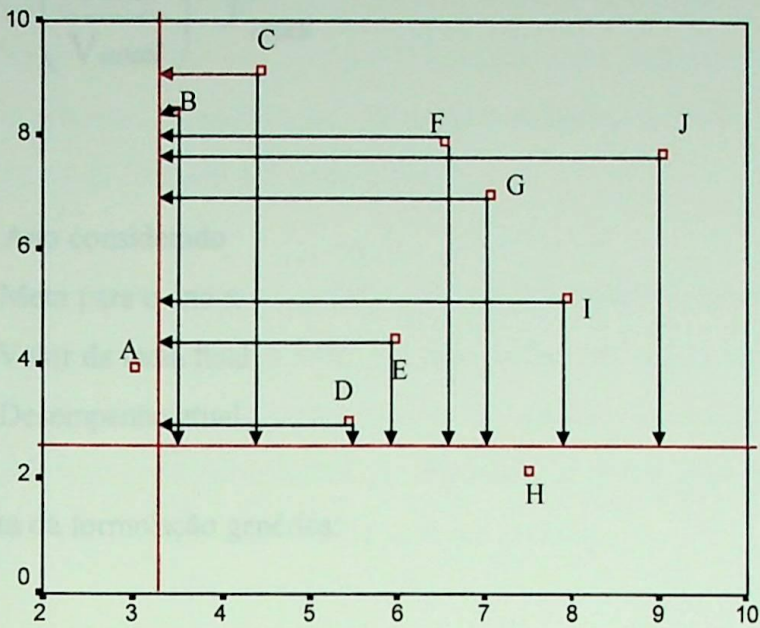


Figura 15 – Metas para DEC e FEC

3.7 – Tempo de transição

Escolhido o método a ser adotado, deve ser definido em quanto tempo pretende-se fazer a transição do patamar atual de desempenho, para o patamar desejado. Este período deve ser definido tendo-se em conta as características de cada sistema e a variação de desempenho requerida.

Para o estudo de caso desenvolvido no capítulo IV, adotou-se como tempo médio para a transição o período de duas revisões tarifárias médias, ou seja oito anos. Desta forma, adotando-se uma taxa de melhoria constante para este período tem-se:

$$V_{ano(x)} = \left(e^{\frac{\ln \frac{V_{meta}}{V_{atual}}}{8}} \right)^{(x)} \cdot V_{atual} \quad (20)$$

Que pode ser simplificada para ;

$$V_{ano(x)} = \left(\frac{V_{meta}}{V_{atual}} \right)^{\frac{x}{8}} \cdot V_{atual} \quad (21)$$

Onde:

x = Ano considerado

$V_{ano(x)}$ = Meta para o ano x

V_{meta} = Valor da meta final

V_{atual} = Desempenho atual

Que resulta da formulação genérica:

$$V_{meta} = V_{atual} \cdot (1 + i)^n \quad (22)$$

3.8 – Conclusão

No trabalho aqui apresentado será adotada a técnica de *Yardstick Competition*, uma vez que a implantação desta técnica e a sua repetição por diversos ciclos de definição das metas de desempenho, a serem cumpridas pelas empresas, permitirá ao órgão regulador identificar quando os conjuntos encontram-se com desempenhos próximos ao limite tecnológico. Neste ponto tornar-se-á conveniente a adoção da técnica de *Benchmark*.

É fundamental ter em mente que a adoção de técnicas de comparação de empresas permitirá ao órgão regulador superar a natural desvantagem decorrente da forte assimetria de informações com relação à capacidade das distribuidoras proverem um serviço adequado ao consumidor, maximizando o uso dos seus recursos disponíveis.

Este desempenho deverá ser pactuado entre a agência reguladora e as concessionárias distribuidoras de energia, quando do estabelecimento de suas metas de desempenho para o DEC e FEC. Estas metas são, então, obtidas através de parâmetros relativos e não absolutos como no passado. Esta forma de tratar a regulação está baseada em conceitos de mercado, onde a qualidade entre os produtos é relativa, variando em função do ofertante.

Entretanto, ao aplicar este método corre-se o risco de acordos entre as distribuidoras no sentido de estabelecer um patamar comum, evitando a desejada competição entre as mesmas. Neste ponto deve-se permear a regulação com parâmetros absolutos advindos dos consumidores. A verificação junto aos consumidores do nível adequado de qualidade torna-se fundamental neste processo.

Estado de Caso

Ao considerar o nível ótimo de qualidade, torna-se imperativo confrontar com os custos associados para obtenção deste nível. No lado da concessionária este custo se refere aos custos de investimento no sistema, enquanto que no lado do consumidor estes custos se referem aos custos de interrupção. A disposição a pagar pela melhor qualidade de fornecimento por parte do consumidor deve ser avaliada.

Os atributos foram escolhidos respeitando-se as atuais limitações das empresas para informar os dados de seus sistemas de forma confiável. Cabe salientar que as diversas empresas apresentam diferentes níveis de conhecimento de seus sistemas, com isto, o grau de confiabilidade dos dados informados varia muito de empresa para empresa. Contudo, a preferência a ser tratado demanda que sejam coletados dados de todos os serviços por todas as empresas, o que implica em utilizar-se o conjunto mínimo de dados que possam ser enviados por todas elas.

Para identificação dos atributos foram realizadas diversas reuniões com todas as concessionárias a partir das quais construiu-se uma coleção de mais de 20 atributos a serem considerados. Porém, ao longo da elaboração dos trabalhos constatou-se que muitas empresas apresentavam dificuldades na obtenção de vários desses atributos. Assim, optou-se por considerar apenas cinco atributos básicos, para cada conjunto de unidades consumidoras, na elaboração deste estudo, que são:

1. Área de cada conjunto- Área - em km²;
2. Extensão da rede primária - RÁP - em km;
3. Potência instalada- Potinst - em kVA;

CAPÍTULO IV

Estudo de Caso

4.1 Introdução

A metodologia aqui proposta é aplicada a 4135 conjuntos de 56 concessionárias distribuidoras de todo país. Devido ao grande volume de dados a serem tratados, torna-se necessária a utilização de aplicativo orientado para estatística. Para elaboração dos casos testes desta metodologia utilizou-se o programa estatístico SPSS, versão 10.0, da SPSS Inc..

Os atributos foram escolhidos respeitando-se as atuais limitações das empresas para informar os dados de seus sistemas de forma confiável. Cabe salientar que as diversas empresas apresentam diferentes níveis de conhecimento de seus sistemas, com isto, o grau de confiabilidade dos dados informados varia muito de empresa para empresa. Contudo, o problema a ser tratado demanda que sejam coletados dados de todos os atributos por todas as empresas, o que implica em utilizar-se o conjunto mínimo de dados que possam ser enviados por todas elas.

Para identificação dos atributos foram realizadas diversas reuniões com todas as concessionárias a partir das quais construiu-se uma relação de mais de 20 atributos a serem considerados. Porém, ao longo da elaboração dos trabalhos, constatou-se que muitas empresas apresentavam dificuldades na obtenção de vários destes atributos. Assim, optou-se por considerar apenas cinco atributos básicos, para cada conjunto de unidades consumidoras, na elaboração deste estudo, que são:

1. Área de cada conjunto- Área - em km^2 ;
2. Extensão da rede primária – RAP - em km;
3. Potência instalada- Potinst - em kVA;

4. Número de consumidores - Ncons;
5. Consumo médio mensal de cada conjunto – CMM - em MWh;

Com isto, o problema é definido como uma análise multidimensional de cinco dimensões.

Pretendia-se desagregar mais estas informações, porém constatou-se a total inviabilidade de se obter informações mais desagregadas das empresas nesta primeira aplicação. Evidenciou-se que poucas empresas dispõem atualmente de sistemas de gerência de redes em uso rotineiro, o que dificulta sobremaneira a realização deste trabalho. No entanto, considerando que nos próximos três anos a grande maioria das empresas contarão com sistemas de gerência de redes, a qualidade dos dados informados melhorará significativamente.

4.2 Estudo de caso

O estudo a seguir apresentado demandou a formação de 30 *clusters* e o processamento de uma significativa base de dados. Desta forma, nos próximos itens serão detalhados alguns resultados obtidos, não sendo feita uma análise exaustiva dos *clusters* e da totalidade das empresas, considerando que as análises apresentadas são passíveis de generalização, para todo universo de resultados obtidos.

4.2.1 – Definição do número de clusters

Com base nos dados informados, pode-se verificar na figura 16, a distribuição dos valores de DEC e FEC hoje praticados, onde se torna evidente a grande dispersão dos dados de desempenho das concessionárias. Desta forma, torna-se conveniente a adoção de medidas que concorram para uma maior uniformização destes valores, o que implica atender de forma mais homogênea aos consumidores finais de energia elétrica.

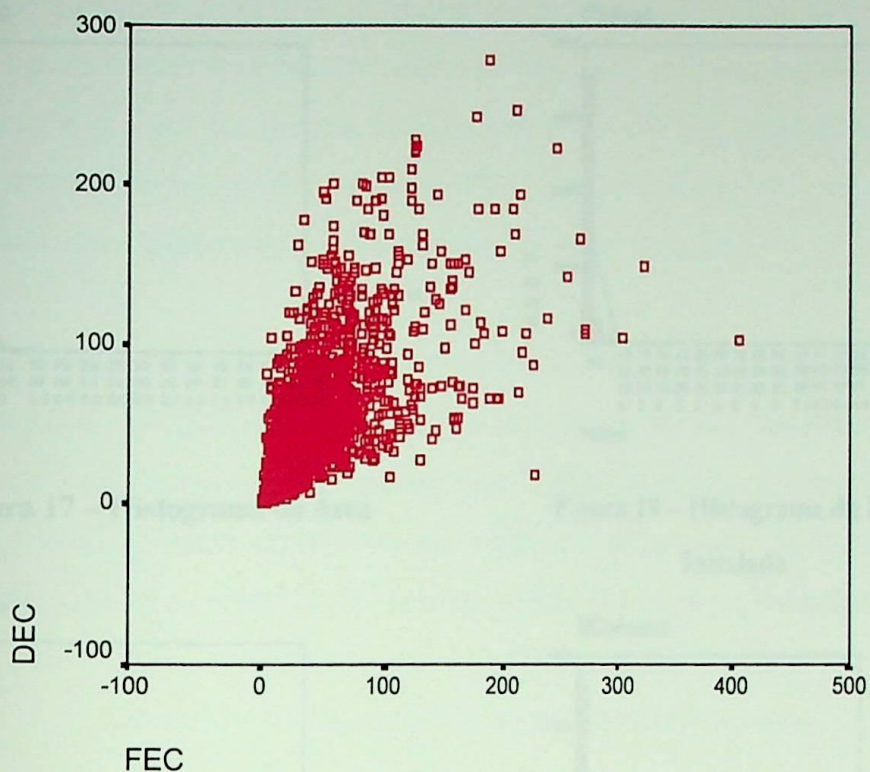


Figura 16 – Dispersão do DEC e FEC dos conjuntos informados

A tabela 42 apresenta os principais parâmetros estatísticos dos atributos informados, onde se pode verificar numericamente a grande variância dos dados. Devido a esta expressiva variância é necessário um tratamento prévio dos dados antes de classificar os conjuntos em *clusters*.

Tabela 42 – Dados estatísticos dos atributos considerados

	Área	RAP	PotInst	Ncons	CMM
N de Conj.	4135	4135	4135	4135	4135
Média	888.66	355.13	19718.97	9439.31	3759.55
Desvio Padrão	2775.94	4256.45	67980.39	32782.47	20363.95
Variância	7705848.48	18117413.78	4621334516.08	1074690274.56	414690739.92
Mínimo	.19	.02	1.00	1	.00
Máximo	65127.20	251885.00	1508425.00	699661	641349.00

As figuras 17 a 21 apresentam os histogramas para cada atributo considerado, a partir dos quais pode-se verificar a grande dispersão entre os valores informados. Esta grande dispersão provoca uma forte concentração dos dados próximo a origem dos gráficos, o que dificulta uma boa visualização dos mesmos.



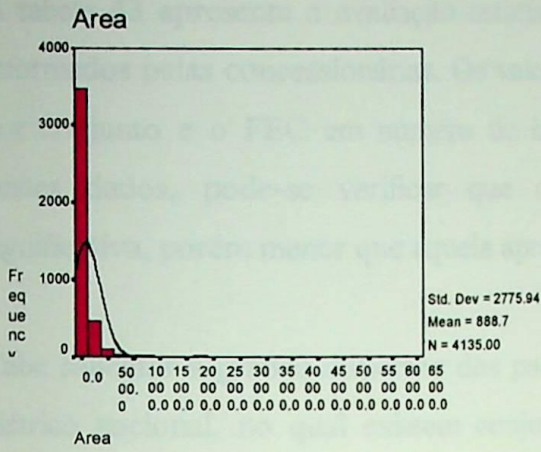


Figura 17 – Histograma da Área

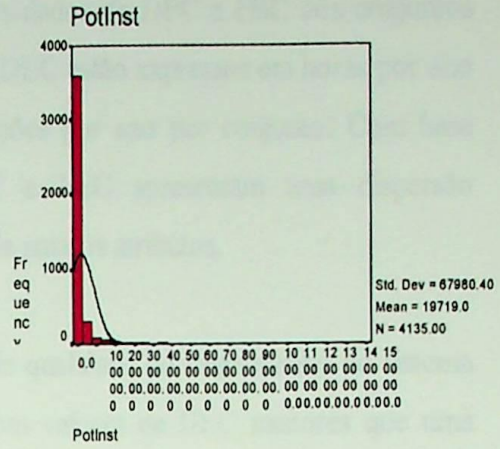


Figura 19 – Histograma da Potência Instalada

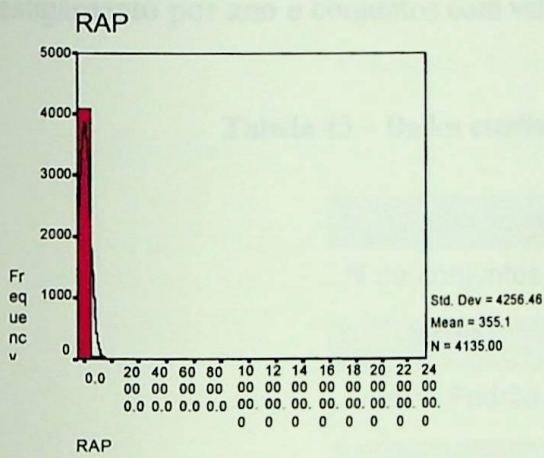


Figura 18 – Histograma da Rede Primária

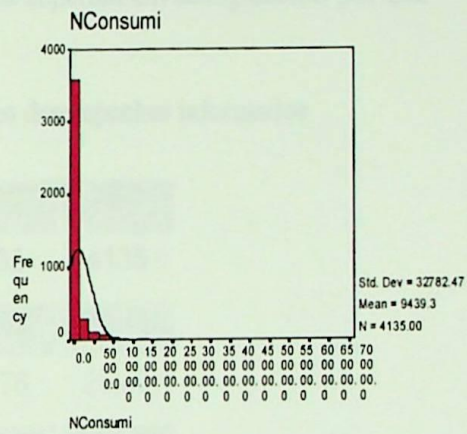


Figura 20 – Histograma do Número de Consumidores

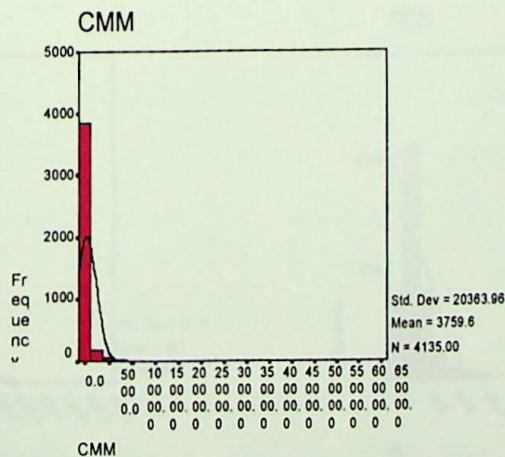


Figura 21 – Histograma do Consumo Médio Mensal

A tabela 43 apresenta a avaliação estatística dos dados de DEC e FEC dos conjuntos informados pelas concessionárias. Os valores de DEC estão expressos em horas por ano por conjunto e o FEC em número de interrupções por ano por conjunto. Com base nestes dados, pode-se verificar que o DEC e FEC apresentam uma dispersão significativa, porém menor que aquela apresentada para os atributos.

Cabe salientar a grande dispersão dos padrões de qualidade do desempenho do sistema elétrico nacional, no qual existem conjuntos com valores de DEC menores que uma hora por ano e outros com valores que superam 10 dias por ano de desligamento. Com relação ao FEC, observa-se, igualmente, conjuntos com valores inferiores a um desligamento por ano e conjuntos com valores que superam um desligamento por dia.

Tabela 43 – Dados estatísticos dos desempenhos informados

	DEC	FEC
N de conjuntos	4135	4135
Média	35,69	29,19
Desvio Padrão	31,76	29,49
Variância	1008,43	869,78
Mínimo	0,07	0,08
Máximo	278,52	405,67

As figuras 22 e 23, a seguir, apresentam graficamente esta dispersão.

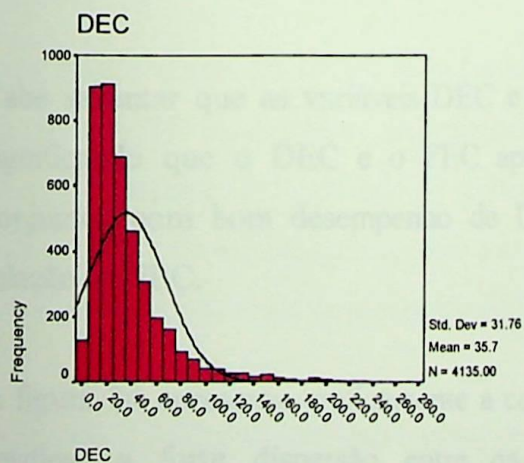


Figura 22 – Histograma do DEC

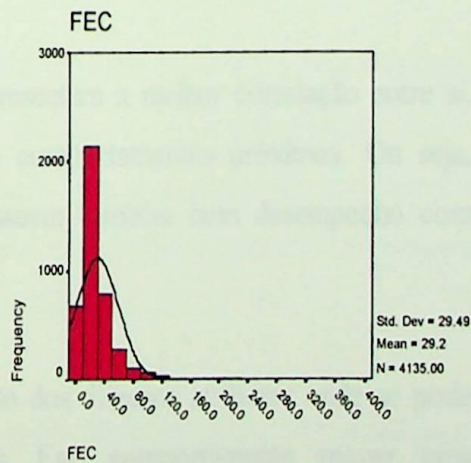


Figura 23 – Histograma do FEC

Com base nas figuras 22 e 23, observa-se que tanto o DEC quanto o FEC apresentam uma forte assimetria em relação à curva normal definida pelos seus valores originais. Desta forma, para a determinação de metas para os conjuntos, é necessário utilizar medidas de posição, uma vez que esta assimetria prejudica tratamentos considerando valores obtidos a partir da média e desvio padrão.

Com o objetivo de validar os atributos escolhidos, a tabela 44 apresenta um estudo de correlação entre eles, utilizando o Método de Pearson. Esta análise permite verificar o grau de dependência entre as variáveis, o que poderia significar a possibilidade de redução da dimensão do problema sem perda de informação.

Tabela 44 – Correlação Método de Pearson

	Área	RAP	PotInst	Nconsu	CMM	DEC	FEC
Area	1,000	0,139	0,118	0,067	0,052	0,117	0,146
RAP	0,139	1,000	0,101	0,069	0,054	-0,026	-0,016
PotInst	0,118	0,101	1,000	0,629	0,406	-0,160	-0,138
Ncons	0,067	0,069	0,629	1,000	0,304	-0,156	-0,128
CMM	0,052	0,054	0,406	0,304	1,000	-0,113	-0,088
DEC	0,117	-0,026	-0,160	-0,156	-0,113	1,000	0,692
FEC	0,146	-0,016	-0,138	-0,128	-0,088	0,692	1,000
N de Conj.	4135	4135	4135	4135	4135	4135	4135

Na tabela anterior, observa-se que as variáveis ou atributos utilizados para a classificação dos conjuntos em seus respectivos *clusters* apresentam certo grau de independência, sendo o número de consumidores e a potência instalada aquelas que possuem a maior correlação entre si.

Cabe salientar que as variáveis DEC e FEC apresentam a melhor correlação entre si, significando que o DEC e o FEC apresentam comportamentos próximos. Ou seja, conjuntos com bom desempenho de DEC possuem também bom desempenho com relação ao FEC.

A figura 24 apresenta graficamente a comparação dos diversos atributos onde se pode verificar a forte dispersão entre os mesmos. Este comportamento requer uma transformação dos dados visando torná-los melhor conformados estatisticamente.

A aplicação das técnicas de análise de *cluster* com os dados informados, sem

transformá-los, resulta na formação de poucos *clusters* com muitos elementos e diversos *clusters* com poucos elementos. Para a base estudada, verificou-se um único *cluster* com aproximadamente 2000 elementos e 15 *clusters* com menos de 5 elementos, para 30 *clusters* formados. Em outras palavras, a grande variância dos dados de um mesmo atributo não permite a aplicação direta das técnicas de agrupamento sem que os *clusters* formados resultem em agrupamentos pouco expressivos.

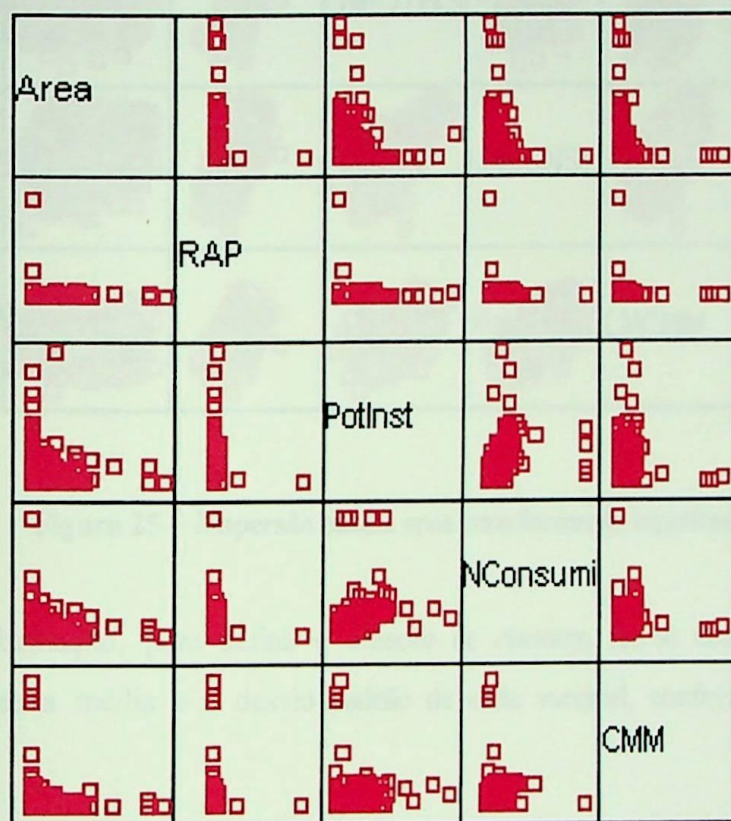


Figura 24 – Dispersão entre as variáveis escolhidas

Para este tratamento foram testadas várias transformações possíveis e optou-se pela transformação logarítmica, utilizando-se neste trabalho o logaritmo natural, muito utilizada em estatística quando se trabalha com dados que apresentam grande dispersão entre si. Esta transformação implica tornar os dados melhor distribuídos estatisticamente o que permite classificá-los mais eficazmente.

A figura 25 apresenta os dados tratados com a transformação proposta. Nela observa-se a redução na dispersão dos dados o que se traduz pela melhor distribuição dos dados no gráfico apresentado.

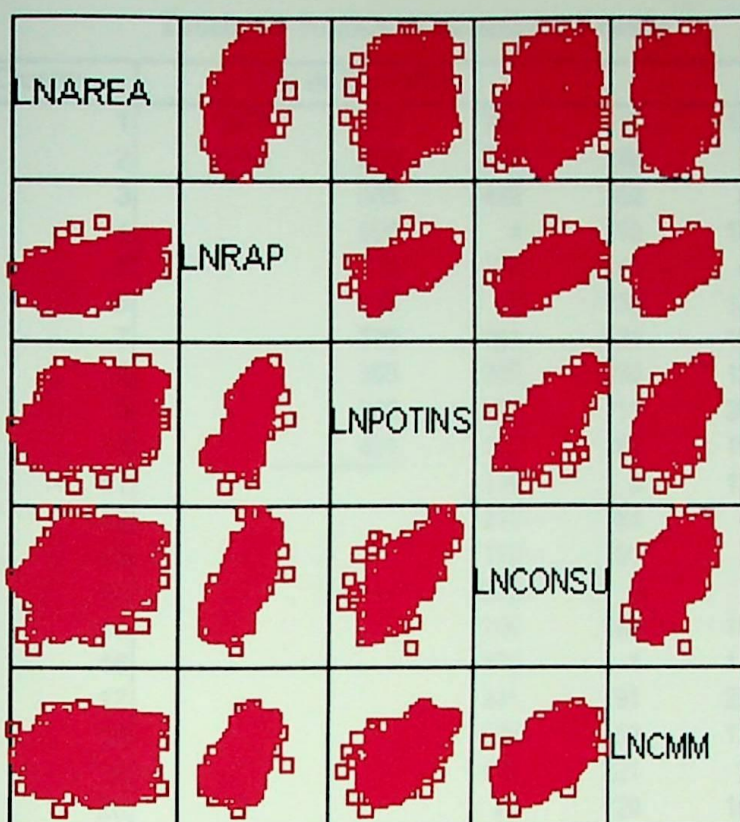


Figura 25 – Dispersão obtida após transformação logarítmica

Feita a transformação, para definir o número de *clusters*, fez-se uma padronização considerando-se a média e o desvio padrão de cada variável, conforme definido no capítulo II.

Após estas transformações, busca-se definir o melhor número de *clusters* a serem formados. O número de *clusters* a ser definido deve promover a minimização da dispersão intra-cluster satisfazendo a relação de compromisso entre a redução da dispersão e o número de *clusters* formados. Ressalta-se que quanto maior o número de *clusters*, menor é a dispersão intra-cluster e maior a dispersão inter-cluster.

A tabela 45 apresenta o número de elementos em cada *cluster*. Foram formados 2, 10, 20, 30 e 40 *clusters* para a determinação do melhor número a ser considerado.

Tabela 45- Número de elementos por cluster

Cluster	N de Elementos				
1	1875	220	247	316	125
2	2260	268	263	186	34
3		465	422	152	88
4		500	4	193	109
5		735	136	249	40
6		135	8	158	119
7		586	261	131	137
8		393	280	230	125
9		342	226	11	287
10		491	158	191	101
11			116	3	133
12			210	84	45
13			119	91	1
14			279	8	4
15			206	186	196
16			473	1	143
17			241	91	255
18			296	150	128
19			117	221	91
20			73	129	158
21				74	268
22				44	40
23				309	85
24				252	109
25				50	94
26				124	163
27				33	122
28				235	147
29				169	1
30				64	127
31					40
32					206
33					56
34					6
35					1
36					46
37					156
38					33
39					110
40					6

Observa-se na tabela anterior que houve uma boa distribuição quanto ao número de conjuntos entre os *clusters* formados, o que era o objetivo inicial da transformação proposta. Cabendo salientar que *clusters* com pequeno número de elementos poderão ser eliminados, e seus elementos reclassificados entre os demais *clusters*.

As figuras 26 a 30 apresentam a dispersão intra-cluster considerando-se diversos número de *clusters* formados.

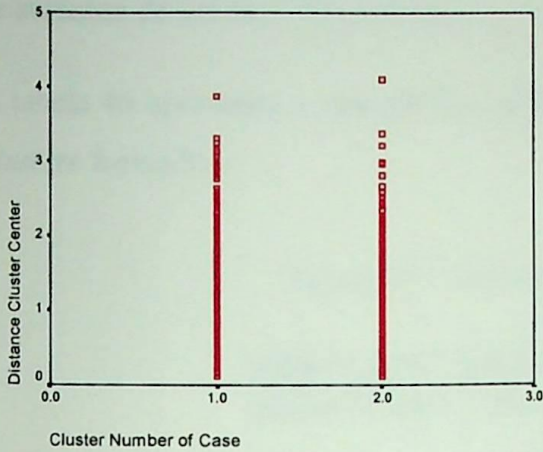


Figura 26 – Dispersão intra-cluster para 2 cluster

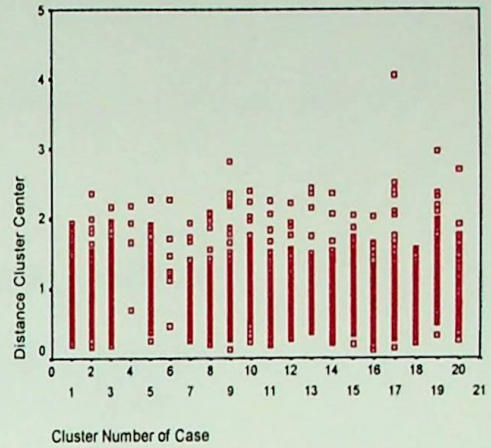


Figura 28 – Dispersão intra-cluster para 20 clusters

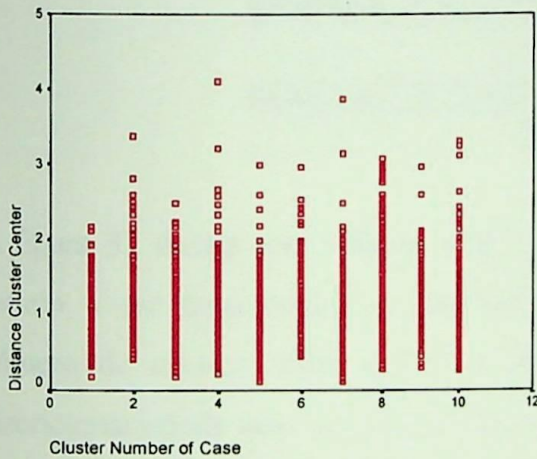


Figura 27 – Dispersão intra-cluster para 10 clusters

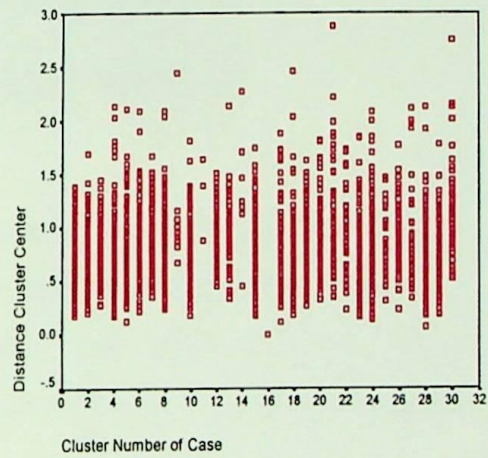


Figura 29 – Dispersão intra-cluster para 30 clusters

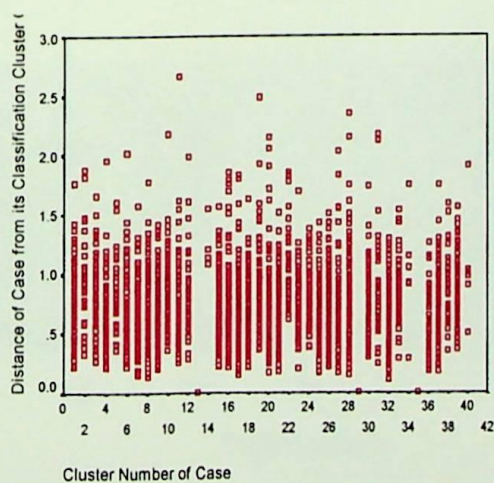


Figura 30 – Dispersão intra-cluster para 40 clusters

As figuras anteriores demonstram a redução da dispersão intra-cluster quando aumenta-

se o número de *clusters*. Pode-se observar que não existe redução significativa quando se aumenta de 30 para 40 *clusters*.

A tabela 46 apresenta a redução das distâncias intra-cluster para os diversos números de *clusters* formados.

Tabela 46 – Somatório das distâncias intra-cluster

Número de Clusters	Somatório das distâncias	%
1	8284.04	100.00
2	6835.11	82.51
10	4205.77	50.77
20	3545.11	42.79
30	3219.72	38.87
40	2938.09	35.47
50	2798.15	33.78

A figura 31 ilustra esta redução onde se verifica que 30 *clusters* são suficientes para o estudo a ser feito, uma vez que, não existem significativos ganhos ao aumentar o número de *clusters* além de 30. A escolha deste valor envolve um certo grau de discricionarietàade uma vez que, adotar-se 20 ou 40 *clusters* não faria variar o somatório da distância intra-cluster significativamente.

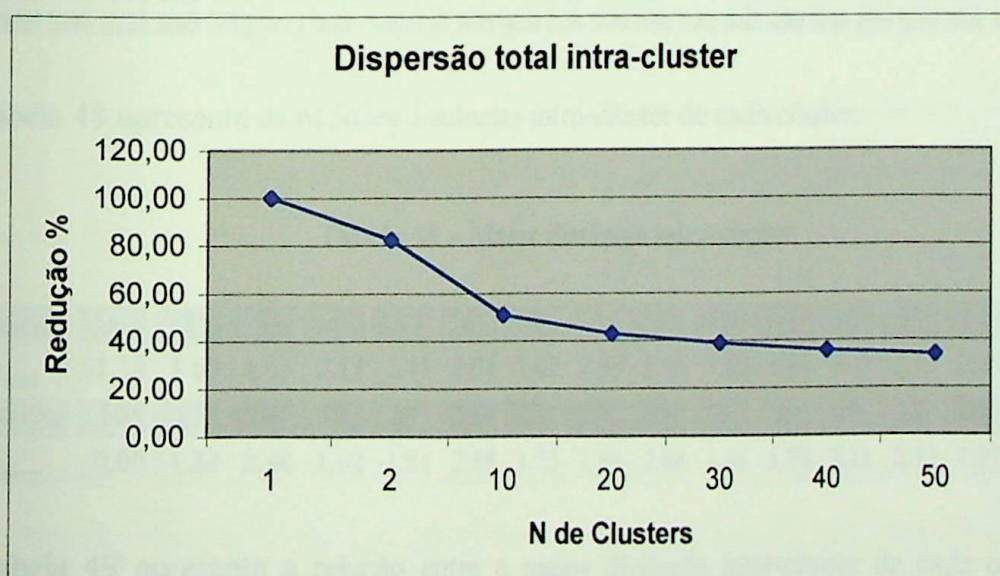


Figura 31 – Redução da dispersão intra-cluster com o aumento do número de *clusters*

A tabela 47 apresenta a distância inter-cluster para os 30 *clusters* formados; esta

distância representa o grau de afastamento entre os *clusters* e, quanto maior a distância entre os *clusters*, mais diferenciados serão. É desejável que esta distância seja a maior possível.

Tabela 47 – Matriz de distância inter-cluster

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1		1.22	1.35	2.61	1.53	1.31	2.40	2.35	2.43	2.21	3.32	4.73	1.90	2.91	4.00	4.66	2.60	1.35	2.51	1.23	3.69	4.92	1.19	1.93	2.52	1.85	3.08	1.79	1.21	3.04
2	1.22		1.65	3.42	1.34	1.88	2.00	2.55	2.74	2.72	3.30	5.31	1.64	3.51	4.72	5.09	2.55	1.43	3.22	1.47	3.45	4.70	2.06	2.47	1.63	1.73	2.13	2.57	2.08	3.31
3	1.35	1.65		3.34	1.43	1.64	2.68	2.42	2.96	2.95	4.40	5.29	1.76	2.97	4.68	5.73	1.54	2.01	3.12	1.16	3.18	4.42	2.14	2.35	2.54	2.44	2.74	2.51	1.46	3.56
4	2.61	3.42	3.34		2.96	2.58	3.78	3.89	4.32	2.58	4.07	3.19	4.47	3.59	1.57	3.58	4.70	2.26	1.56	3.65	5.85	6.94	1.76	2.82	4.45	2.48	5.43	1.40	1.89	1.70
5	1.53	1.34	1.43	2.96		1.24	2.81	3.25	3.68	2.21	3.81	4.46	2.54	3.49	4.06	4.95	2.74	0.99	2.45	1.77	4.22	5.46	1.75	2.91	1.79	1.95	2.71	2.52	1.58	2.54
6	1.31	1.88	1.64	2.58	1.24		3.39	3.52	3.66	1.43	3.35	3.82	2.74	2.92	3.62	4.28	3.14	1.30	1.75	1.51	4.65	5.92	1.07	3.00	2.34	2.44	3.29	2.39	1.33	2.60
7	2.40	2.00	2.68	3.78	2.81	3.39		1.65	2.84	4.31	4.20	6.41	2.53	3.63	5.23	5.87	3.04	2.67	4.31	2.91	3.05	4.07	3.23	1.74	3.37	1.55	3.32	2.54	2.82	3.95
8	2.35	2.55	2.42	3.89	3.25	3.52	1.65		1.88	4.52	4.94	6.74	2.21	3.55	5.45	6.45	2.37	3.24	4.52	2.78	2.22	3.17	3.32	1.14	4.08	2.54	3.84	2.51	2.69	4.60
9	2.43	2.74	2.96	4.32	3.68	3.66	2.84	1.88		4.25	4.63	6.83	2.08	4.38	5.78	6.30	2.95	3.55	4.69	2.81	2.72	3.57	3.34	2.29	4.10	3.40	3.94	3.17	3.26	5.13
10	2.21	2.72	2.95	2.58	2.21	1.43	4.31	4.52	4.25		3.09	2.96	3.74	3.98	3.14	3.41	4.36	1.81	1.37	2.67	5.77	7.01	1.32	3.87	2.92	3.13	4.18	2.94	2.31	2.47
11	3.32	3.30	4.40	4.07	3.81	3.35	4.20	4.94	4.63	3.09		4.79	4.22	4.11	4.74	2.90	5.56	3.18	3.64	3.61	6.14	7.36	3.15	4.43	3.50	3.50	4.38	3.97	4.01	3.98
12	4.73	5.31	5.29	3.19	4.46	3.82	6.41	6.74	6.83	2.96	4.79		6.50	5.32	2.17	2.99	6.80	3.99	2.25	5.29	8.34	9.55	3.57	5.79	5.43	4.92	6.80	4.43	4.18	2.81
13	1.90	1.64	1.76	4.47	2.54	2.74	2.53	2.21	2.08	3.74	4.22	6.50		3.64	5.90	6.27	1.68	2.88	4.33	1.38	2.21	3.49	3.05	2.71	2.53	3.01	2.03	3.41	2.83	4.75
14	2.91	3.51	2.97	3.59	3.49	2.92	3.63	3.55	4.38	3.98	4.11	5.32	3.64		4.70	5.11	3.88	3.46	3.61	2.81	4.73	5.89	3.14	3.08	4.31	3.33	4.52	3.06	2.74	4.19
15	4.00	4.72	4.68	1.57	4.06	3.62	5.23	5.45	5.78	3.14	4.74	2.17	5.90	4.70		3.20	6.11	3.39	1.97	4.94	7.38	8.48	2.93	4.37	5.45	3.80	6.63	2.95	3.27	1.98
16	4.66	5.09	5.73	3.58	4.95	4.28	5.87	6.45	6.30	3.41	2.90	2.99	6.27	5.11	3.20		7.20	4.13	3.23	5.32	8.16	9.38	3.74	5.53	5.40	4.61	6.65	4.41	4.68	3.55
17	2.60	2.55	1.54	4.70	2.74	3.14	3.04	2.37	2.95	4.36	5.56	6.80	1.68	3.88	6.11	7.20		3.39	4.63	2.12	2.01	3.11	3.59	2.94	3.31	3.50	2.77	3.66	2.86	4.98
18	1.35	1.43	2.01	2.26	0.99	1.30	2.67	3.24	3.55	1.81	3.18	3.99	2.88	3.46	3.39	4.13	3.39		1.94	2.13	4.62	5.84	1.17	2.64	2.22	1.44	3.29	1.95	1.46	1.92
19	2.51	3.22	3.12	1.56	2.45	1.75	4.31	4.52	4.69	1.37	3.64	2.25	4.33	3.61	1.97	3.23	4.63	1.94		3.19	6.09	7.30	1.38	3.64	3.71	2.93	4.91	2.39	1.96	1.61
20	1.23	1.47	1.16	3.65	1.77	1.51	2.91	2.78	2.81	2.67	3.61	5.29	1.38	2.81	4.94	5.32	2.12	2.13	3.19		3.38	4.68	2.09	2.74	2.15	2.71	2.36	2.89	1.98	3.87
21	3.69	3.45	3.18	5.85	4.22	4.65	3.05	2.22	2.72	5.77	6.14	8.34	2.21	4.73	7.38	8.16	2.01	4.62	6.09	3.38		1.33	4.85	3.31	4.40	4.22	3.42	4.54	4.24	6.29
22	4.92	4.70	4.42	6.94	5.46	5.92	4.07	3.17	3.57	7.01	7.36	9.55	3.49	5.89	8.48	9.38	3.11	5.84	7.30	4.68	1.33		6.06	4.30	5.63	5.36	4.57	5.61	5.42	7.44
23	1.19	2.06	2.14	1.76	1.75	1.07	3.23	3.32	3.34	1.32	3.15	3.57	3.05	3.14	2.93	3.74	3.59	1.17	1.38	2.09	4.85	6.06		2.57	2.96	2.13	3.94	1.67	1.17	2.21
24	1.93	2.47	2.35	2.82	2.91	3.00	1.74	1.14	2.29	3.87	4.43	5.79	2.71	3.08	4.37	5.53	2.94	2.64	3.64	2.74	3.31	4.30	2.57		4.05	1.91	4.22	1.43	1.98	3.69
25	2.52	1.63	2.54	4.45	1.79	2.34	3.37	4.08	4.10	2.92	3.50	5.43	2.53	4.31	5.45	5.40	3.31	2.22	3.71	2.15	4.40	5.63	2.96	4.05		2.97	1.53	3.96	3.18	3.83
26	1.85	1.73	2.44	2.48	1.95	2.44	1.55	2.54	3.40	3.13	3.50	4.92	3.01	3.33	3.80	4.61	3.50	1.44	2.93	2.71	4.22	5.36	2.13	1.91	2.97		3.60	1.63	1.92	2.41
27	3.08	2.13	2.74	5.43	2.71	3.29	3.32	3.84	3.94	4.18	4.38	6.80	2.03	4.52	6.63	6.65	2.77	3.29	4.91	2.36	3.42	4.57	3.94	4.22	1.53	3.60		4.61	3.86	5.05
28	1.79	2.57	2.51	1.40	2.52	2.39	2.54	2.51	3.17	2.94	3.97	4.43	3.41	3.06	2.95	4.41	3.66	1.95	2.39	2.89	4.54	5.61	1.67	1.43	3.96	1.63	4.61		1.32	2.44
29	1.21	2.08	1.46	1.89	1.58	1.33	2.82	2.69	3.26	2.31	4.01	4.18	2.83	2.74	3.27	4.68	2.86	1.46	1.96	1.98	4.24	5.42	1.17	1.98	3.18	1.92	3.86	1.32		2.44
30	3.04	3.31	3.56	1.70	2.54	2.60	3.95	4.60	5.13	2.47	3.98	2.81	4.75	4.19	1.98	3.55	4.98	1.92	1.61	3.87	6.29	7.44	2.21	3.69	3.83	2.41	5.05	2.44		2.44

A tabela 48 apresenta as maiores distâncias intra-cluster de cada *cluster*.

Tabela 48 – Maior distância intra-cluster

Cluster	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D_{max}	1.38	1.69	1.45	2.13	2.11	2.08	1.67	2.08	2.45	1.80	1.63	1.50	2.13	2.28	1.74
Cluster	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
D_{max}	0.00	1.88	2.46	1.62	1.81	2.88	1.73	1.84	2.08	1.46	1.76	2.11	2.12	1.77	2.75

A tabela 49 apresenta a relação entre a maior distância inter-cluster de cada par de *cluster* e a distância intra-cluster de cada *cluster*. A tabela foi construída a partir da tabela 47 dividindo-se cada coluna pela maior distância intra-cluster de cada *cluster*. Assim, a coluna 1 da tabela 49 foi determinada dividindo-se a coluna 1 da tabela 47 pela

maior distância intra-cluster do *cluster* 1. A coluna 2, de igual modo, divide-se a coluna 2 da tabela 47 pela maior distância intra-cluster do *cluster* 2 e assim sucessivamente.

Tabela 49 – Relação entre a maior distância inter-cluster e a maior distância intra-cluster

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	0.72	0.93	1.22	0.72	0.63	1.44	1.13	1.00	1.22	2.04	3.15	0.89	1.28	2.30	-	1.38	0.55	1.55	0.68	1.28	2.85	0.65	0.93	1.72	1.05	1.46	0.85	0.68	1.10
0.88		1.14	1.60	0.63	0.90	1.20	1.23	1.12	1.51	2.03	3.54	0.77	1.54	2.72	-	1.36	0.58	1.99	0.81	1.20	2.72	1.12	1.19	1.11	0.98	1.01	1.22	1.17	1.20
0.98	0.98		1.56	0.68	0.79	1.60	1.16	1.21	1.63	2.70	3.52	0.83	1.31	2.69	-	0.82	0.82	1.92	0.64	1.11	2.55	1.17	1.13	1.74	1.39	1.30	1.19	0.82	1.29
1.89	2.02	2.30		1.40	1.24	2.26	1.87	1.76	1.43	2.50	2.12	2.10	1.58	0.90	-	2.50	0.92	0.96	2.02	2.03	4.01	0.96	1.36	3.04	1.41	2.57	0.66	1.07	0.62
1.11	0.79	0.99	1.38		0.59	1.68	1.56	1.50	1.22	2.34	2.97	1.19	1.53	2.34	-	1.46	0.40	1.51	0.98	1.47	3.16	0.95	1.40	1.22	1.11	1.29	1.19	0.89	0.92
0.94	1.11	1.13	1.21	0.59		2.03	1.69	1.50	0.80	2.06	2.54	1.29	1.28	2.08	-	1.67	0.53	1.08	0.83	1.61	3.42	0.58	1.45	1.60	1.39	1.56	1.13	0.75	0.94
1.74	1.19	1.85	1.77	1.33	1.63		0.79	1.16	2.39	2.57	4.27	1.19	1.59	3.01	-	1.62	1.09	2.66	1.61	1.06	2.36	1.76	0.84	2.31	0.88	1.58	1.20	1.59	1.44
1.70	1.51	1.67	1.82	1.54	1.69	0.99		0.77	2.51	3.03	4.49	1.04	1.56	3.14	-	1.26	1.32	2.79	1.54	0.77	1.83	1.81	0.55	2.79	1.45	1.82	1.18	1.52	1.67
1.76	1.62	2.04	2.02	1.74	1.76	1.70	0.90		2.36	2.84	4.55	0.97	1.92	3.32	-	1.57	1.44	2.89	1.56	0.95	2.07	1.82	1.10	2.81	1.93	1.87	1.50	1.84	1.87
1.60	1.61	2.03	1.21	1.05	0.69	2.58	2.17	1.74		1.89	1.97	1.76	1.75	1.81	-	2.32	0.74	0.85	1.48	2.01	4.05	0.72	1.86	2.00	1.78	1.98	1.39	1.30	0.90
2.40	1.95	3.04	1.91	1.80	1.61	2.51	2.37	1.89	1.71		3.19	1.98	1.80	2.72	-	2.96	1.29	2.25	2.00	2.13	4.26	1.71	2.13	2.39	1.99	2.08	1.87	2.27	1.45
3.42	3.14	3.64	1.49	2.11	1.83	3.84	3.24	2.79	1.64	2.94		3.05	2.34	1.25	-	3.61	1.62	1.39	2.93	2.90	5.53	1.95	2.79	3.72	2.80	3.22	2.09	2.36	1.02
1.37	0.97	1.22	2.09	1.20	1.31	1.51	1.06	0.85	2.08	2.59	4.33		1.60	3.39	-	0.90	1.17	2.67	0.76	0.77	2.02	1.66	1.30	1.73	1.72	0.96	1.61	1.60	1.73
2.10	2.08	2.05	1.68	1.65	1.40	2.17	1.70	1.79	2.21	2.52	3.54	1.71		2.70	-	2.06	1.41	2.23	1.55	1.65	3.41	1.71	1.48	2.95	1.89	2.14	1.45	1.55	1.52
2.89	2.80	3.23	0.73	1.92	1.74	3.13	2.62	2.36	1.74	2.91	1.45	2.77	2.06		-	3.25	1.38	1.22	2.73	2.57	4.91	1.60	2.11	3.73	2.16	3.15	1.39	1.85	0.72
3.36	3.01	3.95	1.68	2.34	2.05	3.51	3.10	2.58	1.89	1.78	1.99	2.94	2.25	1.84		3.83	1.68	1.99	2.94	2.84	5.42	2.04	2.66	3.70	2.62	3.15	2.08	2.64	1.29
1.88	1.51	1.06	2.20	1.30	1.51	1.82	1.14	1.21	2.42	3.41	4.53	0.79	1.70	3.51	-		1.38	2.86	1.18	0.70	1.80	1.95	1.42	2.26	1.99	1.31	1.73	1.62	1.81
0.98	0.84	1.39	1.06	0.47	0.62	1.60	1.56	1.45	1.00	1.95	2.66	1.35	1.52	1.95	-	1.80		1.20	1.18	1.61	3.38	0.64	1.27	1.52	0.82	1.56	0.92	0.82	0.70
1.82	1.90	2.15	0.73	1.16	0.84	2.58	2.17	1.92	0.76	2.23	1.50	2.03	1.59	1.13	-	2.46	0.79		1.77	2.12	4.23	0.75	1.75	2.54	1.67	2.33	1.13	1.11	0.59
0.89	0.87	0.80	1.71	0.84	0.72	1.74	1.33	1.15	1.48	2.21	3.53	0.65	1.23	2.84	-	1.13	0.87	1.97		1.17	2.71	1.14	1.32	1.47	1.54	1.12	1.36	1.12	1.41
2.66	2.04	2.20	2.74	2.00	2.23	1.82	1.07	1.11	3.20	3.76	5.55	1.04	2.08	4.25	-	1.07	1.88	3.76	1.87		0.77	2.64	1.59	3.01	2.40	1.62	2.14	2.40	2.29
3.56	2.78	3.05	3.25	2.58	2.84	2.44	1.52	1.46	3.89	4.52	6.36	1.64	2.59	4.88	-	1.66	2.38	4.51	2.59	0.46		3.30	2.07	3.85	3.05	2.17	2.65	3.06	2.71
0.86	1.22	1.48	0.83	0.83	0.51	1.94	1.59	1.37	0.73	1.93	2.38	1.43	1.38	1.69	-	1.91	0.48	0.85	1.16	1.69	3.51		1.24	2.03	1.21	1.87	0.79	0.66	0.80
1.39	1.46	1.62	1.32	1.37	1.44	1.04	0.55	0.94	2.15	2.72	3.86	1.27	1.35	2.52	-	1.56	1.07	2.25	1.52	1.15	2.48	1.40		2.78	1.09	2.00	0.67	1.12	1.34
1.82	0.96	1.75	2.08	0.85	1.12	2.02	1.96	1.68	1.62	2.14	3.62	1.19	1.89	3.13	-	1.76	0.90	2.29	1.19	1.53	3.26	1.61	1.95		1.69	0.72	1.87	1.80	1.39
1.34	1.02	1.68	1.16	0.92	1.17	0.93	1.22	1.39	1.74	2.15	3.28	1.41	1.46	2.19	-	1.86	0.59	1.81	1.50	1.47	3.10	1.16	0.92	2.03		1.71	0.77	1.09	0.88
2.23	1.26	1.89	2.54	1.28	1.58	1.99	1.84	1.61	2.32	2.69	4.53	0.95	1.99	3.82	-	1.47	1.34	3.03	1.30	1.19	2.64	2.14	2.03	1.04	2.05		2.18	2.18	1.84
1.30	1.52	1.73	0.65	1.19	1.15	1.52	1.20	1.30	1.63	2.43	2.95	1.60	1.34	1.70	-	1.95	0.79	1.48	1.60	1.58	3.24	0.91	0.69	2.71	0.93	2.18		0.75	0.89
0.87	1.23	1.01	0.89	0.75	0.64	1.69	1.29	1.33	1.28	2.46	2.78	1.33	1.21	1.88	-	1.52	0.59	1.21	1.10	1.48	3.13	0.63	0.95	2.18	1.09	1.83	0.62		0.89
2.19	1.96	2.45	0.79	1.20	1.25	2.36	2.21	2.10	1.37	2.44	1.87	2.23	1.84	1.14	-	2.65	0.78	0.99	2.14	2.18	4.31	1.20	1.78	2.62	1.37	2.40	1.15	1.38	

O símbolo (-) na coluna 16 da tabela 49, deve ser lido como infinito, e decorre do fato de que o *cluster* 16 possui apenas um elemento, o que implica em distância intra-cluster igual a zero.

Observa-se na tabela 49 que existe uma preponderância de elementos com valores maiores que 1, o que significa que a distância entre *clusters* supera a maior distância intra-cluster. Pode-se verificar que apenas 16 % dos elementos desta matriz, possuem valores menores que 1(um), o que pode ser tomado como uma verificação de que os *clusters* formados são, em princípio, satisfatórios para a aplicação proposta. Cabe ressaltar que geometricamente este valor menor que um não significa que o elemento deva ser reclassificado, contudo, isto significa a possibilidade de se estar trabalhando com *clusters* geometricamente muito próximos.

Adicionalmente a aceitação deste resultados decorre do fato de que, os valores das metas propostas, para cada conjunto aqui classificado, deverão ser objeto de negociação entre as distribuidoras e a ANEEL. Ou seja, outros elementos diferenciadores deverão ser considerados para a formação dos agrupamentos finais.

Cabe observar que os *clusters* foram construídos utilizando o método “K-means” disponível no SPSS que utiliza o critério de distância Euclidiana. A formação dos *clusters* pode ser melhorada utilizando técnicas de otimização que permitem classificar os elementos maximizando as distâncias inter-cluster e minimizando as distâncias intra-cluster, o que pode ser realizado em estudos futuros.

As figuras 32 a 36 abaixo ilustram os *clusters* formados, plotados a partir dos parâmetros DEC e FEC.

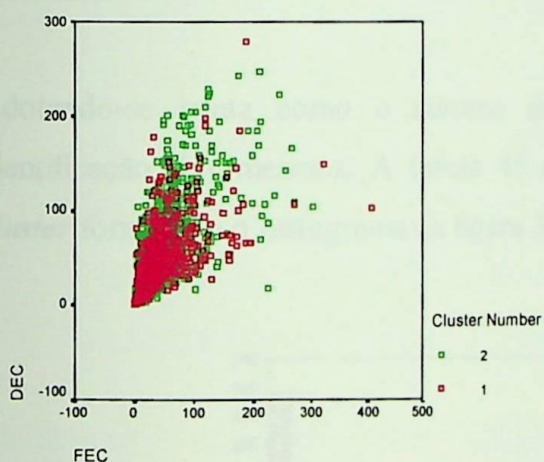


Figura 32 – Caso 2 clusters

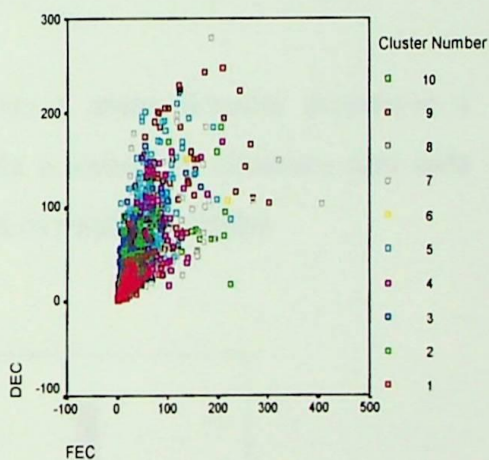


Figura 33 – Caso 10 clusters

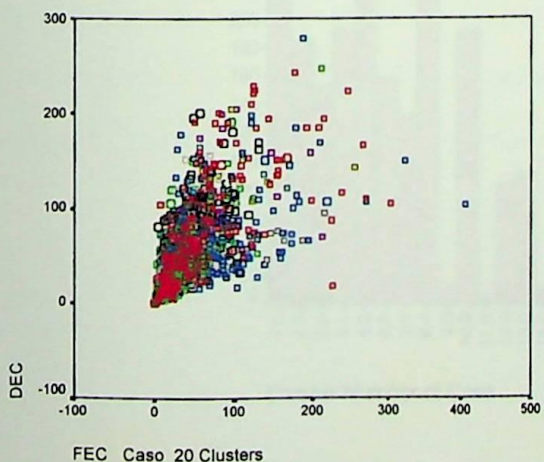


Figura 34 – Caso 20 Clusters

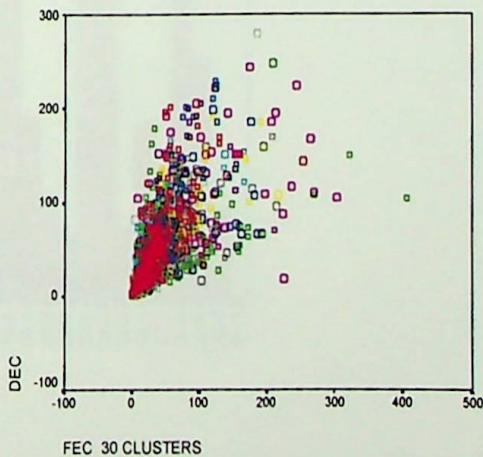


Figura 35 – Caso 30 Clusters

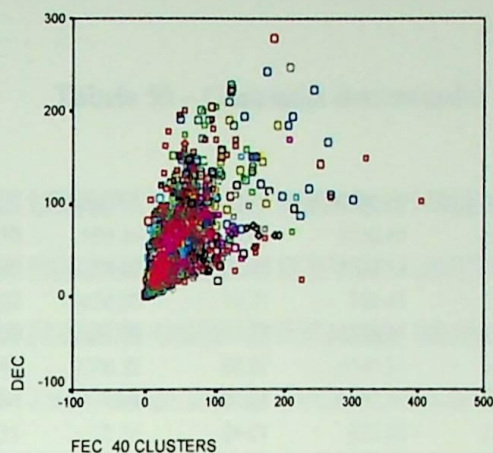


Figura 36 – Caso 40 Clusters

Estas figuras demonstram que apesar da classificação, quanto aos atributos dos conjuntos, os desempenhos de DEC e FEC apresentam-se bastante diferenciados para elementos do mesmo *cluster*. Esta diferenciação é o objeto deste estudo uma vez que, em princípio, sistemas de características semelhantes deveriam apresentar desempenhos próximos.

Adotando-se trinta como o número de *clusters* a serem formados procede-se a identificação dos mesmos. A tabela 45 apresenta o número de elementos para cada *cluster* formado e o histograma da figura 37 ilustra os resultados obtidos.

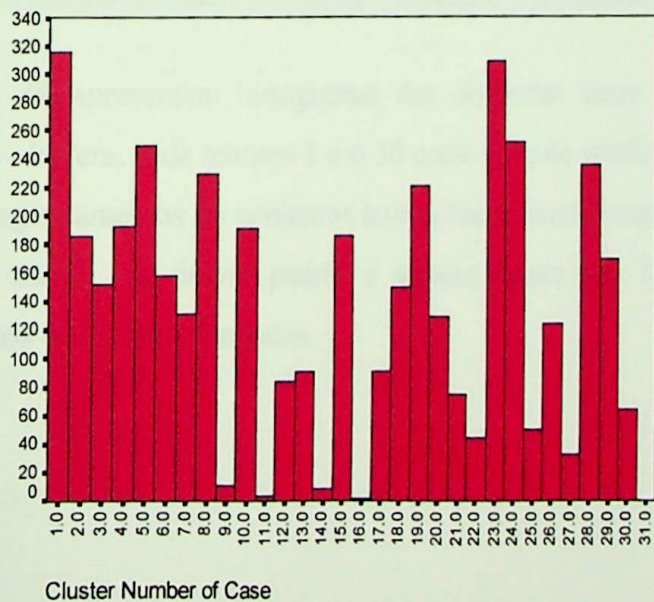


Figura 37 – Histograma do número de conjuntos de unidades consumidoras por *cluster*

A tabela 50 apresenta os 30 centróides a serem considerados:

Tabela 50 – Centróides determinados

Cluster	N Elem	Area	RAP	Potinst	NConsumi	CMM
1	316	188.39	80.05	2116.42	810.88	195.43
2	186	223.97	102.10	1820.12	785.23	6.23
3	152	1424.96	14.31	733.41	1149.84	90.50
4	193	54.68	111.89	29485.17	16331.32	12842.84
5	249	1978.32	60.87	4148.91	3459.93	16.35
6	158	2777.64	194.64	2442.27	2608.30	346.77
7	131	5.34	24.07	862.53	2195.08	3.48
8	230	9.69	4.80	475.53	486.33	54.71
9	11	12.02	18.82	1953.87	46.18	220.41
10	191	2907.11	928.42	19577.19	1850.92	989.38
11	3	114.00	92860.67	1639.67	1209.00	95.30
12	84	7675.09	5861.68	178686.42	75648.63	39342.75
13	91	326.38	30.81	321.08	125.32	16.95
14	8	218.21	175.56	40.19	21414.13	7006.48
15	186	158.66	357.62	197625.62	70999.88	38625.73
16	1	40.42	73697.00	33716.00	14549.00	5892.00
17	91	1110.02	2.09	224.64	335.89	19.54
18	150	318.67	166.30	10034.88	4152.41	39.04
19	221	1144.73	417.15	23034.54	12219.44	5586.16
20	129	1501.90	86.81	440.43	505.87	112.14
21	74	66.21	1.52	60.01	70.38	3.12
22	44	25.36	0.21	30.11	24.45	1.19
23	309	294.98	194.94	7730.66	2190.09	1135.15
24	252	8.15	12.72	1354.35	1540.88	432.44
25	50	4820.22	345.76	1794.90	831.18	1.15
26	124	23.04	89.14	4843.81	7372.60	17.18
27	33	3608.82	113.11	244.09	297.61	0.15
28	235	18.08	36.68	6720.44	5099.26	1255.23
29	169	303.64	31.81	3525.24	3934.30	855.80
30	64	580.71	299.52	81371.72	96793.86	245.58

As figuras 38 e 39 apresentam histogramas das distâncias entre os elementos e o centróide de dois *clusters*, o de número 1 e o 30 onde se pode verificar que o algoritmo está produzindo agrupamentos de conjuntos homogêneos considerando estas distâncias. A razão entre a média e o desvio padrão é sempre menor que 1. Este resultado é verificado em todos os *clusters* formados.

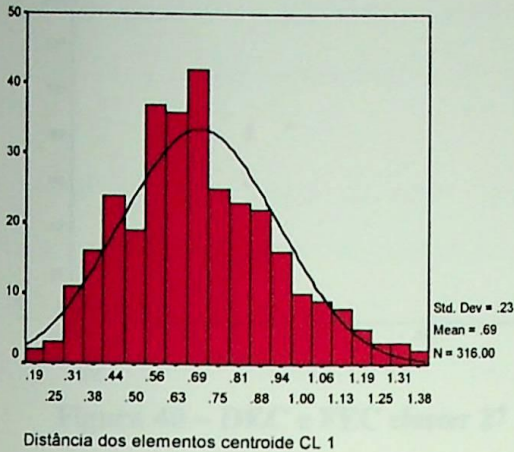


Figura 38 – Histograma das distâncias ao centróide do cluster 1

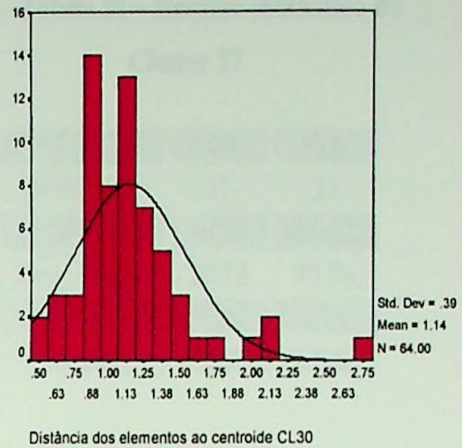


Figura 39 – Histograma das distâncias ao centróide do cluster 30

Dispondo de todos os elementos já agrupados em seus respectivos *clusters*, deverá ser feita uma análise de cada *cluster*, para o estabelecimento das metas a serem propostas para cada conjunto pertencente a este mesmo *cluster*. Este processo deverá ser repetido para cada *cluster* e conjunto até que cada conjunto possua uma meta associada. Assim, o método será demonstrado para alguns *clusters* formados, sendo o mesmo passível de generalização para os demais.

Dentre os *clusters* formados são analisados os *clusters* 06 e o 27. Pela simplicidade em relação ao número de elementos que o constitui, 33 elementos, será inicialmente analisado o *cluster* 27.

4.2.2 – Análise do *cluster* 27

A figura 40 apresenta os dados de desempenho do *cluster* 27 e nela pode-se verificar a grande dispersão dos dados relativos a DEC e FEC. A tabela 51 apresenta um resumo estatístico deste *cluster* considerando-se os dados de desempenho de seus conjuntos.

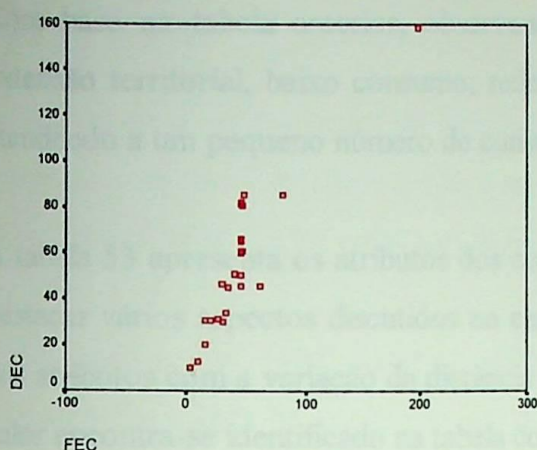


Figura 40 – DEC e FEC cluster 27

Tabela 51 – Resumo estatístico do Cluster 27

	DEC	FEC
N de conj.	33	33
Média	56,15	44,52
Desv. Padrão	27,18	30,96
Mínimo	10,03	3,94
Máximo	158,58	196,83

As figuras 41 e 42 apresentam graficamente estes resultados.

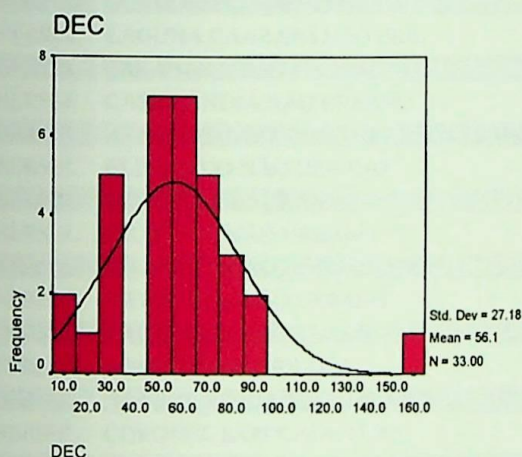


Figura 41 – Histograma do DEC - cluster 27

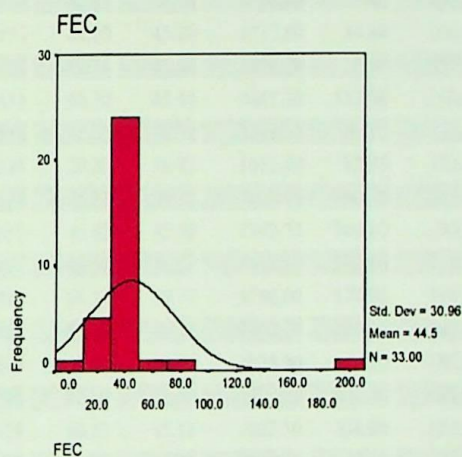


Figura 42 – Histogramas do FEC - cluster 27

De acordo com as figuras anteriores, observa-se que os elementos componentes deste *cluster* formam uma distribuição assimétrica, o que denota a necessidade de adotar valores para as metas com base em medidas de posição como mediana e decis.

A tabela 52, a seguir, apresenta as coordenadas do centróide do *cluster* 27:

Tabela 52 – Coordenadas do centróide do cluster 27

Cluster	N Elem	Area	RAP	PotInst	Nconsumi	CMM
27	33	3608.82	113.11	244.09	297.61	0.15

Com base na tabela anterior, observa-se que este *cluster* caracteriza-se por grande extensão territorial, baixo consumo, rede primária extensa, potência instalada reduzida, atendendo a um pequeno número de consumidores.

A tabela 53 apresenta os atributos dos conjuntos que formam o *cluster 27* onde se pode destacar vários aspectos discutidos no capítulo III. Dentre eles cabe salientar a variação dos atributos com a variação da distância do elemento às coordenadas do centróide. Este valor encontra-se identificado na tabela com a sigla DIST.

Tabela 53 – Dados relativos ao *cluster 27*

SIGLA	NOME	DIST	DEC	FEC	AREA	RAP	POTINST	NCON	CMM
ENERSUL	JUTY NÃO URBANO	.3369	65.09	45.10	1611.20	135.80	195.00	216	.16
ENERSUL	TAQUARUSSU NÃO URBANO	.4106	33.71	33.35	1052.90	115.20	105.00	213	.09
ENERSUL	JATEÍ NÃO URBANO	.4286	30.46	31.27	1930.00	90.50	300.00	384	.13
ENERSUL	CORGUINHO NÃO URBANO	.4464	82.17	45.25	2645.30	126.40	320.00	233	.07
ENERSUL	LAGUNA CAARAPÁ NÃO URB.	.4533	61.10	45.20	1717.50	84.80	100.00	390	.19
ENERSUL	PARANHOS NÃO URBANO	.5122	60.34	45.44	1298.70	56.30	225.00	152	.04
ENERSUL	CASSILÂNDIA NÃO URBANO	.5454	60.30	45.44	3647.30	113.90	360.00	298	.14
ENERSUL	APARECIDA DO TABOADO NÃO URBANO	.5633	65.25	45.92	2742.30	59.90	195.00	404	.31
ENERSUL	ELDORADO NÃO URBANO	.6334	20.20	16.87	1012.40	82.30	420.00	360	.15
ENERSUL	SONORA NÃO URBANO	.6630	85.23	80.25	4079.70	100.00	65.00	149	.06
ENERSUL	IGUATEMI NÃO URBANO	.6957	45.62	45.48	2942.70	244.10	90.00	270	.15
ENERSUL	ANTONIO JOÃO NÃO URBANO	.7021	60.08	45.53	1141.50	202.00	370.00	253	.06
ENERSUL	INOCÊNCIA NÃO URBANO	.7249	66.34	45.77	5790.00	174.90	210.00	395	.16
ENERSUL	CARACOL NÃO URBANO	.7499	80.83	45.51	2940.70	237.20	145.00	121	.05
ENERSUL	BONITO NÃO URBANO	.7505	60.88	46.23	4935.90	234.90	180.00	330	.18
ENERSUL	ARAL MOREIRA NÃO URBANO	.7746	80.59	46.26	1655.10	106.50	492.50	489	.23
ENERSUL	CORONEL SAPUCAIA N URB.	.8325	60.33	45.15	1022.50	104.90	555.00	127	.05
ENERSUL	NAVIRAI NÃO URBANO	.8682	65.86	45.82	3156.10	73.50	120.00	626	.54
ENERSUL	MUNDO NOVO NÃO URBANO	.8964	45.01	35.01	427.80	127.40	225.00	539	.15
ENERSUL	TACURU NÃO URBANO	.9169	50.20	45.20	1783.50	55.20	30.00	178	.11
ENERSUL	PEDRO GOMES NÃO URBANO	.9428	60.26	45.21	3652.40	311.00	420.00	144	.08
ENERSUL	JAPORÁ NÃO URBANO	1.0247	45.36	45.09	456.40	32.80	120.00	130	.03
ENERSUL	BATAIPORÃ NÃO URBANO	1.0421	30.90	20.90	1825.10	88.20	30.00	580	.18
ENERSUL	RIBAS DO RIO PARDO NÃO URBANO	1.2033	46.49	30.06	17350.30	122.40	55.00	384	.19
ENERSUL	PORTO MURTINHO N URBANO	1.2136	45.36	61.37	17771.70	58.40	305.00	87	.06
ENERSUL	VICENTINA NÃO URBANO	1.2173	10.03	3.94	306.20	35.70	562.50	479	.13
CEAL	Belo Monte Rural	1.2435	30.50	16.10	328.60	95.80	525.00	770	.05
ENERSUL	ÁGUA CLARA NÃO URBANO	1.3449	85.21	47.23	11057.00	240.50	30.00	320	.23
CEAL	Campo Grande Rural	1.4784	50.74	39.77	166.08	45.99	685.00	450	.03
ENERSUL	DOURADINA NÃO URBANO	1.9197	12.94	10.38	275.80	5.40	120.00	94	.01
ENERSUL	DOIS IRMÃOS DO BURITÍ NÃO URBANO	1.9613	31.20	26.39	2346.40	2.50	345.00	166	.03
ENERSUL	ALCINÓPOLIS NÃO URBANO	1.9938	65.69	45.88	4410.10	123.10	5.00	79	.03
CEMAT	BARÃO DE MELGAÇO N URB	2.1094	158.58	196.83	11611.78	45.00	150.00	11	.80

4.2.2.2 – Definição da meta de desempenho para o *cluster* 27.

Adotando-se o melhor valor de desempenho relativo ao DEC e FEC como meta para todos os conjuntos verifica-se que a meta a ser alcançada por cada conjunto é 10,03 horas para o DEC e 3,94 vezes para o FEC.

Observando-se os dados estatísticos relativos ao DEC e FEC para o *cluster* 27, colocados na tabela 51 verifica-se que o valor médio do DEC e FEC são 56,14 horas e 44,52 interrupções. O valor máximo de DEC no *cluster* é 158,58 horas e de FEC é 196,83 interrupções. Estes valores correspondem ao conjunto Barão de Melgaço – não urbano, da CEMAT, que considerando os dados apresentados, é completamente discordante dos demais, o que requer um tratamento diferenciado quando da definição de suas metas.

Considerando-se que valores significativamente reduzidos podem representar desempenhos quanto DEC e FEC atípicos, conforme discutido no capítulo anterior, torna-se conveniente recorrer a uma medida de posição visando estabelecer uma meta para o *cluster*.

A tabela 54 apresenta os dados estatísticos relativos às medidas de posição do *cluster* analisado. Verifica-se que 10 por cento de todos os elementos do *cluster* apresentaram desempenhos relativos ao DEC melhores que 24,30 horas e ao FEC melhores que 16,48 interrupções. Assim, com base nos argumentos apresentados no capítulo anterior, onde optou-se pela técnica do *Yardstick Competition*, adota-se o primeiro decil como o valor da meta para os elementos do *cluster*.

Cabe observar que poderia ter sido adotado outro valor para meta a ser proposta. A opção pelo primeiro decil decorre do fato de que esta medida de posição garante que a meta proposta pôde ser cumprida por 10 por cento dos elementos do *cluster*, eliminando-se assim, o efeito de eventuais desempenhos favoráveis, que possam ter ocorrido, ou eventuais erros de classificação.



Tabela 54 – Dados estatísticos *cluster* 27

	DEC	FEC
N de conjunto	33	33
Média	60,26	45,21
Moda	45,36	45,20
Mínimo	10,03	3,94
Máximo	158,50	196,8
Percentil 10	24,30	16,41
20	31,14	29,33
30	45,36	35,96
40	48,72	45,13
50	60,26	45,21
60	60,56	45,46
70	65,22	45,72
80	69,19	45,98
90	83,99	55,71

As figuras 43 e 44 apresentam a variação do DEC e FEC em relação à distância intra-cluster. Observa-se que o desempenho não guarda nenhuma relação com a distância em relação ao centróide. Assim, em princípio, justifica-se a adoção do primeiro decil como referência para a meta a ser definida para os demais conjuntos. A adoção desta medida de posição significa considerar um intervalo de confiança para definição da meta a ser atribuída ao *cluster*.

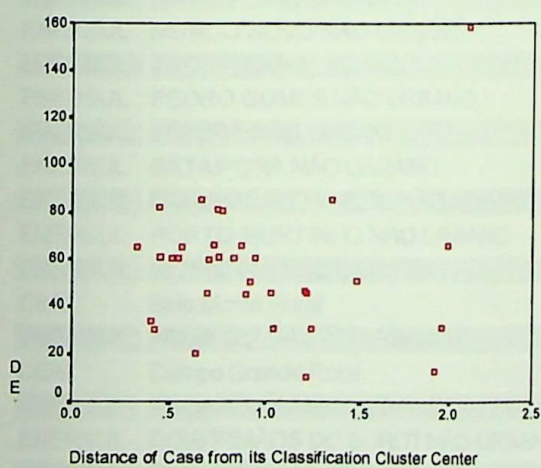


Figura 43 – DEC x Distância Intra-cluster

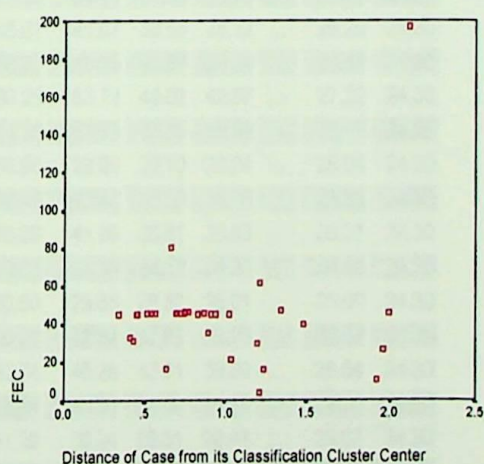


Figura 44 – FEC x Distância Intra-cluster

Encontrado o valor a ser adotado como meta final para todos os conjuntos, deve-se definir o horizonte temporal para se atingir tal valor. Conforme comentado no capítulo anterior é conveniente que este horizonte esteja vinculado com os períodos de revisão tarifária. Desta forma, uma proposta inicial para o problema é considerar o intervalo de tempo entre dois períodos médios de revisão tarifária, ou seja, oito anos. Este deve ser o tempo para que os conjuntos apresentem desempenhos compatíveis com o valor de referência adotado.

A tabela 55 apresenta as metas do DEC para cada conjunto componente do *cluster* 27.

Tabela 55 – Evolução das metas para o DEC

SIGLA	NOME	DEC	ANO 1	ANO2	ANO 3	...	ANO 7	ANO 8
ENERSUL	JUTY NÃO URBANO	65.09	57.55	50.88	44.98	...	27.48	24.30
ENERSUL	TAQUARUSSU NÃO URBANO	33.71	32.36	31.06	29.82	...	25.31	24.30
ENERSUL	JATEÍ NÃO URBANO	30.46	29.61	28.79	27.99	...	25.00	24.30
ENERSUL	CORGUINHO NÃO URBANO	82.17	70.56	60.59	52.04	...	28.30	24.30
ENERSUL	LAGUNA CAARAPÃ NÃO URBANO	61.10	54.45	48.52	43.24	...	27.27	24.30
ENERSUL	PARANHOS NÃO URBANO	60.34	53.86	48.07	42.90	...	27.23	24.30
ENERSUL	CASSILÂNDIA NÃO URBANO	60.30	53.82	48.04	42.88	...	27.22	24.30
ENERSUL	APARECIDA DO TABOADO NÃO URBANO	65.25	57.67	50.97	45.05	...	27.49	24.30
ENERSUL	ELDORADO NÃO URBANO	20.20	24.30	24.30	24.30	...	24.30	24.30
ENERSUL	SONORA NÃO URBANO	85.23	72.86	62.28	53.24	...	28.43	24.30
ENERSUL	IGUATEMI NÃO URBANO	45.62	42.17	38.97	36.02	...	26.29	24.30
ENERSUL	ANTONIO JOÃO NÃO URBANO	60.08	53.65	47.91	42.79	...	27.21	24.30
ENERSUL	INOCÊNCIA NÃO URBANO	66.34	58.51	51.61	45.52	...	27.55	24.30
ENERSUL	CARACOL NÃO URBANO	80.83	69.55	59.85	51.50	...	28.24	24.30
ENERSUL	BONITO NÃO URBANO	60.88	54.28	48.39	43.14	...	27.26	24.30
ENERSUL	ARAL MOREIRA NÃO URBANO	80.59	69.37	59.72	51.41	...	28.23	24.30
ENERSUL	CORONEL SAPUCAIA NÃO URBANO	60.33	53.85	48.06	42.90	...	27.23	24.30
ENERSUL	NAVIRAI NÃO URBANO	65.86	58.14	51.33	45.31	...	27.53	24.30
ENERSUL	MUNDO NOVO NÃO URBANO	45.01	41.67	38.58	35.72	...	26.25	24.30
ENERSUL	TACURU NÃO URBANO	50.20	45.85	41.87	38.24	...	26.61	24.30
ENERSUL	PEDRO GOMES NÃO URBANO	60.26	53.79	48.02	42.87	...	27.22	24.30
ENERSUL	JAPORÃ NÃO URBANO	45.36	41.96	38.81	35.89	...	26.27	24.30
ENERSUL	BATAIPORÃ NÃO URBANO	30.90	29.99	29.10	28.24	...	25.04	24.30
ENERSUL	RIBAS DO RIO PARDO NÃO URBANO	46.49	42.87	39.53	36.45	...	26.35	24.30
ENERSUL	PORTO MURTINHO NÃO URBANO	45.36	41.96	38.81	35.89	...	26.27	24.30
ENERSUL	VICENTINA NÃO URBANO	10.03	24.30	24.30	24.30	...	24.30	24.30
CEAL	Belo Monte Rural	30.50	29.65	28.82	28.01	...	25.00	24.30
ENERSUL	ÁGUA CLARA NÃO URBANO	85.21	72.84	62.27	53.23	...	28.43	24.30
CEAL	Campo Grande Rural	50.74	46.28	42.21	38.50	...	26.64	24.30
ENERSUL	DOURADINA NÃO URBANO	12.94	24.30	24.30	24.30	...	24.30	24.30
ENERSUL	DOIS IRMÃOS DO BURITÍ NÃO URBANO	31.20	30.24	29.31	28.41	...	25.07	24.30
ENERSUL	ALCINÓPOLIS NÃO URBANO	65.69	58.01	51.23	45.24	...	27.52	24.30
CEMAT	BARÃO DE MELGAÇO NÃO URBANO	158.58	125.43	99.22	78.48	...	30.72	24.30

Tratando de forma semelhante o FEC, obtém-se:

Tabela 56 – Evolução das metas para o FEC

SIGLA	NOME	FEC	ANO 1	ANO2	ANO 3	...	ANO 7	ANO 8
ENERSUL	JUTY NÃO URBANO	45.10	39.74	35.02	30.86	...	18.61	16.40
ENERSUL	TAQUARUSSU NÃO URBANO	33.35	30.52	27.93	25.56	...	17.92	16.40
ENERSUL	JATEÍ NÃO URBANO	31.27	28.85	26.61	24.55	...	17.78	16.40
ENERSUL	CORGUINHO NÃO URBANO	45.25	39.86	35.11	30.93	...	18.62	16.40
ENERSUL	LAGUNA CAARAPÁ NÃO URBANO	45.20	39.82	35.08	30.90	...	18.62	16.40
ENERSUL	PARANHOS NÃO URBANO	45.44	40.00	35.22	31.01	...	18.63	16.40
ENERSUL	CASSILÂNDIA NÃO URBANO	45.44	40.00	35.22	31.01	...	18.63	16.40
ENERSUL	APARECIDA DO TABOADO NÃO URBANO	45.92	40.37	35.50	31.21	...	18.65	16.40
ENERSUL	ELDORADO NÃO URBANO	16.87	16.81	16.75	16.69	...	16.46	16.40
ENERSUL	SONORA NÃO URBANO	80.25	65.80	53.96	44.24	...	20.00	16.40
ENERSUL	IGUATEMI NÃO URBANO	45.48	40.04	35.24	31.02	...	18.63	16.40
ENERSUL	ANTONIO JOÃO NÃO URBANO	45.53	40.07	35.27	31.05	...	18.63	16.40
ENERSUL	INOCÊNCIA NÃO URBANO	45.77	40.26	35.41	31.15	...	18.64	16.40
ENERSUL	CARACOL NÃO URBANO	45.51	40.06	35.26	31.04	...	18.63	16.40
ENERSUL	BONITO NÃO URBANO	46.23	40.61	35.68	31.34	...	18.67	16.40
ENERSUL	ARAL MOREIRA NÃO URBANO	46.26	40.64	35.70	31.36	...	18.67	16.40
ENERSUL	CORONEL SAPUCAIA NÃO URBANO	45.15	39.78	35.05	30.88	...	18.61	16.40
ENERSUL	NAVIRAI NÃO URBANO	45.82	40.30	35.44	31.17	...	18.65	16.40
ENERSUL	MUNDO NOVO NÃO URBANO	35.01	31.84	28.96	26.34	...	18.03	16.40
ENERSUL	TACURU NÃO URBANO	45.20	39.82	35.08	30.90	...	18.62	16.40
ENERSUL	PEDRO GOMES NÃO URBANO	45.21	39.83	35.09	30.91	...	18.62	16.40
ENERSUL	JAPORÁ NÃO URBANO	45.09	39.74	35.02	30.86	...	18.61	16.40
ENERSUL	BATAIPORÁ NÃO URBANO	20.90	20.28	19.67	19.08	...	16.90	16.40
ENERSUL	RIBAS DO RIO PARDO NÃO URBANO	30.06	27.87	25.83	23.95	...	17.69	16.40
ENERSUL	PORTO MURTINHO NÃO URBANO	61.37	52.04	44.12	37.41	...	19.34	16.40
ENERSUL	VICENTINA NÃO URBANO	3.94	16.40	16.40	16.40	...	16.40	16.40
CEAL	Belo Monte Rural	16.10	16.40	16.40	16.40	...	16.40	16.40
ENERSUL	ÁGUA CLARA NÃO URBANO	47.23	41.38	36.26	31.77	...	18.72	16.40
CEAL	Campo Grande Rural	39.77	35.60	31.87	28.53	...	18.32	16.40
ENERSUL	DOURADINA NÃO URBANO	10.38	16.40	16.40	16.40	...	16.40	16.40
ENERSUL	DOIS IRMÃOS DO BURITÍ NÃO URBANO	26.39	24.87	23.43	22.08	...	17.40	16.40
ENERSUL	ALCINÓPOLIS NÃO URBANO	45.88	40.34	35.48	31.19	...	18.65	16.40
CEMAT	BARÃO DE MELGAÇO NÃO URBANO	196.83	144.27	105.75	77.51	...	22.37	16.40

Cabe observar que a tabela foi construída considerando uma taxa de redução da meta constante, conforme descrito no item 3.7 do capítulo III.

Através de abordagem semelhante pode-se analisar os demais *clusters*. A seguir será analisado o *cluster* 06.

4.2.3 – Análise cluster 06

A figura 45 apresenta o gráfico de dispersão do DEC e FEC do *cluster* 06. Assim como no *cluster* 27, observa-se uma forte dispersão entre os valores de DEC e FEC.

A tabela 57 apresenta um resumo dos principais dados estatísticos do *cluster* 06. Observa-se que este *cluster* apresenta valores de DEC e FEC com valores

significativamente reduzidos tendo como meta 13,60 horas e 11,94 interrupções para o DEC e FEC respectivamente.

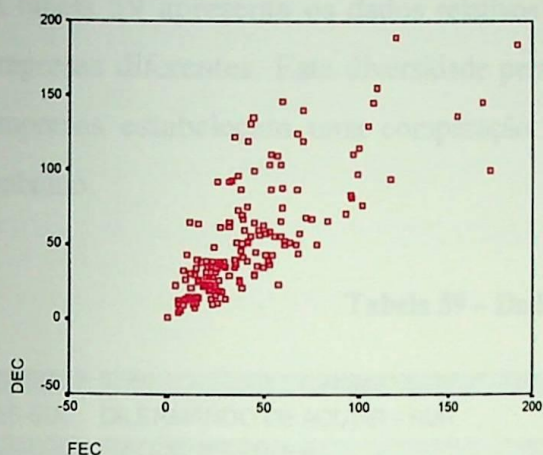


Figura 45 – Dispersão dos DEC e FEC do cluster 06

Tabela 57 – Resumo estatístico cluster 06

	DEC	FEC
N de conj.	158	158
Média	54,51	43,10
Mediana	42,40	35,81
Mínimo	1,45	0,45
Máximo	189,62	191,09
Percentil 10	13,60	11,94

As figuras 46 e 47 apresentam a dispersão do DEC e FEC em função da distância intra-cluster onde verifica-se comportamento semelhante ao descrito para o cluster 27.

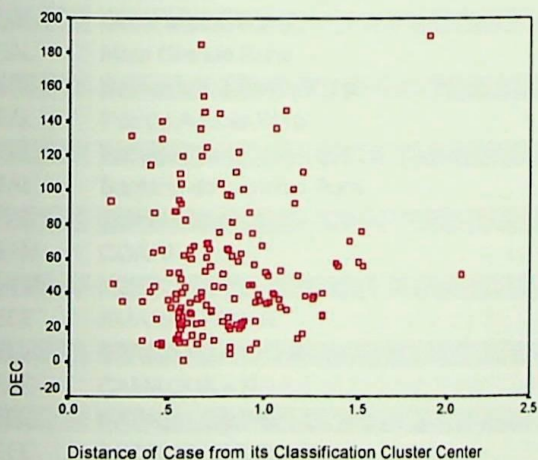


Figura 46 – Dispersão do DEC em relação a distância intra-cluster

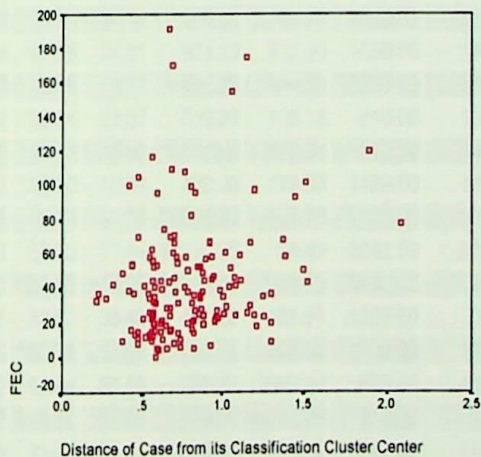


Figura 47 – Dispersão de FEC em relação a distância intra-cluster

A tabela 58 apresenta as coordenadas do centróide do cluster 06, onde se verifica que este cluster é composto por conjuntos formados por cidades de pequeno a médio porte.

Tabela 58 – Dados relativos ao centróide do cluster 06

Cluster	N Elem	Area	RAP	PotInst	Nconsumi	CMM
6	158	2777.64	194.64	2442.27	2608.30	346.77

A tabela 59 apresenta os dados relativos ao cluster 06 composto por conjuntos de 19 empresas diferentes. Esta diversidade permite que as práticas diferenciadas das diversas empresas estabeleçam uma comparação entre elas. Este é o principal objetivo deste trabalho.

Tabela 59 – Dados relativos ao cluster 06

SIGLA	NOME	DIST	DEC	FEC	AREA	RAP	POTINST	NCONSUMI	CMM
AES-SUL	DILERMANDO DE AGUIAR – RUR	0.87	72.96	36.37	570.00	231.23	3163.00	692.00	124.83
AES-SUL	ITACURUBI – RURAL	0.93	44.92	45.66	1115.80	281.21	4650.00	576.00	231.87
AES-SUL	MANOEL VIANA – RURAL	1.31	39.68	20.08	1390.00	195.41	3814.00	241.00	165.23
AES-SUL	SANTA CRUZ MONTE ALVERNE NÃO URBANO	0.47	65.28	11.41	619.06	208.93	2650.00	1626.00	242.73
AES-SUL	SANTANA DA BOA VISTA – RUR	1.01	34.09	25.30	1615.00	267.39	2452.00	472.00	73.85
CAIUÁ	ALTA PAULISTA 1	1.02	34.93	29.85	864.11	474.05	4912.50	1222.00	51.23
CAIUÁ	ALTA PAULISTA 2	0.55	13.74	13.76	928.24	278.11	2555.50	2028.00	88.25
CAIUÁ	EPITÁCIO-CAIUÁ	0.87	18.98	27.74	1793.98	322.03	4325.50	1473.00	42.05
CAIUÁ	VENCESLAU-PIQUEROBI	1.31	26.77	36.72	1224.98	407.46	4467.50	580.00	22.76
CEAL	Água Branca Rural	0.57	32.06	19.89	450.00	121.70	1675.00	2297.00	155.00
CEAL	Atalaia Rural	0.58	26.65	16.02	531.20	113.02	1645.00	2988.00	457.32
CEAL	Delmiro Gouveia Rural	0.71	69.85	38.37	584.80	128.00	775.00	1373.00	145.90
CEAL	Feira Grande Rural	0.27	35.50	34.50	1155.66	122.34	1385.00	2391.00	184.00
CEAL	Girau do Ponciano Rural	0.55	40.00	34.70	502.27	206.47	2100.00	2402.00	154.00
CEAL	Limoeiro de Anadia Rural	0.70	60.50	46.50	335.01	168.67	1740.00	2943.00	215.00
CEAL	Major Isidoro Rural	0.63	59.90	39.50	455.00	149.78	1195.00	1564.00	164.20
CEAL	Mata Grande Rural	0.54	87.78	37.61	921.10	212.00	1050.00	1468.00	121.00
CEAL	Palmeira dos Índios Rural	0.79	23.85	19.89	447.38	354.70	1985.00	3301.00	426.00
CEAL	Pão de Açúcar Rural	0.62	28.24	21.57	659.20	115.13	810.00	1603.00	195.50
CEAL	Penedo Rural	0.67	40.37	15.54	683.66	170.30	1652.50	2075.00	1225.00
CEAL	Santana do Ipanema Rural	0.63	15.60	10.94	430.00	179.93	1159.50	1824.00	259.90
CEAL	Traipu Rural	0.81	65.42	31.56	6984.00	104.18	1435.00	2236.00	100.00
CEAM	COARI	2.08	50.55	77.41	57230.00	24.40	3242.50	5492.00	1163.98
CEAM	TEFE	1.90	189.62	119.95	22904.00	24.73	5460.00	7202.00	1359.71
CEEE	AMARAL FER. R	1.01	52.02	35.40	498.00	151.99	1535.50	634.00	1121.00
CEEE	BARRA RIBEIRO R	0.58	62.56	31.67	732.70	148.00	1705.00	1127.00	638.50
CEEE	CAMAQUA – R	1.50	57.86	50.55	296.70	1060.36	673.45	4322.00	664.00
CEEE	CAPAO LEAO R	0.92	44.51	67.46	776.00	211.80	1278.00	585.00	703.00
CEEE	ENCRUZ. SUL R	0.86	21.27	24.94	2573.50	550.83	3342.50	1184.00	268.00
CEEE	HERVAL – R	0.95	56.39	47.38	2715.00	652.13	1871.00	1010.00	196.00
CEEE	LAVRAS SUL R	1.15	92.36	26.21	2495.00	511.13	1155.00	595.00	64.00
CEEE	PANTANO GR. R	1.05	39.54	40.90	926.50	301.94	3395.00	431.00	285.00
CEEE	PINH. MACHADO R	1.09	31.94	24.75	2498.00	802.84	2285.00	1169.00	72.00
CEEE	S. JERONIMO – R	0.99	67.65	39.15	935.08	472.11	3807.50	714.00	125.00
CEEE	S. VIT. PALMA R	1.30	27.14	9.47	5617.00	335.56	990.00	458.00	974.57
CELESC	ANGELINA	0.59	11.35	5.83	524.50	135.00	1429.00	1186.00	209.11
CELESC	BOCAINA DO SUL	0.67	135.70	44.45	493.60	111.00	2705.00	1081.00	161.63
CELESC	BOM JARDIM DA SERRA	0.62	34.49	14.68	934.60	172.26	5412.00	1287.00	252.08
CELESC	CAMPO BELO DO SUL	0.32	131.51	42.83	1021.30	168.99	3062.00	1663.00	308.69
CELESC	CAPAO ALTO	0.86	121.80	34.69	1329.90	55.24	5812.00	1026.00	184.94
CELG	CAIAPONIA RURAL	1.53	55.81	43.08	8682.00	290.84	3934.00	282.00	103.00

CELPA	CAPANEMA NÃO URBANO	0.80	97.12	99.26	856.34	380.38	1130.00	1038.00	108.00
CELPA	CASTANHAL NÃO URBANO	0.56	94.03	117.30	854.98	129.57	1335.00	2157.00	885.00
CELPA	CURUÇÁ NÃO URBANO	0.47	9.52	8.73	879.19	99.48	2700.00	3580.00	275.00
CELPA	IRITUIA NÃO URBANO	0.82	19.25	21.62	456.29	94.27	670.00	1587.00	200.00
CELPA	ITUPIRANGA	0.58	1.45	0.45	656.67	73.80	1837.00	3096.00	362.00
CELPA	MARAPANIM NÃO URBANO	0.72	30.04	14.45	428.65	69.70	1697.50	2763.00	154.00
CELPA	SANTA LUZIA NÃO URBANO	0.82	8.10	14.60	832.14	102.40	482.50	1551.00	171.00
CELPA	SÃO FRANCISCO	0.74	12.72	6.06	476.12	76.96	885.00	2066.00	234.00
CELPA	TERRA ALTA	0.43	87.45	53.38	1353.14	228.96	2280.00	1239.00	139.00
CELPA	TOMÉ-AÇU NÃO URBANO	0.77	144.99	108.11	1329.91	174.25	562.50	2593.00	683.00
CELPA	VIGIA NÃO URBANO	0.65	22.17	18.86	438.87	93.96	1450.00	1527.00	169.00
CELTINS	Aliança	0.89	23.36	56.99	1586.00	52.54	1015.00	1334.00	50.13
CELTINS	Araguaçu	0.78	43.38	50.52	4762.30	219.31	1162.50	1924.00	67.53
CELTINS	Arraias	0.84	36.63	52.80	4178.00	76.41	1237.50	1514.00	55.73
CELTINS	Dianópolis	0.56	11.57	25.72	3229.90	101.53	1735.00	2866.00	94.88
CELTINS	Formoso	1.08	35.84	46.28	13349.00	156.12	3275.00	3276.00	151.04
CELTINS	Guaraí	0.88	21.55	38.01	2263.60	47.84	3625.00	4813.00	136.41
CELTINS	Miracema	0.79	51.28	38.60	2667.00	56.04	2995.00	4745.00	270.90
CELTINS	Peixe	1.05	39.27	51.97	4265.20	73.69	805.00	988.00	46.71
CELTINS	Porto Nacional	1.18	13.43	30.10	4338.30	168.45	7872.50	8216.00	269.53
CELTINS	Taguatinga	0.45	25.49	37.31	2334.80	94.46	1642.50	2175.00	103.67
CELTINS	Taquaralto	0.96	10.62	23.47	728.10	85.32	2272.50	9041.00	216.98
CEMAT	BARRA DO BUGRES NÃO URBANO	1.06	135.95	155.09	5715.87	157.50	502.50	999.00	472.94
CEMAT	BARRA DO GARÇAS NÃO URBANO	1.39	55.70	58.46	8393.00	211.76	360.00	637.00	384.98
CEMAT	CÁCERES NÃO URBANO	1.38	57.44	67.94	24395.00	263.60	1202.50	1949.00	660.51
CEMAT	CUIABÁ NÃO URBANO	0.83	81.39	96.07	3224.68	420.00	1140.00	1265.00	541.18
CEMAT	POCONÉ NÃO URBANO	1.45	70.62	92.99	17120.46	473.00	1155.00	724.00	174.64
CEMAT	SANTO ANTONIO DO LEVERGER NÃO URBANO	1.15	100.14	174.69	12008.14	370.00	1290.00	1155.00	303.95
CEMAT	SORRISO NÃO URBANO	1.17	49.97	66.36	8901.83	182.61	690.00	714.00	360.70
CEMAT	TANGARÁ DA SERRA NÃO URBANO	1.51	76.38	101.70	11600.48	344.71	390.00	1314.00	1602.16
CEPISA	AGRICOLÂNDIA/MIGUEL LEÃO/LAGOINHA	0.85	110.73	52.96	261.80	150.00	1007.50	2135.00	229.00
CEPISA	ALAGOINHA/FCO.SANTOS/MONS.HIP/S.ANT. LISB/CAMPO GDE	0.70	68.73	71.36	2119.39	89.00	3003.50	5125.00	525.00
CEPISA	ANÍSIO DE ABREU/JUREMA/S.BRÁS	0.55	88.00	59.00	2163.00	94.78	864.00	1819.00	165.00
CEPISA	ARRAIAL/FCO.AYRES/CAJAZEIRAS PI	0.70	125.00	67.00	1841.80	49.50	1032.50	1841.00	161.00
CEPISA	BARR D'ALCANTARA/TANQUE DO PI/FRANCINÓPOLIS/VARZEA	0.47	130.00	105.00	1219.90	73.92	1573.60	3183.00	290.00
CEPISA	BARRAS	0.69	145.00	170.00	1775.70	169.70	2935.50	5232.00	687.00
CEPISA	BOA HORA CABECEIRAS	0.67	184.39	191.09	1012.60	80.59	807.50	1399.00	129.00
CEPISA	BOCAINA/S.LUÍS/SUSSUAPARA	0.56	52.00	63.00	688.10	76.39	3303.00	2401.00	302.00
CEPISA	BOM JESUS	0.93	75.00	59.00	5709.10	50.61	1655.00	3248.00	562.00
CEPISA	BURITI DOS LOPES	0.59	43.30	53.63	526.60	150.58	1605.00	3368.00	440.00
CEPISA	CANTO DO BURITI	0.80	65.81	82.93	4419.40	62.24	1362.50	3443.00	477.00
CEPISA	CASTELO DO PIAUÍ	0.57	92.00	32.10	2246.80	322.66	1652.50	3239.00	395.00
CEPISA	COCAL / CAOCAL DOS ALVES	0.72	56.00	55.00	1207.00	81.88	777.50	4088.00	344.00
CEPISA	CORRENTE	0.68	155.00	110.00	3045.90	80.86	2122.50	4059.00	584.00
CEPISA	CRISTINO CASTRO/ PALMEIRA / SANTA LUZ	0.92	87.31	66.94	5410.80	48.31	1227.50	3186.00	345.00
CEPISA	D.EXPEDITO LOPES/PAQUETÁ/STA.CRUZ	0.38	35.50	49.19	1297.80	101.10	2653.00	3245.00	331.00
CEPISA	DIRCEU ARCOVERDE/S.LOURENÇO	0.89	100.00	45.00	1715.20	58.80	3975.00	772.00	98.00
CEPISA	ELESBÃO VELOSO	0.41	115.00	100.00	1323.40	87.66	1877.50	3349.00	331.00
CEPISA	FRONTEIRAS	0.57	119.59	41.42	2774.80	133.90	3713.50	3614.00	429.00
CEPISA	GUADALUPE	0.61	29.02	19.87	1020.80	53.92	1340.00	1613.00	269.00
CEPISA	INHUMA	1.12	30.00	45.00	1027.40	1094.23	2445.00	3152.00	273.00
CEPISA	IPIRANGA DO PIAUÍ	0.57	29.50	44.50	488.20	91.20	1915.50	1939.00	183.00
CEPISA	ITAINÓPOLIS/GEMINIANO/VERA MENDES	0.86	59.00	52.83	1561.80	74.71	465.00	2952.00	299.00
CEPISA	NAZARÉ/S.FCO. DO PIAUÍ	0.77	104.10	58.32	2680.10	46.00	990.00	2377.00	229.00
CEPISA	PALMEIRAIS	1.08	52.88	41.67	1722.80	28.70	845.00	3697.00	582.00
CEPISA	PAULISTANA / ACAUÁ	0.62	65.00	45.00	2582.50	272.95	1132.10	3001.00	512.00
CEPISA	PE. MARCOS/ALEGRETE/V.NOVA DO PIAUÍ	0.48	140.00	70.00	764.00	76.06	1672.50	2310.00	195.00
CEPISA	PEDRO II	0.83	61.48	27.07	1957.00	152.16	2400.50	7432.00	613.00
CEPISA	PICOS - RURAL	0.59	83.06	95.68	819.50	118.92	4473.50	1309.00	144.00

CEPISA	PIMENTEIRAS/LAGOA DO SÍTIO	0.68	120.00	70.00	5329.70	84.75	2320.00	1618.00	192.00
CEPISA	S.MIGUEL DO TAPUIO/ASSUNÇÃO	0.82	96.36	36.22	6936.80	281.52	1300.00	2434.00	220.00
CEPISA	SÃO JOÃO DA CANABRAVA/S.JOSÉ DO PI /SANTANA DO PI	0.44	43.87	54.16	1025.10	82.78	1793.00	3238.00	249.00
CEPISA	SÃO JOÃO DO PIAUÍ	0.51	35.89	22.72	1488.80	154.05	1837.50	3876.00	646.00
CEPISA	SÃO RAIMUNDO NONATO	0.77	75.70	41.11	2606.80	160.00	2172.50	5071.00	989.00
CEPISA	SIMPLÍCIO MENDES	0.23	45.92	37.54	1362.20	117.97	2172.50	2477.00	383.00
CEPISA	URUÇUÍ	1.11	146.37	59.09	8578.50	44.39	1190.00	3350.00	408.00
CEPISA	VALENÇA DO PIAUÍ	0.70	53.02	60.70	1344.90	200.02	3132.50	5097.00	672.00
COELBA	ANDORINHA	0.56	13.43	10.01	1898.00	75.00	4195.00	1661.00	330.86
COELBA	ANTONIO GONÇALVES	0.81	20.50	21.16	721.00	39.00	2100.00	1861.00	130.77
COELBA	CANSANÇÃO	0.74	43.82	10.55	2986.00	131.00	2585.00	4462.00	63.60
COELBA	IBIPEBA DA BAHIA	0.52	31.41	12.29	945.00	119.00	1150.00	3318.00	118.98
COELBA	IBITIARA	0.56	26.07	26.30	1233.00	141.00	2280.00	1686.00	53.08
COELBA	IPIRA	1.26	38.24	23.65	3927.00	202.00	8972.50	8361.00	96.56
COELBA	MUCURI	0.97	35.31	22.81	1776.00	91.00	7335.00	5910.00	122.33
COELBA	PILAO ARCADEO	1.21	38.54	17.58	12123.00	97.00	1750.00	1507.00	34.42
COELBA	SANTA TEREZINHA	0.70	33.11	8.17	693.00	61.00	1775.00	1067.00	324.11
COELCE	ACOIPIARA	0.96	23.70	21.19	2046.00	162.92	4193.00	7530.00	814.85
COELCE	AURORA	0.56	29.03	23.37	942.00	197.60	2549.50	4322.00	463.33
COELCE	BANABUIU	0.56	21.41	12.48	1118.00	203.44	5247.50	1560.00	195.76
COELCE	BARRA DO FIGUEIREDO	0.55	13.86	12.00	1161.00	221.09	4885.50	2548.00	383.34
COELCE	BARRO	0.45	10.57	13.55	571.00	131.86	2310.00	1745.00	183.21
COELCE	CANINDÉ	1.20	16.39	24.39	2883.00	87.49	4067.50	9965.00	1173.87
COELCE	CARACARA	0.56	13.62	23.03	1497.00	290.75	3461.00	3529.00	295.92
COELCE	CEDRO	0.56	15.68	15.07	739.00	95.42	2464.50	3752.00	406.78
COELCE	IPUEIRAS	0.81	25.69	16.06	1204.00	210.65	3972.00	6102.00	587.71
COELCE	LAVRAS DA MANGABEIRA	0.88	21.07	24.49	1072.00	277.36	5987.50	4917.00	529.16
COELCE	MADALENA	0.48	11.64	15.10	1043.00	229.08	3496.00	1461.00	151.80
COELCE	MASSAPÊ	0.82	4.45	5.69	1434.00	233.32	6528.00	4248.00	530.80
COELCE	POTENGI	0.67	22.81	24.70	389.00	94.83	1406.00	2361.00	201.06
COELCE	SENADOR SÁ	0.93	6.70	6.82	905.00	236.98	3401.50	7117.00	768.84
COELCE	UMARITUBA	0.68	14.81	16.25	519.00	139.33	2710.00	3973.00	531.43
CPFL	SANTO ANTONIO ARACAN	0.57	48.49	24.24	1309.70	235.08	3002.50	1947.00	911.00
ELEKTRO	IPORANGA/B TURVO NÃO URBANO	0.97	38.98	27.54	2173.00	278.00	6737.00	804.00	99.00
RGE	CAMBARA SUL2	0.57	104.17	52.60	1065.00	147.09	1630.00	1170.00	71.25
RGE	PALMEIRA MIS2	0.95	34.91	21.02	1500.00	352.07	4857.50	1381.00	37.47
RGE	VACARIA2	1.25	36.74	35.33	2005.00	532.31	4775.00	994.00	22.79
SAELPA	AGUA BRANCA	0.60	22.97	4.42	3163.00	70.19	1835.00	1689.00	112.85
SAELPA	ARARUNA NÃO URBANO	0.56	109.39	56.25	525.20	109.46	2090.00	2903.00	433.97
SAELPA	BARRA DE S. ROSA	0.67	38.58	29.13	801.80	51.72	1360.00	2760.00	284.32
SAELPA	BOQUEIRÃO NÃO URBANO	1.02	50.06	60.54	1943.10	38.62	1745.00	6697.00	427.95
SAELPA	BREJO DO CRUZ NÃO URBANO	0.64	67.42	74.36	967.60	420.91	1910.00	1415.00	196.58
SAELPA	JUAZERINHO NÃO URBANO	0.66	36.47	28.46	469.40	71.11	1550.00	2061.00	198.43
SAELPA	MONTEIRO NÃO URBANO	0.72	66.28	58.47	1088.10	255.30	5860.00	1279.00	145.54
SAELPA	PATOS NÃO URBANO	1.20	110.27	97.01	1625.20	1097.22	1800.00	4650.00	490.00
SAELPA	PIANCO NÃO URBANO	0.21	93.50	33.03	1104.20	141.23	2380.00	2619.00	209.27
SAELPA	POCINHOS	0.65	10.64	5.64	630.80	63.74	2540.00	3247.00	291.29
SAELPA	PRINCESA ISABEL NÃO URBANO	0.43	64.10	16.20	713.80	137.58	3440.00	1954.00	217.97
SAELPA	SAO JOAO DO CARIRI	0.38	12.96	10.05	2057.00	109.62	1905.00	1433.00	130.96
SAELPA	SAO JOAO DO RIO DO PEIXE	0.72	29.46	31.83	470.20	211.99	2095.00	4342.00	426.81
SAELPA	SAO JOSÉ DE PIRANHAS	0.51	51.80	41.73	700.80	90.76	2310.00	3113.00	378.28
STA CRUZ	PARANAPANEMA	0.89	23.34	19.66	1022.00	106.60	2890.00	2314.00	2594.00
STA CRUZ	SÃO PEDRO DO TURVO	0.57	19.26	26.76	778.00	217.80	2890.00	1813.00	757.00
SULGIPE	ESTANCIA - ZONA RURAL	0.58	21.74	20.43	630.45	222.00	4082.50	1845.00	198.00
SULGIPE	ITABAIANINHA - ZONA RURAL	0.58	40.36	35.09	477.94	223.71	2695.00	1881.00	288.00
SULGIPE	R. DO DANTAS - ZONA RURAL	0.55	36.96	26.48	527.89	221.37	2555.00	2495.00	174.00
SULGIPE	RIO REAL - ZONA RURAL	0.87	63.40	49.06	1053.60	130.74	1532.50	518.00	113.00
SULGIPE	TOBIAS BARRETO - ZONA RURAL	0.41	41.49	38.86	1116.09	279.38	1755.00	2467.00	161.00

As tabelas 60 e 61 apresentam os conjuntos que formaram os valores das metas para o *cluster* 06. Cabe observar que os conjuntos que formam a meta do DEC não são necessariamente os mesmos formadores do FEC.

Tabela 60 – Conjuntos de melhor desempenho quanto ao DEC

SIGLA	NOME	DEC
CELPA	ITUPIRANGA	1.45
COELCE	MASSAPÉ	4.45
COELCE	SENADOR SÁ	6.70
CELPA	SANTA LUZIA NÃO URBANO	8.10
CELPA	CURUÇÁ NÃO URBANO	9.52
COELCE	BARRO	10.57
CELTINS	Taquaralto	10.62
SAELPA	POCINHOS	10.64
CELESC	ANGELINA	11.35
CELTINS	Dianópolis	11.57
COELCE	MADALENA	11.64
CELPA	SÃO FRANCISCO	12.72
SAELPA	SAO JOAO DO CARIRI	12.96
COELBA	ANDORINHA	13.43
CELTINS	Porto Nacional	13.43

Tabela 61 – Conjuntos de melhor desempenho quanto ao FEC

SIGLA	NOME	FEC
CELPA	ITUPIRANGA	0.45
SAELPA	AGUA BRANCA	4.42
SAELPA	POCINHOS	5.64
COELCE	MASSAPÉ	5.69
CELESC	ANGELINA	5.83
CELPA	SÃO FRANCISCO	6.06
COELCE	SENADOR SÁ	6.82
COELBA	SANTA TEREZINHA	8.17
CELPA	CURUÇÁ NÃO URBANO	8.73
CEEE	S. VIT. PALMA R	9.47
COELBA	ANDORINHA	10.01
SAELPA	SAO JOAO DO CARIRI	10.05
COELBA	CANSANÇÃO	10.55
CEAL	Santana do Ipanema Rural	10.94
AES-SUL	SANTA CRUZ MONTE ALVERNE NÃO URBANO	11.41

Analisando-se os conjuntos apresentados, observa-se conjuntos de pequeno porte com desempenho compatíveis ou melhores que cidades de grande porte, sendo equivalente ao desempenho verificado em conjuntos com redes subterrâneas. Estes valores deverão ser acompanhados mais rigorosamente pelo órgão regulador, uma vez que, são estes os conjuntos que formam o padrão de desempenho para os demais.

As tabelas 62 e 63 apresentam as metas para cada conjunto do *cluster* 06 definidas a partir de procedimento análogo ao do *cluster* 27.

Tabela 62 – Evolução das metas para o DEC

SIGLA	NOME	DEC	Ano 1	Ano 2	Ano 3	.....	Ano 7	Ano 8
AES-SUL	DILERMANDO DE AGUIAR – RUR	72.96	59.14	47.94	38.86	.....	16.78	13.60
AES-SUL	ITACURUBI – RURAL	44.92	38.69	33.32	28.70	.....	15.79	13.60
AES-SUL	MANOEL VIANA – RURAL	39.68	34.71	30.36	26.56	.....	15.55	13.60
AES-SUL	SANTA CRUZ MONTE ALVERNE NÃO URBANO	65.28	53.66	44.10	36.25	.....	16.55	13.60

AES-SUL	SANTANA DA BOA VISTA - RUR	34.09	30.39	27.09	24.15	.....	15.26	13.60
CAIUÁ	ALTA PAULISTA 1	34.93	31.04	27.59	24.52	.....	15.30	13.60
CAIUÁ	ALTA PAULISTA 2	13.74	13.72	13.70	13.69	.....	13.62	13.60
CAIUÁ	EPITÁCIO-CAIUÁ	18.98	18.21	17.46	16.75	.....	14.18	13.60
CAIUÁ	VENCESLAU-PIQUEROBI	26.77	24.60	22.60	20.77	.....	14.80	13.60
CEAL	Água Branca Rural	32.06	28.80	25.87	23.24	.....	15.14	13.60
CEAL	Atalaia Rural	26.65	24.50	22.52	20.71	.....	14.79	13.60
CEAL	Delmiro Gouveia Rural	69.85	56.93	46.40	37.82	.....	16.69	13.60
CEAL	Feira Grande Rural	35.50	31.49	27.93	24.77	.....	15.33	13.60
CEAL	Girau do Ponciano Rural	40.00	34.95	30.54	26.69	.....	15.56	13.60
CEAL	Limoeiro de Anadia Rural	60.50	50.20	41.66	34.57	.....	16.39	13.60
CEAL	Major Isidoro Rural	59.90	49.77	41.35	34.35	.....	16.37	13.60
CEAL	Mata Grande Rural	87.78	69.53	55.07	43.62	.....	17.17	13.60
CEAL	Palmeira dos Índios Rural	23.85	22.23	20.73	19.32	.....	14.59	13.60
CEAL	Pão de Açúcar Rural	28.24	25.78	23.53	21.47	.....	14.90	13.60
CEAL	Penedo Rural	40.37	35.24	30.76	26.85	.....	15.58	13.60
CEAL	Santana do Ipanema Rural	15.60	15.33	15.07	14.82	.....	13.84	13.60
CEAL	Traipu Rural	65.42	53.76	44.17	36.30	.....	16.55	13.60
CEAM	COARI	50.55	42.90	36.41	30.90	.....	16.03	13.60
CEAM	TEFE	189.62	136.41	98.13	70.59	.....	18.91	13.60
CEEE	AMARAL FER. R	52.02	43.99	37.20	31.45	.....	16.08	13.60
CEEE	BARRA RIBEIRO R	62.56	51.70	42.72	35.30	.....	16.46	13.60
CEEE	CAMAQUA - R	57.86	48.28	40.29	33.62	.....	16.30	13.60
CEEE	CAPAO LEAO R	44.51	38.38	33.09	28.53	.....	15.77	13.60
CEEE	ENCRUZ. SUL R	21.27	20.11	19.02	17.99	.....	14.38	13.60
CEEE	HERVAL - R	56.39	47.21	39.52	33.08	.....	16.25	13.60
CEEE	LAVRAS SUL R	92.36	72.69	57.21	45.03	.....	17.28	13.60
CEEE	PANTANO GR. R	39.54	34.60	30.28	26.50	.....	15.54	13.60
CEEE	PINH. MACHADO R	31.94	28.71	25.80	23.19	.....	15.13	13.60
CEEE	S. JERONIMO - R	67.65	55.36	45.30	37.07	.....	16.62	13.60
CEEE	S. VIT. PALMA R	27.14	24.89	22.83	20.95	.....	14.83	13.60
CELESC	ANGELINA	11.35	13.60	13.60	13.60	.....	13.60	13.60
CELESC	BOCAINA DO SUL	135.70	101.79	76.35	57.27	.....	18.13	13.60
CELESC	BOM JARDIM DA SERRA	34.49	30.70	27.33	24.33	.....	15.28	13.60
CELESC	CAMPO BELO DO SUL	131.51	99.03	74.58	56.16	.....	18.06	13.60
CELESC	CAPAO ALTO	121.80	92.60	70.41	53.53	.....	17.89	13.60
CELG	CAIAPONIA RURAL	55.81	46.78	39.21	32.87	.....	16.23	13.60
CELPA	CAPANEMA NÃO URBANO	97.12	75.96	59.41	46.47	.....	17.39	13.60
CELPA	CASTANHAL NÃO URBANO	94.03	73.84	57.99	45.54	.....	17.32	13.60
CELPA	CURUÇÁ NÃO URBANO	9.52	13.60	13.60	13.60	.....	13.60	13.60
CELPA	IRITUIA NÃO URBANO	19.25	18.43	17.65	16.90	.....	14.20	13.60
CELPA	ITUPIRANGA	1.45	13.60	13.60	13.60	.....	13.60	13.60
CELPA	MARAPANIM NÃO URBANO	30.04	27.21	24.64	22.32	.....	15.02	13.60
CELPA	SANTA LUZIA NÃO URBANO	8.10	13.60	13.60	13.60	.....	13.60	13.60
CELPA	SÃO FRANCISCO	12.72	13.60	13.60	13.60	.....	13.60	13.60
CELPA	TERRA ALTA	87.45	69.30	54.92	43.52	.....	17.16	13.60
CELPA	TOMÉ-AÇU NÃO URBANO	144.99	107.86	80.24	59.69	.....	18.28	13.60
CELPA	VIGIA NÃO URBANO	22.17	20.86	19.62	18.46	.....	14.46	13.60
CELTINS	Aliança	23.36	21.83	20.41	19.07	.....	14.55	13.60
CELTINS	Araguaçu	43.38	37.53	32.46	28.08	.....	15.72	13.60
CELTINS	Arraias	36.63	32.36	28.59	25.26	.....	15.39	13.60
CELTINS	Dianópolis	11.57	13.60	13.60	13.60	.....	13.60	13.60
CELTINS	Formoso	35.84	31.75	28.13	24.92	.....	15.35	13.60
CELTINS	Guaraí	21.55	20.35	19.21	18.13	.....	14.41	13.60
CELTINS	Miracema	51.28	43.44	36.80	31.17	.....	16.05	13.60
CELTINS	Peixe	39.27	34.40	30.13	26.39	.....	15.53	13.60
CELTINS	Porto Nacional	13.43	13.60	13.60	13.60	.....	13.60	13.60
CELTINS	Taguatinga	25.49	23.56	21.79	20.14	.....	14.71	13.60
CELTINS	Taquaralto	10.62	13.60	13.60	13.60	.....	13.60	13.60
CEMAT	BARRA DO BUGRES NÃO URBANO	135.95	101.95	76.46	57.34	.....	18.14	13.60
CEMAT	BARRA DO GARÇAS NÃO URBANO	55.70	46.70	39.15	32.83	.....	16.22	13.60

CEMAT	CÁCERES NÃO URBANO	57.44	47.97	40.07	33.46	.....	16.28	13.60
CEMAT	CUIABÁ NÃO URBANO	81.39	65.08	52.04	41.61	.....	17.01	13.60
CEMAT	POCONÉ NÃO URBANO	70.62	57.48	46.78	38.08	.....	16.71	13.60
CEMAT	SANTO ANTONIO DO LEVERGER NÃO URBANO	100.14	78.02	60.79	47.36	.....	17.46	13.60
CEMAT	SORRISO NÃO URBANO	49.97	42.47	36.09	30.67	.....	16.00	13.60
CEMAT	TANGARÁ DA SERRA NÃO URBANO	76.38	61.56	49.62	39.99	.....	16.87	13.60
CEPISA	AGRICOLÂNDIA/MIGUEL LEÃO/LAGOINHA	110.73	85.20	65.55	50.44	.....	17.68	13.60
CEPISA	ALAGOINHA/FCO.SANTOS/MONS.HIP/S.ANT. LISB/CAMPO GDE	68.73	56.13	45.84	37.44	.....	16.65	13.60
CEPISA	ANÍSIO DE ABREU/JUREMA/S.BRÁS	88.00	69.68	55.18	43.69	.....	17.18	13.60
CEPISA	ARRAIAL/FCO.AYRES/CAJAZEIRAS PI	125.00	94.73	71.79	54.41	.....	17.95	13.60
CEPISA	BARR D'ALCANTARA/TANQUE DO PI/FRANCINÓPOLIS/VARZEA	130.00	98.04	73.93	55.76	.....	18.03	13.60
CEPISA	BARRAS	145.00	107.87	80.24	59.69	.....	18.28	13.60
CEPISA	BOA HORA CABECEIRAS	184.39	133.11	96.09	69.37	.....	18.84	13.60
CEPISA	BOCAINA/S.LUÍS/SUSSUAPARA	52.00	43.97	37.19	31.45	.....	16.08	13.60
CEPISA	BOM JESUS	75.00	60.59	48.94	39.54	.....	16.84	13.60
CEPISA	BURITI DOS LOPES	43.30	37.46	32.42	28.05	.....	15.72	13.60
CEPISA	CANTO DO BURITI	65.81	54.04	44.37	36.43	.....	16.56	13.60
CEPISA	CASTELO DO PIAUÍ	92.00	72.44	57.05	44.92	.....	17.27	13.60
CEPISA	COCAL / CAOCAL DOS ALVES	56.00	46.92	39.31	32.94	.....	16.23	13.60
CEPISA	CORRENTE	155.00	114.35	84.36	62.23	.....	18.43	13.60
CEPISA	CRISTINO CASTRO/ PALMEIRA / SANTA LUZ	87.31	69.20	54.85	43.48	.....	17.16	13.60
CEPISA	D.EXPEDITO LOPES/PAQUETÁ/STA.CRUZ	35.50	31.49	27.93	24.77	.....	15.33	13.60
CEPISA	DIRCEU ARCOVERDE/S.LOURENÇO	100.00	77.93	60.73	47.32	.....	17.45	13.60
CEPISA	ELESBÃO VELOSO	115.00	88.06	67.44	51.64	.....	17.76	13.60
CEPISA	FRONTEIRAS	119.59	91.13	69.45	52.92	.....	17.85	13.60
CEPISA	GUADALUPE	29.02	26.40	24.01	21.84	.....	14.95	13.60
CEPISA	INHUMA	30.00	27.18	24.62	22.30	.....	15.01	13.60
CEPISA	IPIRANGA DO PIAUÍ	29.50	26.78	24.31	22.07	.....	14.98	13.60
CEPISA	ITAINÓPOLIS/GEMINIANO/VERA MENDES	59.00	49.11	40.88	34.03	.....	16.34	13.60
CEPISA	NAZARÉ/S.FCO. DO PIAUÍ	104.10	80.72	62.59	48.53	.....	17.54	13.60
CEPISA	PALMEIRAS	52.88	44.62	37.66	31.78	.....	16.12	13.60
CEPISA	PAULISTANA / ACAUÃ	65.00	53.46	43.96	36.15	.....	16.54	13.60
CEPISA	PE. MARCOS/ALEGRETEV.NOVA DO PIAUÍ	140.00	104.61	78.16	58.40	.....	18.20	13.60
CEPISA	PEDRO II	61.48	50.91	42.16	34.92	.....	16.42	13.60
CEPISA	PICOS - RURAL	83.06	66.25	52.84	42.14	.....	17.05	13.60
CEPISA	PIMENTEIRAS/LAGOA DO SÍTIO	120.00	91.41	69.63	53.04	.....	17.85	13.60
CEPISA	S.MIGUEL DO TAPUIO/ASSUNÇÃO	96.36	75.44	59.06	46.24	.....	17.37	13.60
CEPISA	SÃO JOÃO DA CANABRAVA/S.JOSÉ DO PI /SANTANA DO PI	43.87	37.90	32.73	28.28	.....	15.74	13.60
CEPISA	SÃO JOÃO DO PIAUÍ	35.89	31.79	28.16	24.94	.....	15.35	13.60
CEPISA	SÃO RAIMUNDO NONATO	75.70	61.08	49.28	39.77	.....	16.86	13.60
CEPISA	SIMPLÍCIO MENDES	45.92	39.44	33.88	29.10	.....	15.83	13.60
CEPISA	URUÇUÍ	146.37	108.76	80.81	60.05	.....	18.30	13.60
CEPISA	VALENÇA DO PIAUÍ	53.02	44.73	37.73	31.83	.....	16.12	13.60
COELBA	ANDORINHA	13.43	13.60	13.60	13.60	.....	13.60	13.60
COELBA	ANTONIO GONÇALVES	20.50	19.47	18.50	17.57	.....	14.32	13.60
COELBA	CANSANÇÃO	43.82	37.86	32.71	28.26	.....	15.74	13.60
COELBA	IBIPEBA DA BAHIA	31.41	28.29	25.48	22.95	.....	15.10	13.60
COELBA	IBITIARA	26.07	24.03	22.15	20.42	.....	14.75	13.60
COELBA	IPIRA	38.24	33.61	29.53	25.95	.....	15.48	13.60
COELBA	MUCURI	35.31	31.34	27.82	24.69	.....	15.32	13.60
COELBA	PILAO ARCADEO	38.54	33.83	29.70	26.08	.....	15.49	13.60
COELBA	SANTA TEREZINHA	33.11	29.63	26.51	23.72	.....	15.20	13.60
COELCE	ACOPIARA	23.70	22.11	20.63	19.24	.....	14.58	13.60
COELCE	AURORA	29.03	26.40	24.02	21.85	.....	14.95	13.60
COELCE	BANABUIU	21.41	20.23	19.11	18.06	.....	14.39	13.60
COELCE	BARRA DO FIGUEIREDO	13.86	13.83	13.79	13.76	.....	13.63	13.60
COELCE	BARRO	10.57	13.60	13.60	13.60	.....	13.60	13.60
COELCE	CANINDÉ	16.39	16.01	15.64	15.28	.....	13.92	13.60

COELCE	CARACARA	13.62	13.62	13.61	13.61	.....	13.60	13.60
COELCE	CEDRO	15.68	15.40	15.13	14.87	.....	13.84	13.60
COELCE	IPUEIRAS	25.69	23.73	21.91	20.24	.....	14.73	13.60
COELCE	LAVRAS DA MANGABEIRA	21.07	19.95	18.89	17.88	.....	14.36	13.60
COELCE	MADALENA	11.64	13.60	13.60	13.60	.....	13.60	13.60
COELCE	MASSAPÊ	4.45	13.60	13.60	13.60	.....	13.60	13.60
COELCE	POTENGI	22.81	21.38	20.04	18.79	.....	14.51	13.60
COELCE	SENADOR SÁ	6.70	13.60	13.60	13.60	.....	13.60	13.60
COELCE	UMARITUBA	14.81	14.65	14.50	14.34	.....	13.75	13.60
CPFL	SANTO ANTONIO ARACAN	48.49	41.37	35.29	30.10	.....	15.94	13.60
ELEKTRO	IPORANGA/B TURVO NÃO URBANO	38.98	34.17	29.96	26.26	.....	15.51	13.60
RGE	CAMBARA SUL2	104.17	80.76	62.62	48.55	.....	17.54	13.60
RGE	PALMEIRA MIS2	34.91	31.03	27.58	24.51	.....	15.30	13.60
RGE	VACARIA2	36.74	32.45	28.66	25.31	.....	15.40	13.60
SAELPA	AGUA BRANCA	22.97	21.51	20.15	18.87	.....	14.52	13.60
SAELPA	ARARUNA NÃO URBANO	109.39	84.29	64.96	50.05	.....	17.65	13.60
SAELPA	BARRA DE S. ROSA	38.58	33.87	29.73	26.09	.....	15.49	13.60
SAELPA	BOQUEIRÃO NÃO URBANO	50.06	42.54	36.14	30.71	.....	16.01	13.60
SAELPA	BREJO DO CRUZ NÃO URBANO	67.42	55.19	45.18	36.99	.....	16.61	13.60
SAELPA	JUAZERINHO NÃO URBANO	36.47	32.24	28.50	25.19	.....	15.38	13.60
SAELPA	MONTEIRO NÃO URBANO	66.28	54.38	44.61	36.60	.....	16.58	13.60
SAELPA	PATOS NÃO URBANO	110.27	84.89	65.35	50.31	.....	17.67	13.60
SAELPA	PIANCO NÃO URBANO	93.50	73.48	57.74	45.38	.....	17.31	13.60
SAELPA	POCINHOS	10.64	13.60	13.60	13.60	.....	13.60	13.60
SAELPA	PRINCESA ISABEL NÃO URBANO	64.10	52.81	43.50	35.84	.....	16.51	13.60
SAELPA	SÃO JOÃO DO CARIRI	12.96	13.60	13.60	13.60	.....	13.60	13.60
SAELPA	SÃO JOÃO DO RIO DO PEIXE	29.46	26.75	24.28	22.05	.....	14.98	13.60
SAELPA	SÃO JOSÉ DE PIRANHAS	51.80	43.83	37.08	31.37	.....	16.07	13.60
SANTA CRUZ	PARANAPANEMA	23.34	21.82	20.39	19.06	.....	14.55	13.60
SANTA CRUZ	SÃO PEDRO DO TURVO	19.26	18.44	17.66	16.90	.....	14.20	13.60
SULGIPE	ESTANCIA - ZONA RURAL	21.74	20.50	19.33	18.23	.....	14.42	13.60
SULGIPE	ITABAIANINHA - ZONA RURAL	40.36	35.23	30.75	26.84	.....	15.58	13.60
SULGIPE	R. DO DANTAS - ZONA RURAL	36.96	32.62	28.79	25.40	.....	15.41	13.60
SULGIPE	RIO REAL - ZONA RURAL	63.40	52.30	43.15	35.59	.....	16.49	13.60
SULGIPE	TOBIAS BARRETO - ZONA RURAL	41.49	36.09	31.39	27.31	.....	15.63	13.60

Tabela 63 – Evolução das metas para o FEC

SIGLA	NOME	FEC	Ano 1	Ano 2	Ano 3	.....	Ano 7	Ano 8
AES-SUL	DILERMANDO DE AGUIAR - RUR	36.37	31.64	27.53	23.95	.....	13.72	11.94
AES-SUL	ITACURUBI – RURAL	45.66	38.61	32.65	27.61	.....	14.12	11.94
AES-SUL	MANOEL VIANA – RURAL	20.08	18.82	17.63	16.52	.....	12.74	11.94
AES-SUL	SANTA CRUZ MONTE ALVERNE NÃO URBANO	11.41	11.94	11.94	11.94	.....	11.94	11.94
AES-SUL	SANTANA DA BOA VISTA - RUR	25.30	23.03	20.97	19.09	.....	13.12	11.94
CAIUÁ	ALTA PAULISTA 1	29.85	26.62	23.74	21.17	.....	13.39	11.94
CAIUÁ	ALTA PAULISTA 2	13.76	13.52	13.28	13.05	.....	12.15	11.94
CAIUÁ	EPITÁCIO-CAIUÁ	27.74	24.97	22.47	20.22	.....	13.27	11.94
CAIUÁ	VENCESLAU-PIQUEROBI	36.72	31.91	27.73	24.10	.....	13.74	11.94
CEAL	Água Branca Rural	19.89	18.66	17.51	16.43	.....	12.73	11.94
CEAL	Atalaia Rural	16.02	15.44	14.88	14.35	.....	12.39	11.94
CEAL	Delmiro Gouveia Rural	38.37	33.16	28.66	24.77	.....	13.82	11.94
CEAL	Feira Grande Rural	34.50	30.21	26.46	23.17	.....	13.63	11.94
CEAL	Girau do Ponciano Rural	34.70	30.37	26.58	23.26	.....	13.64	11.94
CEAL	Limoeiro de Anadia Rural	46.50	39.23	33.10	27.93	.....	14.15	11.94
CEAL	Major Isidoro Rural	39.50	34.01	29.29	25.22	.....	13.87	11.94
CEAL	Mata Grande Rural	37.61	32.58	28.23	24.46	.....	13.78	11.94
CEAL	Palmeira dos Índios Rural	19.89	18.66	17.51	16.43	.....	12.73	11.94
CEAL	Pão de Açúcar Rural	21.57	20.03	18.61	17.28	.....	12.86	11.94
CEAL	Penedo Rural	15.54	15.04	14.55	14.08	.....	12.34	11.94
CEAL	Santana do Ipanema Rural	10.94	11.94	11.94	11.94	.....	11.94	11.94

CEAL	Traipu Rural	31.56	27.95	24.75	21.92	.....	13.48	11.94
CEAM	COARI	77.41	61.28	48.51	38.40	.....	15.08	11.94
CEAM	TEFE	119.95	89.90	67.38	50.50	.....	15.93	11.94
CEEE	AMARAL FER. R	35.40	30.90	26.98	23.55	.....	13.68	11.94
CEEE	BARRA RIBEIRO R	31.67	28.03	24.82	21.97	.....	13.49	11.94
CEEE	CAMAQUA - R	50.55	42.21	35.24	29.42	.....	14.30	11.94
CEEE	CAPAO LEAO R	67.46	54.33	43.76	35.24	.....	14.83	11.94
CEEE	ENCRUZ. SUL R	24.94	22.75	20.75	18.92	.....	13.09	11.94
CEEE	HERVAL - R	47.38	39.88	33.57	28.26	.....	14.18	11.94
CEEE	LAVRAS SUL R	26.21	23.76	21.53	19.52	.....	13.17	11.94
CEEE	PANTANO GR. R	40.90	35.07	30.06	25.78	.....	13.93	11.94
CEEE	PINH. MACHADO R	24.75	22.59	20.63	18.83	.....	13.08	11.94
CEEE	S. JERONIMO - R	39.15	33.75	29.09	25.08	.....	13.85	11.94
CEEE	S. VIT. PALMA R	9.47	11.94	11.94	11.94	.....	11.94	11.94
CELESC	ANGELINA	5.83	11.94	11.94	11.94	.....	11.94	11.94
CELESC	BOCAINA DO SUL	44.45	37.71	32.00	27.15	.....	14.07	11.94
CELESC	BOM JARDIM DA SERRA	14.68	14.31	13.94	13.59	.....	12.25	11.94
CELESC	CAMPO BELO DO SUL	42.83	36.51	31.12	26.53	.....	14.01	11.94
CELESC	CAPAO ALTO	34.69	30.36	26.57	23.25	.....	13.64	11.94
CELG	CAIAPONIA RURAL	43.08	36.70	31.26	26.63	.....	14.02	11.94
CELPA	CAPANEMA NÃO URBANO	99.26	76.17	58.46	44.86	.....	15.56	11.94
CELPA	CASTANHAL NÃO URBANO	117.30	88.16	66.26	49.80	.....	15.89	11.94
CELPA	CURUÇÁ NÃO URBANO	8.73	11.94	11.94	11.94	.....	11.94	11.94
CELPA	IRITUIA NÃO URBANO	21.62	20.07	18.64	17.30	.....	12.86	11.94
CELPA	ITUPIRANGA	0.45	11.94	11.94	11.94	.....	11.94	11.94
CELPA	MARAPANIM NÃO URBANO	14.45	14.11	13.78	13.45	.....	12.23	11.94
CELPA	SANTA LUZIA NÃO URBANO	14.60	14.24	13.88	13.54	.....	12.24	11.94
CELPA	SÃO FRANCISCO	6.06	11.94	11.94	11.94	.....	11.94	11.94
CELPA	TERRA ALTA	53.38	44.27	36.71	30.44	.....	14.40	11.94
CELPA	TOMÉ-AÇU NÃO URBANO	108.11	82.08	62.32	47.32	.....	15.73	11.94
CELPA	VIGIA NÃO URBANO	18.86	17.82	16.83	15.89	.....	12.64	11.94
CELTINS	Aliança	56.99	46.88	38.56	31.71	.....	14.52	11.94
CELTINS	Araguaçu	50.52	42.18	35.22	29.41	.....	14.30	11.94
CELTINS	Arraias	52.80	43.85	36.41	30.24	.....	14.38	11.94
CELTINS	Dianópolis	25.72	23.37	21.23	19.29	.....	13.14	11.94
CELTINS	Formoso	46.28	39.07	32.98	27.85	.....	14.14	11.94
CELTINS	Guaraí	38.01	32.89	28.46	24.62	.....	13.80	11.94
CELTINS	Miracema	38.60	33.33	28.79	24.86	.....	13.83	11.94
CELTINS	Peixe	51.97	43.24	35.98	29.94	.....	14.35	11.94
CELTINS	Porto Nacional	30.10	26.81	23.89	21.28	.....	13.40	11.94
CELTINS	Taguatinga	37.31	32.36	28.06	24.34	.....	13.77	11.94
CELTINS	Taquaralto	23.47	21.57	19.82	18.22	.....	12.99	11.94
CEMAT	BARRA DO BUGRES NÃO URBANO	155.09	112.56	81.69	59.29	.....	16.45	11.94
CEMAT	BARRA DO GARÇAS NÃO URBANO	58.46	47.93	39.30	32.22	.....	14.56	11.94
CEMAT	CÁCERES NÃO URBANO	67.94	54.67	43.99	35.40	.....	14.84	11.94
CEMAT	CUIABÁ NÃO URBANO	96.07	74.03	57.04	43.95	.....	15.50	11.94
CEMAT	POCONÉ NÃO URBANO	92.99	71.95	55.66	43.07	.....	15.43	11.94
CEMAT	SANTO ANTONIO DO LEVERGER NÃO URBANO	174.69	124.91	89.32	63.87	.....	16.70	11.94
CEMAT	SORRISO NÃO URBANO	66.36	53.55	43.22	34.88	.....	14.80	11.94
CEMAT	TANGARÁ DA SERRA NÃO URBANO	101.70	77.81	59.53	45.55	.....	15.61	11.94
CEPISA	AGRICOLÂNDIA/MIGUEL LEÃO/LAGOINHA	52.96	43.96	36.49	30.29	.....	14.38	11.94
CEPISA	ALAGOINHA/FCO.SANTOS/MONS.HIP/S.ANT.LIS B/CAMPO GDE	71.36	57.07	45.64	36.50	.....	14.93	11.94
CEPISA	ANÍSIO DE ABREU/JUREMA/S.BRÁS	59.00	48.32	39.57	32.41	.....	14.58	11.94
CEPISA	ARRAIAL/FCO.AYRES/CAJAZEIRAS PI	67.00	54.01	43.53	35.09	.....	14.81	11.94
CEPISA	BARR D'ALCANTARA/TANQUE DO PI/FRANCINÓPOLIS/VARZEA	105.00	80.01	60.97	46.46	.....	15.67	11.94
CEPISA	BARRAS	170.00	121.97	87.52	62.79	.....	16.64	11.94
CEPISA	BOA HORA CABECEIRAS	191.09	135.12	95.54	67.55	.....	16.89	11.94
CEPISA	BOCAINA/S.LUÍS/SUSSUAPARA	63.00	51.17	41.57	33.76	.....	14.70	11.94
CEPISA	BOM JESUS	59.00	48.32	39.57	32.41	.....	14.58	11.94

CEPISA	BURITI DOS LOPES	53.63	44.45	36.84	30.53	.....	14.41	11.94
CEPISA	CANTO DO BURITI	82.93	65.09	51.08	40.09	.....	15.21	11.94
CEPISA	CASTELO DO PIAUÍ	32.10	28.37	25.07	22.15	.....	13.51	11.94
CEPISA	COCAL / CAOCAL DOS ALVES	55.00	45.44	37.54	31.02	.....	14.45	11.94
CEPISA	CORRENTE	110.00	83.34	63.14	47.84	.....	15.76	11.94
CEPISA	CRISTINO CASTRO/ PALMEIRA / SANTA LUZ	66.94	53.96	43.50	35.07	.....	14.81	11.94
CEPISA	D.EXPEDITO LOPES/PAQUETÁ/STA.CRUZ	49.19	41.21	34.53	28.93	.....	14.25	11.94
CEPISA	DIRCEU ARCOVERDE/S.LOURENÇO	45.00	38.12	32.30	27.36	.....	14.09	11.94
CEPISA	ELESBÃO VELOSO	100.00	76.67	58.78	45.07	.....	15.57	11.94
CEPISA	FRONTEIRAS	41.42	35.46	30.35	25.98	.....	13.95	11.94
CEPISA	GUADALUPE	19.87	18.64	17.49	16.42	.....	12.72	11.94
CEPISA	INHUMA	45.00	38.12	32.30	27.36	.....	14.09	11.94
CEPISA	IPIRANGA DO PIAUÍ	44.50	37.75	32.03	27.17	.....	14.07	11.94
CEPISA	ITAINÓPOLIS/GEMINIANO/VERA MENDES	52.83	43.87	36.43	30.25	.....	14.38	11.94
CEPISA	NAZARÉ/S.FCO. DO PIAUÍ	58.32	47.83	39.23	32.17	.....	14.56	11.94
CEPISA	PALMEIRAIS	41.67	35.64	30.49	26.08	.....	13.96	11.94
CEPISA	PAULISTANA / ACAUÃ	45.00	38.12	32.30	27.36	.....	14.09	11.94
CEPISA	PE. MARCOS/ALEGRETEV.NOVA DO PIAUÍ	70.00	56.12	44.99	36.06	.....	14.89	11.94
CEPISA	PEDRO II	27.07	24.44	22.06	19.92	.....	13.23	11.94
CEPISA	PICOS - RURAL	95.68	73.76	56.87	43.84	.....	15.49	11.94
CEPISA	PIMENTEIRAS/LAGOA DO SÍTIO	70.00	56.12	44.99	36.06	.....	14.89	11.94
CEPISA	S.MIGUEL DO TAPUIO/ASSUNÇÃO	36.22	31.53	27.44	23.89	.....	13.72	11.94
CEPISA	SÃO JOÃO DA CANABRAVA/S.JOSÉ DO PI /SANTANA DO PI	54.16	44.83	37.11	30.72	.....	14.42	11.94
CEPISA	SÃO JOÃO DO PIAUÍ	22.72	20.96	19.34	17.85	.....	12.94	11.94
CEPISA	SÃO RAIMUNDO NONATO	41.11	35.22	30.18	25.86	.....	13.94	11.94
CEPISA	SIMPLÍCIO MENDES	37.54	32.53	28.19	24.43	.....	13.78	11.94
CEPISA	URUÇUÍ	59.09	48.38	39.62	32.44	.....	14.58	11.94
CEPISA	VALENÇA DO PIAUÍ	60.70	49.54	40.42	32.99	.....	14.63	11.94
COELBA	ANDORINHA	10.01	11.94	11.94	11.94	.....	11.94	11.94
COELBA	ANTONIO GONÇALVES	21.16	19.70	18.34	17.07	.....	12.83	11.94
COELBA	CANSANÇÃO	10.55	11.94	11.94	11.94	.....	11.94	11.94
COELBA	IBIPEBA DA BAHIA	12.29	12.25	12.20	12.16	.....	11.98	11.94
COELBA	IBITIARA	26.30	23.83	21.59	19.56	.....	13.18	11.94
COELBA	IPIRA	23.65	21.71	19.93	18.30	.....	13.00	11.94
COELBA	MUCURI	22.81	21.04	19.40	17.89	.....	12.95	11.94
COELBA	PILAO ARCADE	17.58	16.75	15.96	15.21	.....	12.53	11.94
COELBA	SANTA TEREZINHA	8.17	11.94	11.94	11.94	.....	11.94	11.94
COELCE	ACOPIARA	21.19	19.72	18.36	17.09	.....	12.83	11.94
COELCE	AURORA	23.37	21.49	19.76	18.17	.....	12.99	11.94
COELCE	BANABUIU	12.48	12.41	12.34	12.27	.....	12.01	11.94
COELCE	BARRA DO FIGUEIREDO	12.00	11.99	11.98	11.98	.....	11.95	11.94
COELCE	BARRO	13.55	13.34	13.13	12.92	.....	12.13	11.94
COELCE	CANINDÉ	24.39	22.31	20.40	18.66	.....	13.06	11.94
COELCE	CARACARA	23.03	21.21	19.54	18.00	.....	12.96	11.94
COELCE	CEDRO	15.07	14.64	14.22	13.81	.....	12.29	11.94
COELCE	IPUEIRAS	16.06	15.48	14.91	14.37	.....	12.39	11.94
COELCE	LAVRAS DA MANGABEIRA	24.49	22.39	20.46	18.71	.....	13.06	11.94
COELCE	MADALENA	15.10	14.66	14.24	13.83	.....	12.30	11.94
COELCE	MASSAPÉ	5.69	11.94	11.94	11.94	.....	11.94	11.94
COELCE	POTENGI	24.70	22.55	20.60	18.81	.....	13.08	11.94
COELCE	SENADOR SÁ	6.82	11.94	11.94	11.94	.....	11.94	11.94
COELCE	UMARITUBA	16.25	15.64	15.04	14.48	.....	12.41	11.94
CPFL	SANTO ANTONIO ARACAN	24.24	22.19	20.31	18.59	.....	13.05	11.94
ELEKTRO	IPIRANGA/B TURVO NÃO URBANO	27.54	24.81	22.35	20.13	.....	13.25	11.94
RGE	CAMBARA SUL2	52.60	43.70	36.31	30.16	.....	14.37	11.94
RGE	PALMEIRA MIS2	21.02	19.59	18.25	17.00	.....	12.81	11.94
RGE	VACARIA2	35.33	30.85	26.94	23.52	.....	13.67	11.94
SAELPA	AGUA BRANCA	4.42	11.94	11.94	11.94	.....	11.94	11.94
SAELPA	ARARUNA NÃO URBANO	56.25	46.34	38.18	31.46	.....	14.49	11.94
SAELPA	BARRA DE S. ROSA	29.13	26.06	23.31	20.85	.....	13.35	11.94

SAELPA	BOQUEIRÃO NÃO URBANO	60.54	49.42	40.34	32.93	.....	14.63	11.94
SAELPA	BREJO DO CRUZ NÃO URBANO	74.36	59.16	47.07	37.45	.....	15.01	11.94
SAELPA	JUAZERINHO NÃO URBANO	28.46	25.53	22.90	20.55	.....	13.31	11.94
SAELPA	MONTEIRO NÃO URBANO	58.47	47.94	39.31	32.23	.....	14.56	11.94
SAELPA	PATOS NÃO URBANO	97.01	74.66	57.46	44.22	.....	15.51	11.94
SAELPA	PIANCO NÃO URBANO	33.03	29.09	25.61	22.55	.....	13.56	11.94
SAELPA	POCINHOS	5.64	11.94	11.94	11.94	.....	11.94	11.94
SAELPA	PRINCESA ISABEL NÃO URBANO	16.20	15.59	15.01	14.45	.....	12.40	11.94
SAELPA	SAO JOAO DO CARIRI	10.05	11.94	11.94	11.94	.....	11.94	11.94
SAELPA	SAO JOAO DO RIO DO PEIXE	31.83	28.16	24.91	22.04	.....	13.50	11.94
SAELPA	SAO JOSÉ DE PIRANHAS	41.73	35.69	30.52	26.10	.....	13.96	11.94
SANTA CRUZ	PARANAPANEMA	19.66	18.47	17.36	16.31	.....	12.71	11.94
SANTA CRUZ	SÃO PEDRO DO TURVO	26.76	24.19	21.87	19.77	.....	13.21	11.94
SULGIPE	ESTANCIA - ZONA RURAL	20.43	19.10	17.86	16.70	.....	12.77	11.94
SULGIPE	ITABAIANINHA - ZONA RURAL	35.09	30.67	26.80	23.42	.....	13.66	11.94
SULGIPE	R. DO DANTAS - ZONA RURAL	26.48	23.97	21.70	19.64	.....	13.19	11.94
SULGIPE	RIO REAL - ZONA RURAL	49.06	41.12	34.46	28.88	.....	14.25	11.94
SULGIPE	TOBIAS BARRETO - ZONA RURAL	38.86	33.53	28.93	24.96	.....	13.84	11.94

Analisando-se o *cluster* 06 observa-se que 19 empresas compõem este *cluster*. A existência de diferentes empresas compondo um mesmo *cluster* é um dos propósitos do trabalho, uma vez que as metas atribuídas aos conjuntos pertencentes a este *cluster*, passam a ser definidas por estas diferentes empresas. Com isto se estabelece uma comparação direta das suas práticas e procedimentos.

4.2.4 – Avaliação por empresa

Tendo calculado as metas de desempenho, para cada elemento, de cada *cluster*, pode-se apresentar as metas por empresa. Neste trabalho serão apresentados os resultados obtidos para metas de DEC e FEC da CPFL, CEMIG, ELETROPAULO e ENERGIPE.

O último campo das tabelas apresentadas nestas análises, designado pela sigla CLN, apresenta o número do *cluster* a que pertence o conjunto.

4.2.4.1 – CPFL

A tabela 64 apresenta a evolução das metas para o DEC e FEC para a CPFL, considerando-se a base utilizada.

Tabela 64 – Metas DEC e FEC para a CPFL

NOME	Metas para DEC						Metas para FEC						CLN		
	DEC ATUAL	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 7	Ano 8	FEC Atual	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 7	Ano 8			
AMERICANA*	8.36	7.83	7.33	6.87	.....	5.29	4.95	11.12	9.56	8.21	7.06	.....	3.85	3.31	15.00
AMPARO*	12.16	11.09	10.11	9.22	.....	6.37	5.81	9.38	8.80	8.26	7.75	.....	6.01	5.64	12.00
ARAÇATUBA*	5.05	5.81	5.81	5.81	.....	5.81	5.81	6.11	6.05	5.99	5.93	.....	5.70	5.64	12.00
ARARAQUARA	5.31	5.81	5.81	5.81	.....	5.81	5.81	7.36	7.12	6.89	6.66	.....	5.83	5.64	12.00
BARRETOS*	3.89	5.81	5.81	5.81	.....	5.81	5.81	5.67	5.67	5.66	5.66	.....	5.64	5.64	12.00
BATATAIS*	7.48	7.25	7.02	6.80	.....	6.00	5.81	8.36	7.96	7.58	7.21	.....	5.92	5.64	12.00
BAURU	5.88	5.87	5.86	5.85	.....	5.82	5.81	6.32	6.23	6.14	6.06	.....	5.72	5.64	12.00
BEBEDOURO*	3.65	5.81	5.81	5.81	.....	5.81	5.81	5.88	5.85	5.82	5.79	.....	5.67	5.64	12.00
BIRIGUI	4.90	9.41	9.41	9.41	.....	9.41	9.41	4.37	9.39	9.39	9.39	.....	9.39	9.39	19.00
BOTUCATU	8.38	8.00	7.65	7.30	.....	6.08	5.81	7.13	6.92	6.72	6.53	.....	5.81	5.64	12.00
BRAUNA*	8.67	9.41	9.41	9.41	.....	9.41	9.41	6.75	9.39	9.39	9.39	.....	9.39	9.39	19.00
CAFELÂNDIA*	5.75	5.81	5.81	5.81	.....	5.81	5.81	6.72	6.57	6.43	6.29	.....	5.76	5.64	12.00
CAMPINAS 1	12.17	10.88	9.72	8.69	.....	5.54	4.95	8.62	7.65	6.79	6.02	.....	3.73	3.31	15.00
CAMPINAS 2	8.40	7.86	7.36	6.89	.....	5.29	4.95	7.46	6.74	6.09	5.50	.....	3.66	3.31	15.00
DOIS CÓRREGOS*	7.30	9.41	9.41	9.41	.....	9.41	9.41	7.72	9.39	9.39	9.39	.....	9.39	9.39	19.00
DUARTINA*	6.17	9.41	9.41	9.41	.....	9.41	9.41	6.36	9.39	9.39	9.39	.....	9.39	9.39	19.00
FRANCA*	4.55	5.81	5.81	5.81	.....	5.81	5.81	4.79	5.64	5.64	5.64	.....	5.64	5.64	12.00
GARÇA*	8.69	9.41	9.41	9.41	.....	9.41	9.41	8.33	9.39	9.39	9.39	.....	9.39	9.39	19.00
ITAPIRA*	10.33	10.21	10.09	9.97	.....	9.52	9.41	7.13	9.39	9.39	9.39	.....	9.39	9.39	19.00
ITÁPOLIS*	9.95	9.88	9.81	9.74	.....	9.48	9.41	10.97	10.76	10.55	10.35	.....	9.57	9.39	19.00
ITUVERAVA*	8.33	7.96	7.61	7.28	.....	6.08	5.81	8.15	7.78	7.43	7.10	.....	5.91	5.64	12.00
JABOTICABAL*	6.06	6.03	6.00	5.97	.....	5.84	5.81	6.66	6.52	6.39	6.26	.....	5.76	5.64	12.00
JAHU*	6.11	6.07	6.03	6.00	.....	5.85	5.81	6.04	5.99	5.94	5.89	.....	5.69	5.64	12.00
LENÇÓIS PAULISTA*	7.76	7.48	7.22	6.96	.....	6.02	5.81	9.96	9.28	8.64	8.05	.....	6.06	5.64	12.00
LINS*	4.85	9.41	9.41	9.41	.....	9.41	9.41	6.29	9.39	9.39	9.39	.....	9.39	9.39	19.00
MARILIA	8.60	8.19	7.80	7.42	.....	6.10	5.81	7.70	7.41	7.12	6.85	.....	5.86	5.64	12.00
MATÃO*	6.67	6.56	6.44	6.33	.....	5.91	5.81	6.28	6.20	6.11	6.03	.....	5.72	5.64	12.00
MIRASSOL*	6.07	6.04	6.00	5.97	.....	5.84	5.81	5.78	5.76	5.74	5.73	.....	5.66	5.64	12.00
MONTE ALTO*	5.92	9.41	9.41	9.41	.....	9.41	9.41	6.61	9.39	9.39	9.39	.....	9.39	9.39	19.00
OLÍMPIA*	5.02	5.81	5.81	5.81	.....	5.81	5.81	6.14	6.08	6.01	5.95	.....	5.70	5.64	12.00
PAULÍNIA*	14.79	12.90	11.25	9.81	.....	5.68	4.95	10.95	9.43	8.12	6.99	.....	3.84	3.31	15.00
PENAPOLIS	4.41	9.41	9.41	9.41	.....	9.41	9.41	3.45	9.39	9.39	9.39	.....	9.39	9.39	19.00
PIRACICABA	10.28	9.57	8.91	8.30	.....	6.24	5.81	12.85	11.59	10.46	9.44	.....	6.25	5.64	12.00
POMPEIA	11.30	11.04	10.79	10.55	.....	9.63	9.41	11.43	11.15	10.88	10.62	.....	9.62	9.39	19.00
RIBEIRÃO PRETO 1*	5.38	5.32	5.27	5.21	.....	5.00	4.95	6.45	5.93	5.46	5.02	.....	3.60	3.31	15.00
RIBEIRÃO PRETO 2	4.56	4.95	4.95	4.95	.....	4.95	4.95	6.72	6.15	5.63	5.15	.....	3.62	3.31	15.00
SANTA BÁRBARA D'OESTE*	8.58	8.17	7.78	7.41	.....	6.10	5.81	10.94	10.07	9.27	8.53	.....	6.13	5.64	12.00
SANTA ROSA DO VITERBO*	10.88	10.68	10.49	10.30	.....	9.58	9.41	11.94	11.59	11.24	10.91	.....	9.68	9.39	19.00
SANTO ANTONIO ARACAN	48.49	41.37	35.29	30.10	.....	15.94	13.60	24.24	22.19	20.31	18.59	.....	13.05	11.94	6.00
SÃO CARLOS*	6.76	6.63	6.51	6.39	.....	5.92	5.81	7.50	7.24	6.98	6.74	.....	5.84	5.64	12.00
SÃO JOAQUIM DA BARRA*	6.21	6.16	6.11	6.06	.....	5.86	5.81	6.83	6.67	6.51	6.36	.....	5.78	5.64	12.00
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO 1*	5.57	5.81	5.81	5.81	.....	5.81	5.81	5.83	5.81	5.78	5.76	.....	5.66	5.64	12.00
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO 2	6.52	6.43	6.33	6.24	.....	5.89	5.81	5.71	5.70	5.69	5.68	.....	5.65	5.64	12.00
SÃO PEDRO*	8.83	8.38	7.95	7.55	.....	6.12	5.81	11.84	10.79	9.84	8.97	.....	6.19	5.64	12.00
SERRANA*	6.04	9.41	9.41	9.41	.....	9.41	9.41	8.41	9.39	9.39	9.39	.....	9.39	9.39	19.00
SERTÃOZINHO*	8.48	8.09	7.72	7.36	.....	6.09	5.81	9.18	8.64	8.13	7.65	.....	5.99	5.64	12.00
SUMARÉ*	11.91	10.89	9.95	9.10	.....	6.36	5.81	11.51	10.53	9.63	8.81	.....	6.17	5.64	12.00
VALINHOS*	12.54	11.16	9.94	8.85	.....	5.56	4.95	8.07	7.22	6.46	5.78	.....	3.70	3.31	15.00

Conforme se verifica na última coluna da tabela 64 os conjuntos da CPFL fazem parte dos *clusters* 6, 12, 15 e 19. Com este procedimento ficam definidas as metas para todos os conjuntos da CPFL.

Com base nestas metas assim definidas deverão ser negociadas, entre as empresas e a ANEEL, as metas definitivas até o próximo reajuste tarifário. Cabendo salientar que as metas aqui determinadas poderão ser alteradas mediante justificativa técnica apresentadas pelas empresas.

4.2.4 2 – CEMIG

A tabela 65 apresenta as metas para os conjuntos da CEMIG. Verifica-se que os conjuntos da CEMIG pertencem aos *clusters* 12 e 15. Cabe observar que a região de Belo Horizonte ficou classificada no *cluster* que possui metas de desempenho superiores, o *cluster* 15, evidenciando a correção da classificação, uma vez que os atributos desta região evidenciam a possibilidade de atendimento desta área, com maior padrão de qualidade.

Tabela 65 – Evolução das metas para a CEMIG

NOME	Metas para DEC						Metas para FEC						CLN		
	DEC ATUAL	Ano 1	Ano 2	Ano 3	.....	Ano 7	Ano 8	FEC ATUAL	Ano 1	Ano 2	Ano 3	.....		Ano 7	Ano 8
DC-BN - BELO HORIZONTE	5.04	5.03	5.02	5.01	.....	4.96	4.95	3.47	3.45	3.43	3.41	.....	3.33	3.31	15.00
DC-BO - BELO HORIZONTE	7.52	7.14	6.77	6.43	.....	5.22	4.95	5.59	5.24	4.90	4.59	.....	3.53	3.31	15.00
DC-BS - BELO HORIZONTE	3.13	4.95	4.95	4.95	.....	4.95	4.95	2.95	3.31	3.31	3.31	.....	3.31	3.31	15.00
Distrito de Distribuição de Almenara	21.64	18.36	15.58	13.22	.....	6.85	5.81	12.47	11.29	10.23	9.26	.....	6.23	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Araguari	8.64	8.22	7.82	7.45	.....	6.11	5.81	6.37	6.27	6.18	6.09	.....	5.73	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Araxá	12.28	11.18	10.18	9.28	.....	6.38	5.81	9.99	9.30	8.66	8.06	.....	6.06	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Barbacena	7.72	7.45	7.19	6.94	.....	6.02	5.81	5.19	5.64	5.64	5.64	.....	5.64	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Bom Despacho	10.46	9.72	9.03	8.39	.....	6.25	5.81	7.22	7.00	6.79	6.58	.....	5.82	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Cons. Lafaiete	8.78	8.34	7.92	7.52	.....	6.12	5.81	6.91	6.74	6.57	6.40	.....	5.79	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Curvelo	10.50	9.75	9.06	8.41	.....	6.26	5.81	9.66	9.03	8.44	7.89	.....	6.03	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Formiga	10.57	9.81	9.10	8.45	.....	6.26	5.81	8.15	7.78	7.43	7.10	.....	5.91	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Frutal	15.58	13.77	12.18	10.76	.....	6.57	5.81	8.10	7.74	7.40	7.07	.....	5.90	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Itabira	13.78	12.37	11.10	9.97	.....	6.47	5.81	8.30	7.91	7.54	7.18	.....	5.92	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Ituiutaba	8.93	8.46	8.02	7.60	.....	6.13	5.81	4.79	5.64	5.64	5.64	.....	5.64	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Janaúba	12.01	10.97	10.02	9.15	.....	6.36	5.81	11.49	10.51	9.62	8.80	.....	6.16	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Janaúria	11.27	10.37	9.55	8.79	.....	6.31	5.81	6.25	6.17	6.09	6.01	.....	5.71	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de João Monlevade	10.49	9.74	9.05	8.41	.....	6.26	5.81	5.64	5.64	5.64	5.64	.....	5.64	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Lavras	6.61	6.50	6.40	6.30	.....	5.90	5.81	5.23	5.64	5.64	5.64	.....	5.64	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Ouro Preto	9.21	8.69	8.21	7.75	.....	6.15	5.81	5.93	5.89	5.86	5.82	.....	5.68	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Paracatu	20.53	17.53	14.97	12.79	.....	6.80	5.81	7.33	7.09	6.87	6.64	.....	5.83	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Patrocínio	8.56	8.16	7.77	7.40	.....	6.10	5.81	5.65	5.65	5.65	5.65	.....	5.64	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Pirapora	10.84	10.03	9.28	8.58	.....	6.28	5.81	7.05	6.86	6.67	6.48	.....	5.80	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Salinas	15.94	14.05	12.39	10.92	.....	6.59	5.81	9.07	8.55	8.05	7.59	.....	5.99	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de São João Del Rei	8.47	8.08	7.71	7.35	.....	6.09	5.81	6.15	6.08	6.02	5.95	.....	5.70	5.64	12.00
Distrito de Distribuição de Três Corações	10.29	9.58	8.92	8.30	.....	6.24	5.81	8.52	8.09	7.69	7.30	.....	5.94	5.64	12.00
Região de Distribuição BH - Nordeste	13.78	12.37	11.10	9.97	.....	6.47	5.81	9.54	8.93	8.37	7.83	.....	6.02	5.64	12.00
Região de Distribuição BH - Sudeste	23.35	19.23	15.84	13.05	.....	6.01	4.95	14.98	12.40	10.27	8.50	.....	4.00	3.31	15.00
Região de Distribuição de Alfenas	10.52	9.77	9.07	8.42	.....	6.26	5.81	11.39	10.43	9.55	8.75	.....	6.16	5.64	12.00
Região de Distribuição de Aracuai	22.06	18.67	15.80	13.38	.....	6.86	5.81	13.98	12.48	11.14	9.95	.....	6.32	5.64	12.00

Região de Distribuição de Betim	12.21	11.13	10.14	9.24	.....	6.38	5.81	7.45	7.20	6.95	6.71	.....	5.84	5.64	12.00
Região de Distribuição de Caratinga	13.27	11.97	10.79	9.74	.....	6.44	5.81	10.27	9.53	8.84	8.20	.....	6.08	5.64	12.00
Região de Distribuição de Contagem	8.05	7.73	7.42	7.12	.....	6.05	5.81	5.87	5.84	5.81	5.78	.....	5.67	5.64	12.00
Região de Distribuição de Divinópolis	10.53	9.78	9.08	8.43	.....	6.26	5.81	6.60	6.47	6.35	6.22	.....	5.75	5.64	12.00
Região de Distribuição de Gov. Valadares	13.39	12.06	10.87	9.79	.....	6.45	5.81	6.54	6.42	6.30	6.19	.....	5.75	5.64	12.00
Região de Distribuição de Ipatinga	11.78	10.78	9.87	9.04	.....	6.35	5.81	8.77	8.30	7.85	7.43	.....	5.96	5.64	12.00
Região de Distribuição de Itajuba	10.02	9.36	8.74	8.17	.....	6.22	5.81	9.11	8.58	8.08	7.61	.....	5.99	5.64	12.00
Região de Distribuição de Juiz de Fora	8.70	8.27	7.86	7.48	.....	6.11	5.81	6.34	6.25	6.16	6.07	.....	5.72	5.64	12.00
Região de Distribuição de Montes Claros	7.02	6.86	6.70	6.54	.....	5.95	5.81	6.04	5.99	5.94	5.89	.....	5.69	5.64	12.00
Região de Distribuição de Para de Minas	11.92	10.90	9.96	9.10	.....	6.36	5.81	6.94	6.76	6.59	6.42	.....	5.79	5.64	12.00
Região de Distribuição de Passos	10.53	9.78	9.08	8.43	.....	6.26	5.81	8.04	7.69	7.36	7.04	.....	5.90	5.64	12.00
Região de Distribuição de Patos de Minas	10.26	9.56	8.90	8.29	.....	6.24	5.81	5.33	5.64	5.64	5.64	.....	5.64	5.64	12.00
Região de Distribuição de Ponte Nova	14.15	12.66	11.33	10.13	.....	6.49	5.81	9.13	8.60	8.09	7.62	.....	5.99	5.64	12.00
Região de Distribuição de Pouso Alegre	11.84	10.83	9.91	9.07	.....	6.35	5.81	8.27	7.88	7.52	7.16	.....	5.92	5.64	12.00
Região de Distribuição de Sete Lagoas	8.91	8.45	8.01	7.59	.....	6.13	5.81	7.18	6.97	6.76	6.56	.....	5.81	5.64	12.00
Região de Distribuição de Teófilo Otoni	11.66	10.69	9.80	8.98	.....	6.34	5.81	7.04	6.85	6.66	6.48	.....	5.80	5.64	12.00
Região de Distribuição de Uberaba	8.83	8.38	7.95	7.55	.....	6.12	5.81	5.97	5.93	5.89	5.84	.....	5.68	5.64	12.00
Região de Distribuição de Uberlândia	6.46	6.37	6.29	6.21	.....	5.89	5.81	5.47	5.64	5.64	5.64	.....	5.64	5.64	12.00
Região de Distribuição de Varginha	7.58	7.33	7.09	6.86	.....	6.01	5.81	6.97	6.79	6.61	6.44	.....	5.79	5.64	12.00

4.2.4 3 – ELETROPAULO

A tabela 66 apresenta as metas para a ELETROPAULO. Observa-se que a quase totalidade dos conjuntos da ELETROPAULO foram classificados no *cluster* 15 e apenas um no *cluster* 04 e outro no *cluster* 19. Este fato decorre de que os conjuntos não apresentam diferenças significativas em seus atributos.

Tabela 66 – Metas para ELETROPAULO

NOME	Metas para DEC							Metas para FEC							CLN
	DEC ATUAL	Ano 1	Ano 2	Ano 3	.....	Ano7	Ano	FEC ATUAL	Ano 1	Ano2	Ano3	.....	Ano7	Ano 8	
Aeroporto	5.57	5.49	5.41	5.33	.....	5.02	4.95	4.07	3.97	3.87	3.77	.....	3.40	3.31	15.00
Aricanduva	10.36	9.45	8.61	7.85	.....	5.43	4.95	7.29	6.60	5.98	5.42	.....	3.65	3.31	15.00
Barueri	24.85	20.31	16.60	13.57	.....	6.06	4.95	17.88	14.48	11.73	9.50	.....	4.09	3.31	15.00
Butantã	6.00	5.86	5.72	5.58	.....	5.07	4.95	4.17	4.05	3.94	3.82	.....	3.41	3.31	15.00
Capão Redondo	5.55	5.47	5.39	5.32	.....	5.02	4.95	4.10	3.99	3.89	3.78	.....	3.40	3.31	15.00
Carapicuíba	27.84	22.43	18.08	14.57	.....	6.14	4.95	20.88	16.59	13.18	10.47	.....	4.17	3.31	15.00
Casa Verde	7.00	6.70	6.42	6.15	.....	5.17	4.95	4.37	4.22	4.08	3.94	.....	3.43	3.31	15.00
Centro Bela Vista	4.32	4.95	4.95	4.95	.....	4.95	4.95	4.24	4.11	3.99	3.86	.....	3.41	3.31	15.00
Centro Luz	3.60	4.95	4.95	4.95	.....	4.95	4.95	2.47	3.31	3.31	3.31	.....	3.31	3.31	15.00
Cotia	40.54	31.17	23.96	18.42	.....	6.44	4.95	25.95	20.06	15.51	11.99	.....	4.28	3.31	15.00
Cursino	7.81	7.38	6.97	6.58	.....	5.24	4.95	3.77	3.71	3.65	3.59	.....	3.36	3.31	15.00
Diadema	5.05	5.04	5.02	5.01	.....	4.96	4.95	2.86	3.31	3.31	3.31	.....	3.31	3.31	15.00
Eldorado	8.29	7.77	7.29	6.83	.....	5.28	4.95	4.50	4.33	4.17	4.01	.....	3.44	3.31	15.00
Embu	29.58	23.66	18.92	15.13	.....	6.19	4.95	19.35	15.52	12.44	9.98	.....	4.13	3.31	15.00
Erme. Matarazzo	7.96	7.50	7.07	6.66	.....	5.25	4.95	4.72	4.52	4.32	4.13	.....	3.46	3.31	15.00
Guainazes	8.32	7.80	7.31	6.85	.....	5.28	4.95	6.34	5.85	5.39	4.97	.....	3.59	3.31	15.00
Interlagos	7.53	7.15	6.78	6.43	.....	5.22	4.95	4.88	4.65	4.43	4.22	.....	3.47	3.31	15.00
Itaim Paulista	15.40	13.36	11.60	10.06	.....	5.70	4.95	10.76	9.29	8.01	6.92	.....	3.84	3.31	15.00
Itapecerica da Serra	65.88	47.67	34.49	24.96	.....	6.84	4.95	38.10	28.07	20.68	15.24	.....	4.49	3.31	15.00
Itapevi	48.33	36.35	27.34	20.56	.....	6.58	4.95	23.81	18.61	14.54	11.36	.....	4.24	3.31	15.00
Jabaquara	6.17	6.00	5.84	5.68	.....	5.09	4.95	2.57	3.31	3.31	3.31	.....	3.31	3.31	15.00
Jaçanã	19.54	16.46	13.86	11.68	.....	5.88	4.95	15.41	12.71	10.49	8.66	.....	4.01	3.31	15.00
Jaguará	18.16	15.44	13.12	11.15	.....	5.82	4.95	8.84	7.82	6.92	6.12	.....	3.74	3.31	15.00

Jandira	6.90	6.89	6.87	6.86	.....	6.81	6.80	7.48	7.45	7.43	7.40	.....	7.30	7.28	4.00
Jaraguá	25.68	20.90	17.02	13.85	.....	6.08	4.95	15.59	12.84	10.58	8.72	.....	4.02	3.31	15.00
Jd. Helena	8.02	7.55	7.11	6.69	.....	5.26	4.95	5.96	5.54	5.15	4.78	.....	3.56	3.31	15.00
Jd. São Luis	27.82	22.42	18.07	14.56	.....	6.14	4.95	16.87	13.76	11.23	9.16	.....	4.06	3.31	15.00
Mauá	4.75	4.95	4.95	4.95	.....	4.95	4.95	2.58	3.31	3.31	3.31	.....	3.31	3.31	15.00
Moóca	5.29	5.25	5.20	5.16	.....	4.99	4.95	3.43	3.41	3.40	3.38	.....	3.32	3.31	15.00
Osasco	19.86	16.69	14.03	11.80	.....	5.89	4.95	13.54	11.35	9.52	7.98	.....	3.95	3.31	15.00
Parelheiros	42.12	34.92	28.96	24.01	.....	11.35	9.41	19.11	17.49	16.00	14.64	.....	10.26	9.39	19.00
Penha	5.49	5.42	5.35	5.28	.....	5.01	4.95	2.85	3.31	3.31	3.31	.....	3.31	3.31	15.00
Planalto	11.28	10.18	9.18	8.28	.....	5.49	4.95	5.91	5.50	5.11	4.76	.....	3.56	3.31	15.00
Raposo Tavares	7.70	7.29	6.89	6.52	.....	5.23	4.95	3.32	3.32	3.32	3.32	.....	3.31	3.31	15.00
Reticulado	3.97	4.95	4.95	4.95	.....	4.95	4.95	1.90	3.31	3.31	3.31	.....	3.31	3.31	15.00
Rio Bonito	29.01	23.26	18.64	14.95	.....	6.17	4.95	14.85	12.31	10.20	8.46	.....	3.99	3.31	15.00
S. Miguel Pta.	13.25	11.72	10.36	9.16	.....	5.60	4.95	8.42	7.49	6.67	5.93	.....	3.72	3.31	15.00
Santana	4.21	4.95	4.95	4.95	.....	4.95	4.95	2.75	3.31	3.31	3.31	.....	3.31	3.31	15.00
Santo Amaro	11.11	10.04	9.08	8.20	.....	5.48	4.95	5.14	4.86	4.60	4.36	.....	3.50	3.31	15.00
Santo André	2.53	4.95	4.95	4.95	.....	4.95	4.95	1.56	3.31	3.31	3.31	.....	3.31	3.31	15.00
São Bernardo do Campo	3.55	4.95	4.95	4.95	.....	4.95	4.95	2.06	3.31	3.31	3.31	.....	3.31	3.31	15.00
São Caetano do Sul	3.14	4.95	4.95	4.95	.....	4.95	4.95	1.79	3.31	3.31	3.31	.....	3.31	3.31	15.00
São Mateus	9.71	8.93	8.20	7.54	.....	5.38	4.95	6.88	6.28	5.73	5.23	.....	3.63	3.31	15.00
Sapopemba	8.45	7.90	7.39	6.91	.....	5.29	4.95	5.72	5.34	4.99	4.66	.....	3.54	3.31	15.00
Saúde	2.56	4.95	4.95	4.95	.....	4.95	4.95	1.38	3.31	3.31	3.31	.....	3.31	3.31	15.00
Taboão da Serra	20.60	17.24	14.42	12.07	.....	5.92	4.95	13.00	10.96	9.23	7.78	.....	3.93	3.31	15.00
Tucuruvi	10.13	9.26	8.47	7.74	.....	5.41	4.95	7.49	6.76	6.11	5.51	.....	3.67	3.31	15.00
Utinga	5.63	5.54	5.45	5.36	.....	5.03	4.95	3.10	3.31	3.31	3.31	.....	3.31	3.31	15.00
Vargem Grande Paulista	76.71	54.46	38.66	27.45	.....	6.97	4.95	35.78	26.57	19.73	14.65	.....	4.46	3.31	15.00
Vi. Mariana	8.11	7.62	7.17	6.74	.....	5.27	4.95	4.86	4.63	4.42	4.21	.....	3.47	3.31	15.00
Vi. Matilde	5.98	5.84	5.70	5.57	.....	5.07	4.95	3.57	3.54	3.50	3.47	.....	3.34	3.31	15.00
Vi. Prudente	4.65	4.95	4.95	4.95	.....	4.95	4.95	2.67	3.31	3.31	3.31	.....	3.31	3.31	15.00

4.2.4 4 – ENERGIPE

A tabela 67 apresenta as metas para a ENERGIPE. Nela verifica-se que a ENERGIPE possui conjuntos em 9 *clusters* diferentes o 01, 03, 04, 08, 15, 19, 24, 28 e 29. Esta classificação demonstra que os conjuntos apresentam diferentes características entre si. Vale salientar que o único conjunto vinculado ao *cluster* 15, preponderante na ELETROPAULO, foi o conjunto formado pela cidade de Aracaju. A grande maioria foi agrupada no *cluster* 29 que tem características de cidades de pequeno porte.

Tabela 67 – Evolução das metas para ENERGIPE

NOME	Metas para DEC							Metas para FEC							CLN
	DEC ATUAL	Ano1	Ano2	Ano3	.....	Ano7	Ano8	FEC ATUAL	Ano1	Ano2	Ano3	.....	Ano7	Ano8	
AMPARO DO SÃO FRANCISCO	19.03	17.42	15.95	14.60	.....	10.25	9.38	15.36	14.39	13.48	12.63	.....	9.73	9.12	8.00
AQUIDABÁ	22.84	21.16	19.60	18.16	.....	13.37	12.39	15.55	14.42	13.37	12.40	.....	9.18	8.51	29.00
ARACAJU	11.02	9.97	9.02	8.16	.....	5.47	4.95	7.94	7.12	6.38	5.72	.....	3.69	3.31	15.00
AREIA BRANCA	13.34	13.22	13.10	12.98	.....	12.50	12.39	10.73	10.42	10.13	9.84	.....	8.76	8.51	29.00
BARRA DOS COQUEIROS	17.08	16.41	15.76	15.14	.....	12.90	12.39	15.02	13.99	13.03	12.14	.....	9.14	8.51	29.00
BREJO GRANDE	34.00	29.97	26.42	23.28	.....	14.06	12.39	29.00	24.88	21.34	18.31	.....	9.92	8.51	29.00
CAMPO DO BRITO	18.00	17.18	16.40	15.65	.....	12.98	12.39	14.00	13.16	12.36	11.62	.....	9.06	8.51	29.00
CANHOBA	19.03	18.49	17.96	17.44	.....	15.53	15.09	15.36	14.71	14.09	13.50	.....	11.37	10.89	3.00
CANINDE DO SÃO FRANCISCO	14.32	14.06	13.81	13.56	.....	12.62	12.39	6.81	8.51	8.51	8.51	.....	8.51	8.51	29.00

CAPELA	18.16	17.31	16.50	15.73	.....	13.00	12.39	13.95	13.11	12.33	11.59	.....	9.05	8.51	29.00
CARIRA	17.06	16.39	15.75	15.13	.....	12.90	12.39	10.19	9.96	9.74	9.52	.....	8.70	8.51	29.00
CARMÓPOLIS	13.49	12.39	11.38	10.45	.....	7.43	6.82	12.30	11.46	10.68	9.96	.....	7.51	7.00	28.00
CEDRO DE SÃO JOÃO	22.84	21.46	20.16	18.94	.....	14.75	13.86	15.56	16.19	16.19	16.19	.....	16.19	16.19	1.00
CUMBE	18.90	18.38	17.87	17.37	.....	15.52	15.09	13.32	12.99	12.67	12.35	.....	11.17	10.89	3.00
DIVINA PASTORA	11.50	15.09	15.09	15.09	.....	15.09	15.09	8.77	10.89	10.89	10.89	.....	10.89	10.89	3.00
FEIRA NOVA	18.90	18.38	17.87	17.37	.....	15.52	15.09	13.32	12.99	12.67	12.35	.....	11.17	10.89	3.00
FREI PAULO	11.62	12.39	12.39	12.39	.....	12.39	12.39	8.54	8.54	8.53	8.53	.....	8.51	8.51	29.00
GARARU	10.06	15.09	15.09	15.09	.....	15.09	15.09	8.89	10.89	10.89	10.89	.....	10.89	10.89	3.00
GENERAL MAYNARD	16.00	14.97	14.00	13.10	.....	10.03	9.38	14.00	13.27	12.58	11.92	.....	9.62	9.12	8.00
GRACCHO CARDOSO	20.61	19.61	18.66	17.76	.....	14.56	13.86	14.45	16.19	16.19	16.19	.....	16.19	16.19	1.00
ILHA DAS FLORES	34.00	29.97	26.42	23.28	.....	14.06	12.39	29.00	24.88	21.34	18.31	.....	9.92	8.51	29.00
ITABAIANA	20.00	18.20	16.56	15.07	.....	10.34	9.41	17.76	16.40	15.14	13.98	.....	10.17	9.39	19.00
ITABI	18.00	17.18	16.40	15.65	.....	12.98	12.39	13.21	12.50	11.83	11.20	.....	8.99	8.51	29.00
ITAPORANGA	20.64	19.36	18.17	17.04	.....	13.21	12.39	20.99	18.75	16.75	14.96	.....	9.53	8.51	29.00
JAPARATUBA	13.59	13.43	13.28	13.13	.....	12.53	12.39	12.53	11.94	11.37	10.84	.....	8.93	8.51	29.00
JAPOATÁ	27.00	24.49	22.22	20.16	.....	13.66	12.39	20.00	17.97	16.15	14.52	.....	9.47	8.51	29.00
LAGARTO	23.30	20.80	18.57	16.58	.....	10.54	9.41	32.03	27.48	23.57	20.22	.....	10.95	9.39	19.00
LARANJEIRAS	12.87	12.81	12.75	12.69	.....	12.45	12.39	10.14	9.92	9.71	9.50	.....	8.70	8.51	29.00
MACAMBIRA	23.43	21.64	19.98	18.45	.....	13.42	12.39	20.14	18.08	16.24	14.58	.....	9.48	8.51	29.00
MALHADA DOS BOIS	17.26	16.97	16.69	16.41	.....	15.35	15.09	13.56	13.19	12.84	12.49	.....	11.19	10.89	3.00
MALHADOR	13.34	13.22	13.10	12.98	.....	12.50	12.39	8.73	8.70	8.67	8.65	.....	8.54	8.51	29.00
MARUIM	13.59	13.43	13.28	13.13	.....	12.53	12.39	12.53	11.94	11.37	10.84	.....	8.93	8.51	29.00
MOITA BONITA	27.46	24.86	22.51	20.37	.....	13.69	12.39	25.28	22.06	19.26	16.81	.....	9.75	8.51	29.00
MONTE ALEGRE DE SERGIPE	12.46	15.09	15.09	15.09	.....	15.09	15.09	10.60	10.89	10.89	10.89	.....	10.89	10.89	3.00
MURIBECA	17.26	16.97	16.69	16.41	.....	15.35	15.09	13.56	13.19	12.84	12.49	.....	11.19	10.89	3.00
N. SRA DA GLÓRIA	20.61	19.34	18.15	17.03	.....	13.20	12.39	14.45	13.52	12.66	11.85	.....	9.09	8.51	29.00
N. SRA. APARECIDA	13.04	15.09	15.09	15.09	.....	15.09	15.09	8.15	10.89	10.89	10.89	.....	10.89	10.89	3.00
N. SRA. DAS DORES	20.56	19.30	18.11	17.00	.....	13.20	12.39	13.87	13.05	12.28	11.55	.....	9.05	8.51	29.00
N. SRA. DE LOURDES	12.00	12.39	12.39	12.39	.....	12.39	12.39	9.68	9.53	9.37	9.22	.....	8.65	8.51	29.00
N. SRA. DO SOCORRO	22.95	19.71	16.93	14.54	.....	7.92	6.80	13.01	12.10	11.25	10.46	.....	7.83	7.28	4.00
NÉOPOLIS	28.80	25.92	23.32	20.99	.....	13.77	12.39	20.35	18.25	16.36	14.67	.....	9.49	8.51	29.00
PACATUBA	30.00	26.86	24.05	21.53	.....	13.84	12.39	21.00	18.76	16.76	14.97	.....	9.53	8.51	29.00
PEDRA MOLE	12.06	15.09	15.09	15.09	.....	15.09	15.09	8.62	10.89	10.89	10.89	.....	10.89	10.89	3.00
PINHÃO	12.06	15.09	15.09	15.09	.....	15.09	15.09	8.62	10.89	10.89	10.89	.....	10.89	10.89	3.00
PIRAMBU	12.39	12.39	12.39	12.39	.....	12.39	12.39	12.00	11.50	11.01	10.55	.....	8.88	8.51	29.00
POÇO REDONDO	17.08	16.41	15.76	15.14	.....	12.90	12.39	8.01	8.51	8.51	8.51	.....	8.51	8.51	29.00
POÇO VERDE	3.93	12.39	12.39	12.39	.....	12.39	12.39	15.20	14.14	13.15	12.23	.....	9.15	8.51	29.00
PORTO DA FOLHA	12.08	12.39	12.39	12.39	.....	12.39	12.39	9.09	9.02	8.94	8.87	.....	8.58	8.51	29.00
PROPRÍA	17.10	16.43	15.78	15.15	.....	12.90	12.39	16.44	15.14	13.94	12.84	.....	9.24	8.51	29.00
RIACHUELO	12.84	12.78	12.73	12.67	.....	12.45	12.39	10.14	9.92	9.71	9.50	.....	8.70	8.51	29.00
RIBEIRÓPOLIS	13.04	12.96	12.87	12.79	.....	12.47	12.39	8.15	8.51	8.51	8.51	.....	8.51	8.51	29.00
ROSÁRIO DO CATETE	13.49	13.35	13.21	13.07	.....	12.52	12.39	13.00	12.33	11.69	11.09	.....	8.97	8.51	29.00
SALGADO	13.19	13.09	12.99	12.88	.....	12.49	12.39	18.77	17.00	15.40	13.95	.....	9.39	8.51	29.00
SANTA ROSA DE LIMA	13.00	12.48	11.98	11.50	.....	9.77	9.38	8.77	9.12	9.12	9.12	.....	9.12	9.12	8.00
SANTANA DO SÃO FRANCISCO	18.72	16.88	15.22	13.73	.....	9.08	8.19	21.00	18.58	16.43	14.53	.....	8.90	7.87	24.00
SANTO AMARO DAS BROTAS	14.09	13.87	13.64	13.43	.....	12.59	12.39	12.53	11.94	11.37	10.84	.....	8.93	8.51	29.00
SÃO CRISTOVÃO	17.44	16.15	14.95	13.84	.....	10.16	9.41	20.84	18.86	17.07	15.45	.....	10.37	9.39	19.00
SÃO DOMINGOS	20.88	19.56	18.33	17.17	.....	13.23	12.39	16.93	15.54	14.26	13.08	.....	9.27	8.51	29.00
SÃO FRANCISCO	17.26	16.97	16.69	16.41	.....	15.35	15.09	13.56	13.19	12.84	12.49	.....	11.19	10.89	3.00
SÃO MIGUEL DO ALEIXO	18.90	18.38	17.87	17.37	.....	15.52	15.09	13.32	12.99	12.67	12.35	.....	11.17	10.89	3.00
SIMÃO DIAS	6.57	9.41	9.41	9.41	.....	9.41	9.41	25.03	22.14	19.59	17.33	.....	10.61	9.39	19.00
SIRIRI	11.50	15.09	15.09	15.09	.....	15.09	15.09	8.77	10.89	10.89	10.89	.....	10.89	10.89	3.00
TELHA	19.03	17.42	15.95	14.60	.....	10.25	9.38	15.36	14.39	13.48	12.63	.....	9.73	9.12	8.00

4.3 – Conclusão

A grande quantidade de dados processados não permite uma análise exaustiva de todo

universo estudado sem que o trabalho se torne repetitivo e tedioso. Neste capítulo, procurou-se demonstrar as potencialidades da metodologia apresentada sem, entretanto, esgotar todas as possibilidades de análise decorrente da sua utilização. Contudo, evidencia-se a vantagem das análises sistematizadas ao tratar-se de uma expressiva base de dados.

Um aspecto que merece especial cuidado quando da aplicação da metodologia aqui proposta é a necessidade de uma forte interação entre o órgão regulador e as concessionárias. Esta interação, principalmente nos primeiros ciclos de definição das metas de continuidade, é fundamental para que algumas deficiências decorrentes de limitações do método numérico utilizado, da qualidade dos dados informados e principalmente dos atributos utilizados, sejam superadas e o processo de diálogo possa melhor ajustar a classificação definida pelo método estatístico proposto.

Outro aspecto que demandará análise mais detalhada é a adoção do decil como meta para os conjuntos que compõem os *clusters*. Existem várias possibilidades para adoção dos valores de referência, sendo conveniente uma análise mais detalhada das possíveis medidas de posição, passíveis de aplicação, para a validação ou ajuste da medida de posição adotada. Cabe salientar que, reduzindo-se esta tolerância definida pela medida de posição, o método de *Yardstick Competition* tende ao *Benchmark*.

A validação da referência a ser adotada como meta para todos os conjuntos pertencentes a um mesmo *cluster*, tornar-se-á mais clara a medida que a classificação dos conjuntos passe a ser mais homogênea, sendo conveniente adoção de alguma tolerância para os primeiros ciclos de adoção da metodologia. Deve-se considerar que metas muito restritivas ou de difícil cumprimento sujeitará as distribuidoras a sanções decorrentes de transgressões dos padrões propostos. Esta possibilidade pode ser uma situação concreta, considerando-se a forte restrição à confiabilidade dos dados informados pelas concessionárias.

CAPÍTULO V

Conclusão

5.1 – Considerações Finais

Com a edição da Resolução ANEEL nº 024, de 27 de janeiro de 2000, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL estabeleceu um novo referencial no tratamento dos aspectos relativos à continuidade do atendimento aos consumidores de energia elétrica. Ao adotar a comparação entre as empresas como principal elemento para a definição das metas de qualidade a serem praticadas, criou-se o ambiente necessário para que as empresas passem a perseguir continuamente a evolução destes indicadores.

O tema objeto desta dissertação alinha-se a esta idéia buscando viabilizar a comparação entre empresas. Naturalmente, sendo este, um tema novo para o setor elétrico, a implantação das idéias aqui apresentadas requer uma criteriosa avaliação pelo órgão regulador e pelas empresas distribuidoras.

Desta forma, a definição dos valores a serem praticados deverá ser negociada entre as distribuidoras e a ANEEL, considerando os valores obtidos com a implementação da técnica proposta, como valores de referência. Esta prática deve ser mantida até que a aplicação continuada da metodologia atinja um grau de maturidade suficiente para superar as restrições atuais e as metas resultantes possam ser tomadas como determinativas do desempenho a ser atingido.

A proposta aqui apresentada trata, fundamentalmente, da identificação dos limites de desempenho a serem propostos para as empresas distribuidoras. Porém, ao estabelecer um patamar de desempenho, que significa um desafio para as práticas atuais destas empresas, a metodologia prepara o ambiente para que se viabilize também a possibilidade de regulação por incentivo, uma vez que identifica, claramente, quando

uma empresa atingiu ou superou seus limites. Neste caso, esta superação resulta em melhor atendimento ao consumidor.

Adicionalmente, o equacionamento proposto nesta dissertação, permite viabilizar um tratamento sistematizado para a determinação da parte do fator X, dos contratos de concessão, que se pode associar a melhorias de qualidade. Este é o fator através do qual o agente regulador pode capturar parte dos ganhos de produtividade conseguido pelas empresas e repassá-los para a sociedade.

A metodologia proposta permite que se quantifique o nível de superação da meta proposta, bem como, qual a distância que separa a atual posição da empresa, da melhor marca possível, ou seja, para a empresa operada na sua condição de ótimo. Com base nestes elementos, pode-se facilmente identificar os valores de incentivo a serem considerados quando da revisão ordinária de tarifa. Esta implementação poderá ser objeto de trabalho que complemente as idéias aqui apresentadas, equacionando-se os aspectos mais relevantes da regulamentação relativa à continuidade do serviço de distribuição.

A adoção desta metodologia demandará do órgão regulador a necessidade de total transparência no tratamento dos dados de desempenho das empresas nos aspectos de DEC e FEC, uma vez que todas as empresas passam a ser diretamente interessadas nas informações das demais, visto que seus desempenhos passam a ser interrelacionados. Este interesse cruzado passará a concorrer para um aprimoramento constante dos processos de apuração e tratamento dos dados informados.

A adoção de uma ferramenta estatística de maior alcance como a análise multivariada permite ao órgão regulador potencializar sobremaneira sua capacidade de análise de informações e das suas ações de fiscalização, uma vez que a criação de estratos comparativos com dados cruzados poderá racionalizar, sem perda de eficácia, suas ações de fiscalização. Um primeiro exemplo das ações de fiscalização orientadas poderá ser feita nos conjuntos adotados como referências. Estes deverão ser sistematicamente verificados visando garantir a qualidade dos dados apurados. Sem este tipo de ferramenta fica difícil estabelecer, de forma sistemática, uma racionalidade para as ações dirigidas.

A regulação por comparação associada a punições ou incentivos traz outra significativa alteração nas práticas anteriores quando uma marca de referência fixa era adotada. Ao adotar uma referência móvel, cria-se a necessidade da contínua busca de melhorias; por determinação da comparação ou por busca de melhores resultados, que poderão significar margens tarifárias. Esta permanente busca de superação de objetivos propostos concorrerá para a emulação de um ambiente concorrencial no segmento monopolista das distribuidoras. Neste pseudo-mercado onde as empresas competem para evitar multas ou ganhar benefícios, é importante que o órgão regulador se prepare para avaliar os critérios absolutos de qualidade.

Além da simplicidade no tratamento, quanto menor o número de dados demandados, maior será a possibilidade de obtê-los com boa qualidade. A dimensão do problema aqui apresentado foi sensivelmente reduzida considerando a capacidade das empresas informarem corretamente os dados solicitados. Este é um dos fatores que demandará do órgão regulador atenção especial para que os dados sejam continuamente informados com um padrão de qualidade sempre crescente, dado que, para a aplicação do método é necessário contar com informações de todas as concessionárias simultaneamente.

Considerando que as revisões tarifárias ocorrerão em períodos diferentes para cada concessionária, a classificação proposta deverá ser revista a cada ano para que todas as empresas possam acompanhar a evolução do desempenho de todos os conjuntos de todas as empresas, e adicionalmente, possa, a agência de regulação, publicar uma classificação das empresas considerando elementos de seu desempenho baseado em características físicas e econômicas.

Finalmente, a adoção de um método que viabilize a comparação entre empresas pela Agência Reguladora, conforme proposto na Resolução ANEEL nº 024, de 27 de janeiro de 2000, permitirá promover a evolução dos indicadores de desempenho das distribuidoras. Esta comparação deverá ser implementada a cada revisão tarifária, e ao longo do tempo, todos os conjuntos deverão ser sistematicamente reclassificados, em *clusters* cada vez mais homogêneos e com metas de desempenho cada vez melhores, o que concorrerá para obtenção do objetivo primordial da ação regulatória que é a racionalização dos custos globais, estimulando as empresas a operarem no limite da

tecnologia para cada tipologia de conjunto formado pelas empresas.

5.2 – Temas para futuros desenvolvimentos

Para que o método aqui proposto seja aplicado de forma determinativa, alguns avanços devem ser implementados. Dentre eles, é fundamental pesquisar outros métodos numéricos que garantam a formação de conjuntos mais homogêneos. Inicialmente, a adoção de técnicas de otimização para classificação dos conjuntos buscando-se minimizar as distâncias intra-cluster e maximizar as distâncias inter-cluster já permitirão obter resultados mais bem conformados. No entanto, é necessário desenvolver aplicativos que permitam tratar uma base de dados da ordem de milhares de elementos, aproximadamente 6000, dimensão da base atual, descritos a partir de dezenas de variáveis ou atributos. Há que se considerar, ainda, a necessidade de compartilhar estes resultados com as empresas distribuidoras o que torna conveniente que os aplicativos desenvolvidos possam ser de uso comum às empresas e à ANEEL.

Outro aspecto que demandará análise criteriosa visando tornar o método mais determinativo é a escolha dos atributos para classificação dos conjuntos. Este é um dos pontos mais sensíveis desta aplicação. Desta forma, os atributos a serem utilizados devem ser continuamente revisados e estudados de modo a identificar o número mínimo de variáveis representativas para o problema. Cabe observar que quanto menor o número de atributos mais simples tratá-los.

[8] King, V. "Statistical and Chemical Data Techniques for Assessing Plant Efficiency." An Overview, Public Utility Research Center, University of Florida, June 14, 1999.

[9] Cooper's & Lybrand, "Relatório de atividades para o Brasil, 1998/Estadística", julho de 1997.

[10] "Carga – Planejamento Agregado de Investimentos – SISPAT", ATRADEB-USA, julho de 1998.

[11] Torres, J. E. P. S., Nogueira, E. A., & Filho, A. S. (1990) "Análise de regressão"

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Portaria DNAEE nº 046/78.
- [2] Resolução/ANEEL nº 024/00.
- [3] Joseph F. Hair, Rolph E. Anderson, Ronald L. Tatham e William C. Black, "Multivariate Data Analysis With Radings", Fourth Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey
- [4] Viscusi, W.; Vernon, J. & Harrington, J. (1995). *Economics of Regulation and Antitrust*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- [5] Bouroche, Jean-Marie; Saporta, Gilbert. *Análise de Dados*. Zahar Editores. Rio de Janeiro.
- [6] Chatfield, C. and Collins, Introduction to Multivariate Analysis; Science Paperbacks.
- [7] Foster, Vivien. *Methods of Incentive Regulation: Techniques For Improving Utility Efficiency*; Oxford Economic Research Associates Ltda; Public Utility Research Center, University of Florida, June 2, 1999.
- [8] Berg, V. Sanford and Sharma, Rajiv. *Techniques for Assessing Firm Efficiency: An Overview*; Public Utility Research Center, University of Florida, June 14, 1999.
- [9] Cooper's & Lybrand, "Relatório da consultora para o Brasil, SEN/Eletróbrás , julho de 1997
- [10] "Curso – Planejamento Agregado de Investimentos – SISPAI", ABRADÉE-USP, Julho de 1998
- [11] Tanure, J. E. P. S; Hassin, E. S. & Filho, A. S. (1999). *Evolução dos Indicadores*

de Qualidade de Energia Elétrica no Brasil. III SBQEE, Brasília.

- [12] João A. Peças Lopes, Ana Cláudia Sousa, João Paulo Tomé Saraiva, Manuel A. Matos, “Qualidade de Serviço-Characterização da Situação e Recomendações – Relatório elaborado pelo INESC – Porto”, Entidade Reguladora do Setor Elétrico.
- [13] Capra, Fritjof (1996); “A Teia da Vida, Uma Nova Compreensão Científica dos Sistemas Vivos”. Editora Cultrix LTDA. São Paulo.
- [14] Lorenz, Edward N, “A Essência do CAOS”, Editora Universidade de Brasília, 1996.
- [15] Steele Santos, Paulo Eduardo, “Tarifação dos Serviços Primários de Distribuição”, Dissertação de Mestrado, DET-EFEI, Itajubá, Dezembro de 1999.
- [16] Heisenberg, Werner, “Física e Filosofia”, Editora Universidade de Brasília, 1981
- [17] Valente, André Luiz de Carvalho, “ Modelo Probabilístico para Avaliação do Desempenho de Redes de Distribuição Primária”, Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- [18] Coelho, Jorge , “ Identificação dos Indicadores Internacionais de Qualidade de Energia Elétrica ”, Universidade Federal de Santa Catarina, Relatório – CERME, Dezembro, 1999.
- [19] Bana e Costa, Carlos A., Corrêa, Emerson C., Ferreira, Fernando Cesar, Souza, Reinaldo Castro. “ Um modelo de Avaliação Integrado Multicritério (MAIM), para as Agências de Regulação Brasileiras”, Julho, 2000.
- [20] Contratos de concessão das empresas distribuidoras – www.aneel.gov.br
- [21] Abel, José, “Notas de Aula” – Disciplina Métodos Computacionais em Sistemas Elétricos, CESE, 1986.

- [22] Falcão, Djalma M., Jardim, Débora, “Utilização de Rede Neurais para Agrupar e Classificar Curvas de Carga”, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE – Programa de Engenharia Elétrica, COE 765 – Técnicas Inteligentes Aplicadas a Sistemas Elétricos de Potência.
- [23] Kazmier, Leonard J., “Estatística Aplicada a Economia e Administração”, McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1982.
- [24] “Nova Tarifa de Energia Elétrica; Metodologia e Aplicação”, Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE, Brasília, 1985.
- [25] Costa Neto, Pedro Luiz de Oliveira, “Estatística”, Editora Edgard Blücher LTDA. São Paulo, 1981.
- [26] Guedes, Mauri Fernandes, “Modelo para Avaliação de Programas de Aperfeiçoamento de uma Empresas de Abastecimento de Água Através da Metodologia MCDA”, Dissertação submetida a Universidade Federal de Santa Catarina para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Produção. Agosto 1998.
- [27] Bow, Sing-tze, “Pattern Recognition – Applications to Large Date – Set Problems, Marcel Dekker, Inc., 1984.
- [28] SPSS Base 10.0 Applications Guide, SPSS Inc., 1999.
- [29] SPSS Base 10.0 User’s Guide, SPSS Inc., 1999.
- [30] Kruskal, Joseph B., Wyron, “Multidimensional Scaling”, SAGE Plublications, 1978.
- [31] Silva, Nilza Nunes da, “Amostragem Probabilística“, Editora da Universidade de São Paulo, 1998.
- [32] Lapponi, Juan Carlos, “Estatística Usando o Excel 5 e 7”, Lapponi Treinamento

e Editora LTDA., São Paulo, 1997.

- [33] Román, J R , Gómez, T., Unoz, A., Peco,J., “Regulation of Distribution Network Business”, PE-485-Pwr-0-06-1998-IEEE,998.
- [34] Murteira, Bento J. F., “Análise Exploratória de Dados Estatística Descritiva”, Mc Graw Hill, Portugal, 1993.
- [35] Johnson, Richard A., Wichern, Dean W., “Applied Multivariate Statistical Analysis”, Prentice Hill, 4ª Edição.
- [36] Acenderfer, Mark S., Blashefield, Roger K., “Cluster Analysis”, Sage Publications, 1984.
- [37] Karypis, G., Han, Eui-Hong., Kumar, V., “Chameleon: A Hierarchical Clustering Algorithm Using Dynamic Modeling, Department of Computer Science and Engineering, University of Minnesota, Minneapolis, MN 55455,USA, Technical Report # 99-007.
- [38] Torres, Germanos L., Haddad, J., “Planejamento Agregado de Investimentos de Sistemas de Distribuição”, Nota Técnica, Reconhecimento e Classificação de Sub-Redes de Distribuição, GIA, Escola Federal de Itajubá, 1993.
- [39] Nordhaus, Robert R., Feldman, Van Ness, “Yardstick Competition in a Deregulated Electric Industry”, www.vnf.com, Natural Resources Environment, Spring, 1998

ANEXO - A1

Demuestra-se através do teorema de Bayes (5) que, independentemente do número de classes formadas:

$$\Phi_T = \Phi_B + \Phi_D \quad (1)$$

Esta relação pode ser demonstrada considerando-se um conjunto Ω com N observações da variável X , dividido em k classes.

Cada classe i é um conjunto Ω_i de tamanho N_i , onde $i=1, 2, \dots, k$, tal que:

$$N = N_1 + N_2 + \dots + N_k \quad (2)$$

$$\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \dots \cup \Omega_k \quad (3)$$

ANEXOS

Seja:

$$\Phi_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k x_i^2 - 2x_i \bar{x} + \bar{x}^2 \quad (4)$$

Onde:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k x_i = \text{média de todas as observações (conjunto } \Omega) \quad (5)$$

$$\Phi_D = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (x_i - \bar{x}_i)^2 \quad (6)$$

Onde:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} x_{ij} = \text{média do cluster } i = \text{média do conjunto } \Omega_i \quad (7)$$

Utilizando o resultado em (2), tem-se:

$$\Phi_D = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{N_i} (x_{ij}^2 - 2x_{ij} \bar{x}_i + \bar{x}_i^2) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{N_i} x_{ij}^2 - 2 \sum_{i=1}^k \bar{x}_i \sum_{j=1}^{N_i} x_{ij} + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{N_i} \bar{x}_i^2 \quad (8)$$

Note que

ANEXO - A1

Demonstra-se através do teorema de Huyghens [5] que, independente do número de *clusters* formados:

$$\Phi_t = \Phi_{ia} + \Phi_{ie} \quad (1)$$

Esta relação pode ser demonstrada considerando-se um conjunto Ω com N observações da variável X , dividido em k *clusters*,

Cada *cluster* é um conjunto Ω_J de tamanho N_J , onde $J=1, k$, tal que :

$$N = N_1 + N_2 + \dots + N_k \quad (2)$$

$$\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \dots \cup \Omega_k \quad (3)$$

Seja :

$$\Phi_t = \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 = \sum_{i=1}^N X_i^2 - N\bar{X}^2 \quad (4)$$

Onde :

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i = \text{média de todas as observações (conjunto } \Omega) \quad (5)$$

$$\Phi_{ia} = \sum_{J=1}^k \sum_{i \in \Omega_J} (X_i - \bar{X}_J)^2 \quad (6)$$

Onde:

$$\bar{X}_J = \frac{1}{N_J} \sum_{i \in \Omega_J} X_i = \text{média do cluster } J = \text{média do conjunto } \Omega_J \quad (7)$$

Abrindo o somatório em (2), tem-se

$$\Phi_{ia} = \sum_{J=1}^k \sum_{i \in \Omega_J} (X_i^2 - 2X_i \bar{X}_J + \bar{X}_J^2) = \sum_{J=1}^k \sum_{i \in \Omega_J} X_i^2 - 2 \sum_{J=1}^k \bar{X}_J \sum_{i \in \Omega_J} X_i + \sum_{J=1}^k \sum_{i \in \Omega_J} \bar{X}_J^2 \quad (8)$$

Note que

$$\sum_{J=1}^K \sum_{i \in \Omega_J} X_i^2 = \sum_{i=1}^N X_i^2 \quad (9)$$

$$-2 \sum_{J=1}^K \bar{X}_J \sum_{i \in \Omega_J} X_i = -2 \sum_{J=1}^K \bar{X}_J \frac{N_J}{N_J} \sum_{i \in \Omega_J} X_i = -2 \sum_{J=1}^K N_J \bar{X}_J^2 \quad (10)$$

$$\sum_{J=1}^K \sum_{i \in \Omega_J} \bar{X}_J^2 = \sum_{J=1}^K N_J \bar{X}_J^2 \quad (11)$$

Assim:

$$\Phi_{ia} = \sum_{J=1}^K \sum_{i \in \Omega_J} (X_i^2 - 2X_i \bar{X}_J + \bar{X}_J^2) = \sum_{i=1}^N X_i^2 - 2 \sum_{J=1}^K N_J \bar{X}_J^2 + \sum_{J=1}^K N_J \bar{X}_J^2 \quad (12)$$

$$\Phi_{ia} = \sum_{i=1}^N X_i^2 - \sum_{J=1}^K N_J \bar{X}_J^2 \quad (13)$$

$$\Phi_{ie} = \sum_{J=1}^K N_J (\bar{X}_J - \bar{\bar{X}})^2 \quad (14)$$

Onde:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i = \frac{1}{N} \sum_{J=1}^K N_J \bar{X}_J = \text{m\u00e9dia de todas as observa\u00e7\u00f5es (conjunto \Omega)} \quad (15)$$

Abrindo o somat\u00f3rio em 6, tem-se:

$$\Phi_{ie} = \sum_{J=1}^K N_J (\bar{X}_J^2 - 2\bar{X}_J \bar{\bar{X}} + \bar{\bar{X}}^2) = \sum_{J=1}^K N_J \bar{X}_J^2 - 2\bar{\bar{X}} \sum_{J=1}^K N_J \bar{X}_J + \bar{\bar{X}}^2 \sum_{J=1}^K N_J \quad (16)$$

Note que :

$$\bar{\bar{X}}^2 \sum_{J=1}^K N_J = N \bar{\bar{X}}^2 \quad (17)$$

$$-2\bar{\bar{X}} \sum_{J=1}^K N_J \bar{X}_J = -2\bar{\bar{X}} N \frac{1}{N} \sum_{J=1}^K N_J \bar{X}_J = -2N \bar{\bar{X}}^2 \quad (18)$$

Ent\u00e3o :

$$\Phi_{ie} = \sum_{J=1}^K N_J \bar{X}_J^2 - 2N \bar{\bar{X}}^2 + N \bar{\bar{X}}^2 \quad (19)$$

$$\Phi_{ie} = \sum_{J=1}^K N_J \bar{X}_J^2 - N \bar{\bar{X}}^2 \quad (20)$$

Somando-se Φ_{ia} e Φ_{ie} obtêm-se :

$$\Phi_{ia} + \Phi_{ie} = \sum_{J=1}^K \sum_{i \in \Omega_J} (X_i - \bar{X}_J)^2 + \sum_{J=1}^K N_J (\bar{X}_J - \bar{X})^2 \quad (21)$$

$$\Phi_{ia} + \Phi_{ie} = \sum_{i=1}^N X_i^2 - \sum_{J=1}^K N_J \bar{X}_J^2 + \sum_{J=1}^K N_J \bar{X}_J^2 - N \bar{X}^2 \quad (22)$$

$$\Phi_{ia} + \Phi_{ie} = \sum_{i=1}^N X_i^2 - N \bar{X}^2 = \Phi_t \quad (23)$$

ou

$$\Phi_t = \Phi_{ia} + \Phi_{ie} \quad (24)$$

Para qualquer partição do conjunto Ω em k clusters $\Phi_{ia} + \Phi_{ie}$ é constante e igual a

Φ_t .

ANEXO – A2

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL

RESOLUÇÃO Nº 024 , DE 27 DE JANEIRO DE 2000.

Estabelece as disposições relativas à continuidade da distribuição de energia elétrica às unidades consumidoras

O DIRETOR-GERAL DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, no uso de suas atribuições regimentais, de acordo com deliberação da Diretoria e tendo em vista o disposto no art. 6º da Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, no art.25 da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995, no art. 2º da Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, no inciso III do art. 4º do Decreto nº 2.335, de 6 de outubro de 1997, e considerando que:

existe a necessidade de rever, atualizar e consolidar as disposições referentes à continuidade da distribuição de energia elétrica definidas na Portaria DNAEE nº 046/78, de 17 de abril de 1978;

compete à ANEEL regular os serviços de energia elétrica, expedindo os atos necessários ao cumprimento das normas estabelecidas pela legislação em vigor;

compete à ANEEL estimular a melhoria do serviço prestado e zelar, direta ou indiretamente, pela sua boa qualidade, observado, no que couber, o disposto na legislação vigente de proteção e defesa do consumidor; e

foram recebidas sugestões dos consumidores, de associações representativas dos distribuidores de energia elétrica, das concessionárias de serviço público de energia elétrica, bem como sugestões encaminhadas em função da Audiência Pública nº 005, realizada em 29 de outubro de 1999, resolve:

Art. 1º Estabelecer, na forma que se segue, as disposições relativas à continuidade da distribuição de energia elétrica, nos seus aspectos de duração e frequência, a serem observadas pelas concessionárias e permissionárias de serviço público de energia elétrica às unidades consumidoras.

Art. 2º A continuidade da distribuição de energia elétrica deverá ser supervisionada, avaliada e controlada por meio de indicadores que expressem os valores

vinculados a conjuntos de unidades consumidoras e às unidades consumidoras individualmente consideradas.

DA TERMINOLOGIA E CONCEITOS

Art. 3º Para os efeitos desta Resolução são adotadas as terminologias e os conceitos a seguir definidos:

I - Concessionária ou Permissionária

Agente titular de concessão ou permissão federal para explorar a prestação de serviços públicos de energia elétrica, referenciado, doravante, nesta Resolução, apenas pelo termo concessionária.

II - Conjunto de Unidades Consumidoras

Qualquer agrupamento de unidades consumidoras, global ou parcial, de uma mesma área de concessão de distribuição, definido pela concessionária ou permissionária e aprovado pela ANEEL .

III - Consumidor

Pessoa física ou jurídica, ou comunhão de fato ou de direito legalmente representada, responsável pelo pagamento das faturas e pelas demais obrigações fixadas em normas e regulamentos do órgão regulador, assim vinculando-se ao contrato de fornecimento, uso do sistema ou de adesão.

IV - Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC)

Intervalo de tempo que, em média, no período de observação, em cada unidade consumidora do conjunto considerado ocorreu descontinuidade da distribuição de energia elétrica.

V - Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora (DIC)

Intervalo de tempo que, no período de observação, em cada unidade consumidora ocorreu descontinuidade da distribuição de energia elétrica.

VI - Duração Máxima de Interrupção Contínua por Unidade Consumidora (DMIC)

Tempo máximo de interrupção contínua, da distribuição de energia elétrica, para uma unidade consumidora qualquer.

VII - Freqüência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC)

Número de interrupções ocorridas , em média, no período de observação, em cada unidade consumidora do conjunto considerado.

VIII - Freqüência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora (FIC)

Número de interrupções ocorridas, no período de observação, em cada unidade consumidora.

IX - Indicador de Continuidade

Representação quantificável do desempenho de um sistema elétrico, utilizada para a mensuração da continuidade apurada e análise comparativa com os padrões estabelecidos.

X - Indicador de Continuidade Global

Representação quantificável do desempenho de um sistema elétrico agregada por empresa, estado, região ou país.

XI - Interrupção

Descontinuidade do neutro ou da tensão disponível em qualquer uma das fases de um circuito elétrico que atende a unidade consumidora.

XII - Interrupção de Longa Duração

Toda interrupção do sistema elétrico com duração maior ou igual a 1 (um) minuto.

XIII - Interrupção Programada

Interrupção antecedida de aviso prévio, por tempo preestabelecido, para fins de intervenção no sistema elétrico da concessionária.

XIV - Interrupção de Urgência

Interrupção deliberada no sistema elétrico da concessionária, sem possibilidade de programação e caracterizada pela urgência na execução de serviços.

XV - Metas de Continuidade

Padrões estabelecidos pela ANEEL, para os indicadores de continuidade, a serem respeitados mensalmente, trimestralmente e anualmente, para períodos preestabelecidos.

XVI - Padrão de Continuidade

Valor limite de um indicador de continuidade aprovado pela ANEEL e utilizado para a análise comparativa com os indicadores de continuidade apurados.

XVII - Restabelecimento da Continuidade da Distribuição de Energia Elétrica

Retorno do neutro e da tensão disponível em todas as fases, com permanência mínima de tempo igual a 1 minuto, no ponto de entrega de energia elétrica da unidade consumidora.

XVIII - Serviço Essencial

Todo serviço ou atividade caracterizado como de fundamental importância para a sociedade, desenvolvido nas unidades consumidoras a seguir exemplificadas:

- a) serviço público de tratamento de água e esgoto;
- b) processamento de gás liquefeito de petróleo e combustíveis;
- c) estabelecimento hospitalar público ou privado;
- d) transporte coletivo;
- e) serviço público de tratamento de lixo;
- f) serviço público de telecomunicações;
- g) centro de controle de tráfego aéreo; e
- h) segurança pública.

XIX - Unidade Consumidora

Conjunto de instalações e equipamentos elétricos caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e vinculada a um único consumidor.

DA COLETA E ARMAZENAMENTO DOS DADOS DE INTERRUPÇÕES

Art. 4º A partir de janeiro de 2000 os indicadores de continuidade deverão ser apurados por meio de procedimentos auditáveis e que contemplem desde o nível de coleta de dados das interrupções até a transformação desses dados em indicadores.

§ 1º Os dados das interrupções de longa duração e os indicadores deles provenientes deverão ser mantidos por um período mínimo de 3 (três) anos, para uso da ANEEL bem como dos consumidores.

§ 2º Para cada conjunto afetado por interrupções de longa duração deverão ser apresentadas as seguintes informações:

I - número de unidades consumidoras do conjunto em cada mês da apuração; e

II - código de identificação do conjunto.

§ 3º Para toda interrupção de longa duração ocorrida em cada unidade consumidora do conjunto deverão ser apresentadas as seguintes informações:

I - fato gerador;

II - data, hora e centésimo de minutos do início e restabelecimento da interrupção; e

III - número de unidades consumidoras atingidas em cada interrupção

§ 4º A partir de 1º de janeiro de 2003 esses dados deverão estar disponíveis em meio magnético ou ótico e apresentar o código de identificação de cada unidade consumidora.

DA DURAÇÃO DA INTERRUPÇÃO A SER CONSIDERADA

Art. 5º As concessionárias deverão apurar os indicadores de continuidade de duas formas distintas:

I - considerando as interrupções com duração maior ou igual a 3 (três) minutos; e

II - considerando as interrupções com duração maior ou igual a 1 (um) minuto.

§ 1º As concessionárias cujos contratos de concessão estabelecem obrigatoriedade de apuração dos indicadores de continuidade considerando interrupções iguais ou maiores a 1 (um) minuto deverão enviar os indicadores à ANEEL nas formas dos incisos I e II.

§ 2º As concessionárias não enquadradas no parágrafo anterior deverão enviar os indicadores à ANEEL na forma do inciso I.

§ 3º A partir de janeiro de 2005, para todas as concessionárias, os indicadores de continuidade a serem apurados e enviados à ANEEL deverão contemplar todas as interrupções com duração maior ou igual a 1 (um) minuto, quando deverão ser estabelecidos novos padrões de continuidade considerando-se os dados disponibilizados nas concessionárias.

DOS INDICADORES DE CONTINUIDADE DE CONJUNTO

Art. 6º As concessionárias deverão apurar, para todos os seus conjuntos de unidades consumidoras, os indicadores de continuidade a seguir discriminados:

I - Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC)

Para a apuração do DEC deverá ser utilizada a seguinte fórmula:

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^k Ca(i) \times t(i)}{Cc}$$

II - Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC)

Para a apuração do FEC deverá ser utilizada a seguinte fórmula:

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^k Ca(i)}{Cc}$$

Onde :

- DEC* = Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora, expressa em horas e centésimos de hora;
- FEC* = Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora, expressa em número de interrupções e centésimos do número de interrupções;
- Ca(i)* = Número de unidades consumidoras interrompidas em um evento (*i*), no período de apuração;
- t(i)* = Duração de cada evento (*i*), no período de apuração;
- i* = Índice de eventos ocorridos no sistema que provocam interrupções em uma ou mais unidades consumidoras;
- k* = Número máximo de eventos no período considerado;
- Cc* = Número total de unidades consumidoras, do conjunto considerado, no final do período de apuração.

DAS INTERRUPTÕES A SEREM CONSIDERADAS

Art. 7º Na apuração dos indicadores deverão ser consideradas todas as interrupções que atingirem as unidades consumidoras, admitidas apenas as seguintes exceções:

I - falha nas instalações da unidade consumidora que não provoque interrupção em instalações de terceiros; e

II - interrupção decorrente de obras de interesse exclusivo do consumidor e que afete somente a unidade consumidora do mesmo.

DO CRITÉRIO DE FORMAÇÃO DOS CONJUNTOS

Art. 8º Os conjuntos de unidades consumidoras deverão abranger toda a área atendida pela concessionária, respeitadas as seguintes condições:

I - quando um conjunto for subdividido/agrupado deverão ser definidos novos padrões de continuidade, levando-se em consideração o histórico existente;

II - o conjunto definido deverá permitir a identificação geográfica da localização das unidades consumidoras; e

III - não poderão ser agrupadas, em um mesmo conjunto, unidades consumidoras situadas em áreas não contíguas.

§1º A formação dos respectivos conjuntos deverá ser validada conjuntamente com as concessionárias até 30 de junho de 2000, podendo a ANEEL, a qualquer momento, solicitar a revisão da configuração de quaisquer conjuntos, caso em que as concessionárias deverão providenciar a respectiva implementação, observando a vigência dos mesmos a partir do mês de janeiro do ano subsequente.

§2º A referida revisão da configuração de quaisquer conjuntos dar-se-á, no máximo, até o mês de setembro do ano em curso.

DO PERÍODO DE APURAÇÃO E CÁLCULO DOS INDICADORES

Art. 9º Será mensal o período de apuração do intervalo de tempo entre o início e o fim da contabilização das interrupções ocorridas no conjunto de unidades consumidoras considerado.

§ 1º O valor do indicador de continuidade, trimestral ou anual, de cada conjunto, será o quociente de uma operação de divisão, onde:

a) o numerador será o somatório do produto dos valores mensais do indicador apurado com 2 (duas) casas decimais, pelo número de unidades consumidoras informado em cada mês do período (trimestral ou anual); e

b) o denominador será a média aritmética do número de unidades consumidoras informadas em cada mês do período (trimestral ou anual).

§ 2º Para o cálculo do indicador de continuidade global será realizada média ponderada dos indicadores DEC ou FEC enviados mensalmente à ANEEL, utilizando-se como fator de ponderação o número de unidades consumidoras de cada conjunto do mês correspondente.

DO ENVIO DOS INDICADORES DE CONTINUIDADE

Art. 10. A partir de janeiro de 2000 as concessionárias deverão enviar à ANEEL os indicadores DEC e FEC de todos os seus atuais conjuntos, até o último dia útil do mês subsequente ao período de apuração.

Parágrafo único. Em caso de racionamento de energia elétrica, determinado de acordo com a Legislação vigente, as concessionárias envolvidas deverão apurar e enviar à ANEEL os indicadores de continuidade de duas formas distintas: uma considerando o efeito do racionamento sobre os valores finais dos indicadores e a outra desconsiderando o referido efeito.

DOS NOVOS CRITÉRIOS DE AGRUPAMENTO DE UNIDADES CONSUMIDORAS

Art. 11. A partir de janeiro de 2003 as concessionárias poderão propor à ANEEL novos critérios para o agrupamento das unidades consumidoras, observando as seguintes condições:

I - qualquer critério de agrupamento proposto deverá permitir ao consumidor a identificação por meio de vinculação geográfica, do conjunto no qual está localizada a sua unidade consumidora;

II - deverá existir, para avaliação, um histórico de, no mínimo, 3 (três) anos de utilização de critério de agrupamento diferente do estabelecido nesta Resolução;

III - deverão ser evidenciadas as vantagens técnicas, econômicas e sociais da nova proposta em relação ao critério vigente de agrupamento.

DOS INDICADORES DE CONTINUIDADE INDIVIDUAIS

Art. 12. As concessionárias deverão apurar, em até 30 (trinta) dias, sempre que solicitado pelo consumidor ou pela ANEEL, os indicadores a seguir discriminados:

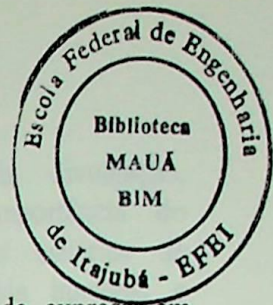
I - Duração de Interrupção por Unidade Consumidora (DIC)

Para a apuração do DIC deverá ser utilizada a seguinte fórmula:

$$DIC = \sum_{i=1}^n t(i)$$

II - Frequência de Interrupção por Unidade Consumidora (FIC)

Para a apuração do FIC deverá ser utilizada a seguinte fórmula:



$$FIC = n$$

Onde:

- DIC* = Duração das Interrupções por Unidade Consumidora considerada, expressa em horas e centésimos de hora;
- FIC* = Frequência de Interrupções por Unidade Consumidora considerada, expressa em número de interrupções;
- i* = Índice de interrupções da unidade consumidora, no período de apuração, variando de 1 a *n*;
- n* = Número de interrupções da unidade consumidora considerada, no período de apuração; e
- t(i)* = Tempo de duração da interrupção (*i*) da unidade consumidora considerada, no período de apuração.

III - Duração Máxima de Interrupção Contínua por Unidade Consumidora (DMIC)

DAS INTERRUPTÕES A SEREM CONSIDERADAS

Art. 13. Na apuração dos indicadores DIC e FIC deverão ser consideradas todas as interrupções, inclusive as programadas e de urgência, admitidas apenas as exceções previstas no art. 7º .

DO AVISO E REGISTRO DAS INTERRUPTÕES

Art. 14. As concessionárias deverão avisar a todos os seus consumidores sobre as interrupções programadas, observando os seguintes procedimentos :

I - para unidades consumidoras atendidas em tensão superior a 1 kV e inferior a 230 kV, cuja demanda contratada seja igual ou superior a 500 kW: a interrupção deverá ser informada por meio de documento escrito e personalizado, com antecedência mínima de 5 (cinco) dias úteis, diretamente aos consumidores afetados;

II - para unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 69 kV, que prestem serviço essencial: a interrupção deverá ser informada por meio de documento escrito e personalizado, com antecedência mínima de 5 (cinco) dias úteis em relação à data da interrupção;

III - para outras unidades consumidoras: a interrupção deverá ser divulgada por meios eficazes de comunicação de massa ou, a critério da concessionária, avisados os consumidores por meio de documento escrito e personalizado, informando a abrangência geográfica, o horário de início e término da interrupção, em qualquer caso, com antecedência mínima de 72 (setenta e duas) horas em relação ao início da interrupção.

§ 1º As concessionárias deverão promover ampla divulgação, periodicamente, por meios eficazes, sobre a necessidade e importância do cadastramento de unidades consumidoras onde existam pessoas usuárias de equipamentos de autonomia limitada, vitais à preservação da vida humana, e dependentes de energia elétrica, a fim de que as mesmas sejam avisadas, de forma preferencial e obrigatória, no caso das interrupções programadas, por meio de documento escrito e personalizado, com antecedência mínima de 5 (cinco) dias úteis em relação à interrupção.

§ 2º As concessionárias deverão manter e disponibilizar, por 3 (três) anos, os registros de todas as interrupções de caráter de urgência e as programadas, discriminando-as em formulário próprio.

DA INFORMAÇÃO DOS INDICADORES NA FATURA DOS USUÁRIOS

Art. 15. A partir de janeiro de 2001 as concessionárias deverão incluir na fatura dos usuários, de forma clara e auto-explicativa, os seguintes dados:

I - nome do conjunto ao qual pertence a unidade consumidora;

II - metas mensais para os indicadores de continuidade individuais (DIC, FIC e DMIC) e de conjunto;

III - valores de DEC e FEC verificados no conjunto no mês anterior à emissão da fatura.

§ 1º Para as unidades consumidoras atendidas em tensão superior a 1 kV e inferior a 230 kV, além das informações mencionadas nos incisos I a III deste artigo, deverão ser incluídos os valores de DIC e FIC apurados no mês anterior.

§ 2º Até dezembro de 2004, para as unidades consumidoras atendidas em tensão igual ou inferior a 1 kV, além das informações mencionadas nos incisos I a III deste artigo, o consumidor deverá ser informado sobre o seu direito de solicitar à concessionária a apuração dos indicadores DIC, FIC e DMIC a qualquer tempo.

§ 3º A partir de janeiro de 2005 nas faturas das unidades consumidoras enquadradas no § 2º deverão ser incluídos, também, os valores de DIC, FIC e DMIC apurados no mês anterior.

DO SISTEMA DE ATENDIMENTO ÀS RECLAMAÇÕES DOS CONSUMIDORES

Art. 16. As concessionárias deverão dispor de sistemas ou mecanismos de atendimento emergencial, acessíveis aos consumidores finais, para que os mesmos apresentem suas reclamações quanto a problemas relacionados ao serviço de distribuição de energia elétrica, sem prejuízo do emprego de outras formas de sensoriamento automático da rede.

§ 1º Para que o atendimento emergencial seja considerado adequado, as concessionárias deverão dispor de, no mínimo, serviço de atendimento telefônico gratuito, disponível todos os dias durante 24 (vinte e quatro) horas, acessível de qualquer localidade de sua área de concessão e contendo linhas telefônicas em quantidade compatível com a demanda de serviços.

§ 2º A implantação deste sistema de atendimento telefônico gratuito deverá ser efetuada até 31/12/2000, limitada apenas às condições técnicas dos serviços telefônicos locais.

DAS METAS DE CONTINUIDADE

Art. 17. Visando manter ou melhorar a continuidade da distribuição da energia elétrica serão estabelecidas, entre a ANEEL e as concessionárias, metas para os indicadores individuais, de conjunto, área de concessão ou global da empresa a partir das seguintes disposições:

I - Metas para os Indicadores de Continuidade dos Conjuntos

Até 30 de junho de 2000 serão estabelecidas metas mensais, trimestrais e anuais de continuidade por conjunto, em conformidade com o critério de formação de conjuntos estabelecido nesta Resolução, tendo como referência os valores históricos dos indicadores informados pela respectiva concessionária, as metas estabelecidas nos contratos de concessão e a análise comparativa de desempenho das concessionárias.

As metas para os indicadores de continuidade dos conjuntos, estabelecidas com base neste artigo, entrarão em vigor a partir de janeiro de 2001 e serão renegociadas a cada revisão ordinária das tarifas;

II - Metas para os Indicadores de Continuidade Individuais

A partir de janeiro de 2003 as metas de DIC, FIC e DMIC deverão obedecer aos valores estabelecidos nas tabelas seguintes, de acordo com as metas anuais definidas entre a ANEEL e as concessionárias para cada conjunto de unidades consumidoras:

Tabela 1

Faixa de Variação das Metas Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Faixa de Tensão Elétrica de Atendimento : 69 kV ≤ Tensão < 230 kV						
	DIC (horas)			DMIC (horas)	FIC (interrupções)		
	Anual	Trim.	Mensal		Anual	Trim.	Mensal
0 – 20	8	4	3	2	8	4	3
> 20 – 40	12	6	4	3	12	6	4
> 40	16	8	6	3	16	8	6

Tabela 2

Faixa de Variação das Metas Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Faixa de Tensão Elétrica de Atendimento : 1 kV ≤ Tensão < 69 kV						
	DIC (horas)			DMIC (horas)	FIC (interrupções)		
	Anual	Trim.	Mensal		Anual	Trim.	Mensal
0 – 5	25	13	8	6	18	9	6
> 5 – 10	30	15	10	6	20	10	7
> 10 – 20	35	18	12	6	25	13	8
> 20 – 30	40	20	13	6	30	15	10
> 30 – 45	45	23	15	8	35	18	12
> 45 – 60	52	26	17	8	45	23	15
> 60	64	26	21	10	56	23	19

Tabela 3

Faixa de Variação das Metas Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Unidades consumidoras localizadas no perímetro urbano atendidas em tensão inferior a 1 kV ou localizadas fora do perímetro urbano com potência disponibilizada igual ou superior a 100 kVA						
	DIC (horas)			DMIC (horas)	FIC (interrupções)		
	Anual	Trim.	Mensal		Anual	Trim.	Mensal
0 – 5	40	20	13	6	25	13	8
> 5 – 10	50	25	17	6	30	15	10
> 10 – 20	55	28	19	8	35	18	12
> 20 – 30	65	32	22	8	40	20	13
> 30 – 45	75	32	25	10	50	25	17
> 45 – 60	80	32	27	10	56	26	19
> 60	80	32	27	12	64	26	22

Tabela 4

Faixa de Variação das Metas Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Unidades consumidoras localizadas fora do perímetro urbano com potência disponibilizada inferior a 100 kVA						
	DIC (horas)			DMIC (horas)	FIC (interrupções)		
	Anual	Trim.	Mensal		Anual	Trim.	Mensal
0 – 10	80	40	27	12	40	20	13
> 10 – 20	85	43	29	12	50	25	17
> 20 – 30	90	45	30	12	60	30	20
> 30 – 45	100	48	33	14	75	38	25
> 45 – 60	110	48	37	14	90	38	30
> 60 – 80	120	48	40	16	90	38	30
> 80	120	48	40	18	96	38	32

DOS CRITÉRIOS PARA O ESTABELECIMENTO DE NOVOS PADRÕES E METAS

Art. 18. A partir de janeiro de 2002 as concessionárias poderão propor padrões diferentes dos estabelecidos nesta Resolução, para os indicadores individuais de unidades consumidoras, observando os seguintes critérios:

I - para os conjuntos agrupados em função das metas de continuidade dos indicadores DEC e FEC, deverão ser apresentadas as distribuições de frequência acumulada de DIC, FIC e DMIC das unidades consumidoras reunidas por faixa de tensão de atendimento, discriminada em redes urbanas ou rurais e consumo de energia elétrica conforme definido nas Tabelas 1, 2, 3 e 4; e

II - as distribuições de frequência acumulada deverão possuir um histórico de dados de DIC, FIC e DMIC de, no mínimo, 12 (doze) meses, separadas em períodos mensais, trimestrais e anuais.

Art. 19. A partir de janeiro de 2004 as concessionárias deverão disponibilizar, à ANEEL, as distribuições de frequência acumulada dos indicadores individuais, observando os critérios fixados no art. 18.

Parágrafo único. Estas informações servirão de base, para a ANEEL, para revisões futuras das tabelas 1, 2, 3 e 4.

Art. 20. Quando da celebração de contratos de fornecimento, uso do sistema ou adesão, poderão ser definidas e fixadas metas de continuidade que propiciem melhor qualidade dos serviços prestados.

DAS PENALIDADES POR VIOLAÇÃO DAS METAS DE CONTINUIDADE

Art. 21. Serão classificadas em dois grupos as possíveis violações das metas estabelecidas:

I - Violação de Padrão do Indicador de Continuidade Individual (Grupo 1)

Fato gerador : Violação de padrão do indicador de continuidade individual em relação ao período de apuração do indicador.

Penalidade : Pagamento de multa, pela concessionária, ao consumidor afetado, a ser creditado na fatura de energia elétrica no mês subsequente à apuração.

No cálculo do valor das multas serão utilizadas as seguintes fórmulas:

a) Para o DIC:

$$\text{Penalidade} = \left(\frac{DIC_v}{DIC_p} - 1 \right) DIC_p \times \frac{CM}{730} \times kei$$

b) Para o DMIC:

$$\text{Penalidade} = \left(\frac{DMIC_v}{DMIC_p} - 1 \right) DMIC_p \times \frac{CM}{730} \times kei$$

c) Para o FIC:

$$\text{Penalidade} = \left(\frac{FICv}{FICp} - 1 \right) DICp \times \frac{CM}{730} \times kei$$

Onde:

DICv = Duração de Interrupção por Unidade Consumidora, verificada no período em horas e centésimos de hora;

DICp = Metas de continuidade estabelecidas no período para o indicador de Duração de Interrupção Individual em horas e centésimos de hora;

DMICv = Duração Máxima de Interrupção Contínua, verificada, por interrupção, em horas e centésimos de hora;

DMICp = Metas de continuidade estabelecidas para o indicador, por interrupção, em horas;

FICv = Frequência de Interrupção por Unidade Consumidora verificada, em número de interrupções por período;

FICp = Metas de continuidade estabelecidas no período para o indicador de Frequência de Interrupção por Unidade Consumidora, em número de interrupções por período;

CM = Média aritmética do valor das faturas mensais do consumidor afetado, relativas às tarifas de uso, referentes aos 3 (três) meses anteriores à ocorrência;

730 = Número médio de horas no mês; e

kei = Coeficiente de majoração, que variará de 10 a 50, e cujo valor, fixado em 10 (dez), poderá ser alterado pela ANEEL a cada revisão ordinária das tarifas.

II - Violação de Padrão do Indicador de Continuidade de Conjunto (Grupo 2)

Fato gerador: Violação de padrão do indicador de continuidade de conjunto em relação ao período de apuração do indicador.

Penalidade : Pagamento de multa conforme as disposições da Resolução ANEEL n.º 318, de 6 de outubro de 1998, e suas eventuais atualizações.

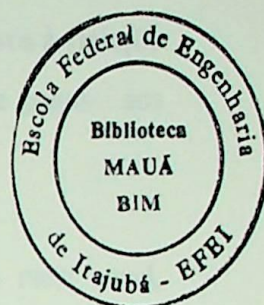
Art. 22. Para efeito de aplicação de eventual penalidade, quando da violação das metas estabelecidas, serão consideradas as seguintes disposições:

I - interrupções que afetarem simultaneamente mais de 50% das unidades consumidoras pertencentes ao mesmo conjunto, associadas a situações de emergência ou de calamidade pública decretada por órgãos competentes, não serão consideradas para efeito de aplicação de penalidades do Grupo 1;

II - no caso de consumidores inadimplentes, o valor das multas por violação de padrão do indicador de continuidade individual poderá ser utilizado para quitar débitos vencidos, a critério da concessionária;

III - quando se tratar de multas a favor do consumidor, a concessionária deverá manter registro, em formulário próprio, para uso da ANEEL, com os seguintes dados:

- a) nome dos consumidores favorecidos;
- b) endereço das unidades consumidoras;
- c) nome do conjunto a que pertence a unidade consumidora;
- d) período referente à constatação da violação;
- e) importância individual de cada multa; e
- f) valores dos indicadores violados.



IV - quando ocorrer violação de mais de um indicador de continuidade, no período de apuração, deverá ser considerado para efeito de aplicação de penalidade aquele indicador que apresentar maior percentual de violação;

V - o valor da penalidade, associado à violação do indicador de continuidade individual, será limitado em 1% (um por cento) do faturamento da concessionária nos últimos 12 (doze) meses, e terá como limite superior, em relação à média dos últimos 3 (três) meses da fatura da unidade consumidora, os seguintes valores:

- a) 10 (dez) vezes para as unidades consumidoras atendidas em tensão menor ou igual a 1kV;
- b) 5 (cinco) vezes para as unidades consumidoras atendidas em tensão maior que 1kV e menor que 69kV; e
- c) 3 (três) vezes para as unidades consumidoras atendidas em tensão maior ou igual a 69kV.

VI - para efeito de aplicação de penalidades, no caso de violações das metas anuais, trimestrais e mensais estabelecidas para os conjuntos de unidades consumidoras de cada concessionária, será realizada, no mínimo, uma avaliação anual pela ANEEL no ano civil subsequente;

VII - do montante das penalidades estabelecido quando da violação de padrões dos indicadores do Grupo 2, deverão ser descontadas as multas relacionadas à violação de padrões dos indicadores de continuidade individual, desde que os valores respectivos tenham sido devidamente pagos aos consumidores afetados e comprovado pelas concessionárias;

VIII - no caso de pagamento de multas aos consumidores, devido a violação de padrões dos indicadores de continuidade individual, deverão ser obedecidos os critérios estabelecidos a seguir:

a) do montante calculado para a multa pela violação da meta trimestral, estabelecida para cada ano civil, deverão ser descontados os valores relativos à violação da meta mensal, desde que esses valores já tenham sido devidamente pagos aos consumidores afetados; e

b) do montante calculado para a multa pela violação da meta anual, estabelecida para cada ano, deverão ser descontados os valores relativos à violação da meta mensal e/ou trimestral, desde que esses valores já tenham sido devidamente pagos aos consumidores afetados.

DAS DISPOSIÇÕES GERAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 23. As concessionárias cujos contratos de concessão estabelecem metas de continuidade, para os conjuntos de unidades consumidoras, deverão observar, até 31 de dezembro de 2000, os padrões de continuidade estabelecidos nos respectivos contratos de concessão.

Parágrafo único. As concessionárias que não puderem atender as metas de DEC e FEC estabelecidas nos contratos de concessão, para o ano 2000, deverão apresentar justificativa técnica que evidencie a impossibilidade do cumprimento, visando a sua redefinição junto à ANEEL.

Art. 24. As concessionárias que não se enquadrarem nas condições do artigo anterior deverão considerar como metas, para o ano 2000, os padrões estabelecidos na Portaria DNAEE nº 046/78.

Art. 25. Para as concessionárias cujos contratos de concessão estabeleçam obrigatoriedade de apuração dos indicadores de continuidade, considerando interrupções iguais ou maiores a 1 (um) minuto, os valores das multas decorrentes da aplicação de penalidades por violação das metas de continuidade, estabelecidas nos

arts. 21 e 22 , serão determinados tendo como referência essa forma de apuração.

Art. 26. A partir de janeiro de 2000 e até 2002 as metas anuais de DIC e FIC deverão obedecer aos valores estabelecidos na Tabela 5.

Tabela 5

Metas Anuais dos Indicadores de Continuidade Individuais						
Descrição do Sistema de Atendimento às Unidades Consumidoras	2000		2001		2002	
	DIC	FIC	DIC	FIC	DIC	FIC
Tensão ≤ 1kV situadas em zona rural	150	120	135	108	120	96
Tensão ≤ 1kV situadas em zona urbana	100	80	90	72	80	64
Sistema Aéreo com 1 kV < Tensão < 69 kV	80	70	72	63	64	56
Sistema Aéreo com 69 kV ≤ Tensão < 230 kV	30	40	24	32	24	24
Sistema Subterrâneo	16	8	14	6	12	4

§ 1º As metas mensais e trimestrais de DIC e FIC, para cada unidade consumidora, não poderão ser superiores a 30% e 40%, respectivamente, das metas anuais fixadas na Tabela 5.

§ 2º As concessionárias cujos contratos de concessão apresentem valores para os indicadores de continuidade individuais inferiores aos fixados na Tabela 5 deverão obedecer aos valores estabelecidos no respectivo contrato.

Art. 27. Até 31 de dezembro de 2002 as concessionárias poderão apurar os indicadores de continuidade de conjuntos, DEC e FEC, utilizando o critério de correlação (unidade consumidora/potência instalada) conforme metodologia de cálculo discriminada a seguir:

Para cada conjunto, o número de unidades consumidoras atingidas por uma interrupção poderá ser calculado utilizando-se a fórmula seguinte:

$$Ca (i) = Pa (i) * \frac{Cbtu}{Pbtu} + Cbtr (i) + Cmt (i)$$

Sendo:

- $Ca(i)$ = Número de unidades consumidoras atingidas em um evento (i), no período de apuração;
- i = Índice de eventos ocorridos no sistema que provocam interrupções em uma ou mais unidades consumidoras;
- $Pa(i)$ = Potência instalada dos transformadores que alimentam as cargas das unidades consumidoras atendidas em tensão até 1kV, localizadas em zona geográfica urbana, atingidas na interrupção (i);
- $Cbtu$ = Número de unidades consumidoras atendidas em tensão até 1kV, do conjunto considerado, localizadas em zona geográfica urbana;
- $Pbtu$ = Potência instalada dos transformadores que alimentam as cargas das unidades consumidoras atendidas em tensão até 1kV, localizadas em zona geográfica urbana;
- $Cbtr(i)$ = Número de unidades consumidoras atendidas em tensão até 1kV, localizadas em zona geográfica rural atingidas na interrupção (i);
- $Cmt(i)$ = Número de unidades consumidoras atendidas em tensão nominal superior a 1 kV e inferior a 230 kV, atingidas na interrupção (i).

Parágrafo único. Nos casos em que o contrato de concessão fixar data limite inferior à estabelecida neste artigo, as concessionárias deverão obedecer às disposições contidas nos respectivos contratos.

Art. 28. A partir de julho de 2000 o OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO– ONS deverá apurar e divulgar os indicadores de duração e frequência de interrupção, assim como o de duração máxima de interrupção contínua, referentes às barras de conexão da Rede Básica com os demais agentes.

§ 1º Todos os dados necessários à formação e apuração dos indicadores deverão ser disponibilizados ao ONS pelos agentes detentores de instalações de transmissão que compõem a Rede Básica.

§ 2º Até junho de 2000 o ONS proporá os padrões de desempenho, por barra de conexão, referentes aos indicadores citados no *caput* deste artigo, para aprovação pela ANEEL.

§ 3º Os padrões de que trata o parágrafo anterior deverão ser observados a partir de janeiro de 2001.

§ 4º O detalhamento necessário ao cálculo dos indicadores e as respectivas ações, para que o sistema opere de acordo com os limites neles propostos, serão definidos nos Procedimentos de Rede.

Art. 29. Até julho de 2000 as concessionárias de transmissão detentoras de instalações não integrantes da Rede Básica e as concessionárias de distribuição que atendam a outras concessionárias deverão ajustar com a ANEEL as metas dos indicadores DIC, FIC e DMIC por ponto de entrega.

Art. 30. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação,

revogando-se os arts. 1º a 4º e 7º a 17 da Portaria DNAEE nº 046, de 17/04/78, permanecendo os demais artigos em vigência até dezembro de 2000.

JOSÉ MÁRIO MIRANDA ABDO

Ficha Catalográfica

Por José Eduardo Fátima Santos

ANÁLISE COMPARATIVA DE EMPRESAS DE DISTRIBUIÇÃO PARA O
ESTABELECIMENTO DE METAS DE DESEMPENHO PARA INDICADORES
DE CONTINUIDADE DO SERVIÇO DE DISTRIBUIÇÃO

Ficha Catalográfica

Tanure, José Eduardo Pinheiro Santos

**ANÁLISE COMPARATIVA DE EMPRESAS DE DISTRIBUIÇÃO PARA O
ESTABELECIMENTO DE METAS DE DESEMPENHO PARA INDICADORES
DE CONTINUIDADE DO SERVIÇO DE DISTRIBUIÇÃO**