

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**Qualidade de Serviço e Satisfação do
Consumidor em um Setor Regulado: um
Estudo Empírico**

Augusto Pellegrini Nicodemus
DRE: 102022350
E-mail: augustonicodemus@gmail.com

Orientador: Marcelo Resende
E-mail: mresende@ie.ufrj.br
Setembro 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**Qualidade de Serviço e Satisfação do
Consumidor em um Setor Regulado: um
Estudo Empírico**

Augusto Pellegrini Nicodemus
DRE: 102022350
E-mail: augustonicodemus@gmail.com

Orientador: Marcelo Resende
E-mail: mresende@ie.ufrj.br

Setembro 2011

As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do autor

Agradecimentos

Agradeço aos meus amigos que sempre me apoiaram e cobraram nos momentos importantes.

Agradeço também a minha família que sempre me apoiou. Em especial aos meus avós, Eduardo Mario e Dulce, que sempre me ajudaram e sem os quais não seria possível que eu completasse este curso.

RESUMO

Esta monografia apresenta uma análise sobre a evolução da qualidade do serviço e da satisfação do consumidor no setor de distribuição de eletricidade no Brasil no período de 2001 a 2010.

A literatura sobre teoria da regulação é consensual sobre os avanços dos regimes regulatórios por incentivos, como Price-Cap. No entanto, muitas contribuições apontam para a possibilidade de deterioração da qualidade sobre o regime de Price-Cap, que é o regime usado no Brasil. Nessa perspectiva o estudo busca entender se a qualidade do serviço no setor está melhorando ou piorando e até que ponto as métricas de qualidade do serviço e a satisfação do consumidor estão correlacionadas entre si.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	7
CAPÍTULO I - Regulação e Qualidade de Serviço	8
I.1 Regulação em Price-Cap e suas Implicações na Qualidade do Serviço	8
I.1.1 Aspectos Teóricos Fundamentais sobre Regulação.....	8
I.1.2 Regime Regulatório de ROR vs. Regime de Price-Cap	10
I.1.3 Implicações do Regime de Price-Cap na Qualidade do Serviço	14
I.2 Estudos Empíricos Relacionando Regimes Regulatórios e Qualidade do Serviço	15
CAPÍTULO II - Mensuração da Qualidade de Serviço Usando Lógica Fuzzy	21
II.1 A Conceitos de Lógica Fuzzy, Conjuntos Fuzzy e Raciocínio Fuzzy	21
II.1.1 Lógica Fuzzy	22
II.1.2 Teoria dos Conjuntos Fuzzy	22
II.1.3 Raciocínio Fuzzy, Gerando um Indicador Numérico	23
II.2 O Modelo Fuzzy de Giles para Economia Informal	25
CAPÍTULO III - Qualidade e Satisfação para as Distribuidoras de Energia Elétrica no Brasil	30
III.1 Indústria de Distribuição de Energia Elétrica	30
III.1.1 A cadeia de produção da eletricidade	30
III.1.2 O monopólio natural da distribuição de energia elétrica	31
III.2 Construção da base de dados	32
III.2.1 Escolha das variáveis	32
III.2.2 Período, Periodicidade e Ajustes	35
III.3 Resultados Fuzzy de Qualidade, Evolução e Correlação com Satisfação .	37
III.3.1 Resultados do Modelo Fuzzy.....	37
III.3.2 Evolução da Qualidade e Satisfação de 2001 a 2010	40
III.3.3 Correlação entre Qualidade e Satisfação	42
CAPÍTULO IV - Comentários finais e sugestões de pesquisa	47
APÊNDICE A - LISTA DAS DISTRIBUIDORAS USADAS	48
APÊNDICE B - DETALHAMENTO DO CÁLCULO DE DEC E FEC	50
APÊNDICE C - DETALHAMENTO DO CÁLCULO DO MODELO FUZZY DE GILES	53
V - Referencias Bibliográficas	71

INTRODUÇÃO

Esta monografia tem como objetivo a análise da qualidade em um setor regulado. Como ponto de partida serão expostos no capítulo I os principais aspectos teóricos da regulação econômica, bem como o modo de operação dos principais regimes regulatórios usados para se regular monopólios naturais. Dentro deste contexto serão caracterizadas as vantagens do ponto de vista de eficiência de custos do regime regulatório de Price-Cap, para em seguida discutir as possíveis deficiências desse regime no tocante a qualidade do serviço onde discutiremos alguns estudos empíricos realizados nesse sentido.

Em seguida, no capítulo II, mostraremos o funcionamento de um modelo de lógica Fuzzy, que neste trabalho, será usado para se construir um índice de qualidade para o setor de distribuição de energia elétrica brasileiro.

O capítulo III mostrará e discutirá os resultados obtidos com o modelo Fuzzy, tentando responder se a qualidade do serviço na distribuição de eletricidade no Brasil melhorou ou piorou no período de 2001 a 2010, período no qual foi usado no Brasil o regime de Price-Cap para se regular este monopólio.

O capítulo IV trás um resumo das conclusões e sugestões de pesquisa.

CAPÍTULO I - Regulação e Qualidade de Serviço

O objetivo deste capítulo é justificar a temática desta monografia ressaltando sua relevância enquanto produção científica. Para tal, ele está dividido em duas seções. Na primeira, serão apresentadas as bases teóricas da literatura referente ao estudo dos regimes regulatórios e de como eles se relacionam com a qualidade do serviço. A segunda discute a literatura empírica existente sobre a relação entre os regimes regulatórios e a qualidade do serviço.

I.1 Regulação em Price-Cap e suas Implicações na Qualidade do Serviço

Esta seção apresenta os fundamentos teóricos sobre regulação que explicam de que maneira o estudo dos diferentes regimes regulatórios e da qualidade do serviço se insere dentro da literatura científica sobre regulação econômica. Em primeiro lugar, na subseção I.1.1, serão abordados os aspectos teóricos fundamentais sobre regulação. Em segundo lugar, na subseção I.1.2, serão apresentados os aspectos básicos do funcionamento do regime de “*rate of return*” ou ROR e do regime de Price-Cap ou RPI-X. Esta subseção pretende expor os motivos pelos quais o regime de Price-Cap representa um avanço do ponto de vista de eficiência alocativa em relação aos regimes de ROR. Por último, na subseção I.1.3, serão apresentados os argumentos da literatura de regulação sobre os problemas que o regime de Price-Cap pode representar para a deterioração da qualidade dos serviços prestados pelo monopolista regulado.

I.1.1 Aspectos Teóricos Fundamentais sobre Regulação

Do ponto de vista de otimização da alocação de recursos, o ideal seria que todos os mercados convergissem para a solução de um mercado competitivo, de modo a maximizar os excedentes de produtores e consumidores. No entanto, no mundo real, a solução ótima do mercado de concorrência perfeita nem sempre ocorre, pois muitas vezes nos deparamos com falhas de mercado.

Um exemplo de falha de mercado são os monopólios naturais. Os monopólios naturais são mercados de bens cuja tecnologia implica em grandes custos fixos para a produção, portanto pesados investimentos iniciais, e custos marginais muito baixos com grandes ganhos de escala. Um mercado nessas condições tecnológicas possui barreiras à entrada muito fortes, e, portanto, convergirá naturalmente para se tornar um monopólio.

Em uma situação de monopólio natural a firma monopolista buscará a maximização de lucros através do aumento de preços acima do nível de equilíbrio de concorrência perfeita, o que levará a deterioração do excedente do consumidor e da sociedade como um todo.

A existência de falhas de mercado é a justificativa teórica para a introdução de regulação por parte do estado em alguns mercados. No entanto, ao mesmo tempo em que a introdução de políticas regulatórias visa neutralizar as falhas de mercado, de modo a fazer o mercado em questão convergir para uma solução próxima da solução de mercado competitivo, a ação regulatória pode também introduzir falhas regulatórias.

Quando o regulador de um monopólio natural vai implementar uma determinada política de regulação ele encara três restrições básicas a sua atuação: (i) restrições administrativas ou políticas; (ii) restrições transacionais; (iii) restrição de informação.

As restrições administrativas ou políticas (i) abrangem as restrições legais que atuam sobre o poder do regulador em implementar sua política de regulação, que pode se dar na forma, por exemplo, de conflitos entre a esfera de atuação do regulador e de outros órgãos governamentais.

As restrições transacionais (ii) se devem a existência de custos ao se implementar e monitorar qualquer política regulatória. São custos que vão desde os custos jurídicos de se administrar complexos contratos legais de concessão, que devem ser amplos o suficiente para prever uma infinidade de situações que podem ocorrer em um monopólio regulado, assim como custos relacionados ao monitoramento de qualidade e de diversas atividades da firma monopolista.

As restrições de informação (iii) se dão pelo fato de haver assimetria entre as informações disponíveis para o regulador e a firma regulada. Essa assimetria de informações pode ser dividida basicamente em assimetrias de duas naturezas.

Em primeiro lugar, a seleção adversa, que é o fato do regulador poder estar menos informado do que a firma regulada em relação a algumas variáveis que estão fora do controle da firma, como por exemplo, a capacidade tecnológica do monopolista no curto prazo. Um exemplo seria o regulador não ter o conhecimento total da função de produção do monopolista, acarretando em dificuldades para o regulador estabelecer um nível de tarifas adequado.

Em segundo lugar, o perigo moral (moral hazard), que é o fato do regulador estar menos informado do que a firma regulada em relação a variáveis que são controladas pela firma regulada. Os exemplos típicos nesse caso seriam fraudes em relação aos custos da firma de modo a pleitear o estabelecimento de um nível de tarifas maior do que o necessário para a atividade junto ao regulador. Segundo Resende (1997):

“Essa variável pode se referir a uma ampla gama de desperdícios potencialmente evitáveis, como compras de materiais e equipamentos a preços elevados, contratação de trabalhadores extras com o intuito espúrio de redução do esforço próprio de trabalho, dentre outros exemplos possíveis.” (RESENDE, 1997: p.644)

De um modo geral os modelos da Teoria da Regulação abordam principalmente o problema da restrição de informação. Os modelos de regulação propostos na literatura se concentram na estrutura do tipo principal-agente, onde o regulador (principal) busca induzir as firmas monopolistas (agente) a seguir determinada conduta.

Nas próximas subseções, I.1.2 e I.1.3, veremos como os modelos de ROR e Price-Cap funcionam, e como a restrição de informação se mostra um fator central no entendimento das qualidades e defeitos desses modelos.

I.1.2 Regime Regulatório de ROR vs. Regime de Price-Cap

O regime regulatório mais tradicional é o de regulação por custo do serviço (rate of return regulation”) ou ROR. Este sistema consiste na determinação por parte do regulador de um preço a ser cobrado pelo monopolista que assegure uma taxa de retorno ao capital

investido na atividade que seja “justa”. Essa taxa “justa” s seria assegurada em um determinado momento no tempo t , através da seguinte equação do preço P_t :

$$P_t = c_t + \frac{sK_t}{Q_t}$$

Onde c_t é o custo unitário, K_t o montante de capital alocado na atividade e Q_t o montante produzido em t .

Desse modo, uma vez que o regulador conheça Q_t , K_t , e c_t , ele poderá determinar um preço P_t que assegure uma taxa fixada de retorno s previamente estabelecida pelo regulador.

Essa abordagem do modelo de ROR possui alguns problemas. Segundo Resende (1997), o primeiro é em relação ao perigo moral. Numa ótica estática, analisando apenas o momento t , isso fica simples de se notar pelo fato de c_t e K_t serem variáveis endógenas ao modelo. Em outras palavras, c_t e K_t são controladas pelo agente do modelo em questão, o monopolista. Este agente poderá manipular os valores dessas variáveis de modo a aumentar o nível de preços P_t calculados pelo regulador e obter benefícios. Averch & Johnson (1962) demonstram que num modelo estático, um monopolista maximizador de lucros tenderia a inflar K_t o que é conhecido na literatura como efeito Averch-Johnson, ou efeito AJ.

Da mesma maneira, há problemas com o modelo numa perspectiva dinâmica. Se imaginarmos que o regulador promove um reajuste nos preços a cada T períodos, com uma defasagem, portanto. O preço P_t seria determinado pelos custos em um momento prévio t_0 :

$$P_t = c_{t_0} + \frac{sK_{t_0}}{Q_{t_0}}$$

A priori, poderíamos assumir que há incentivos para que o monopolista busque uma eficiência maior e reduza custos entre os períodos de revisão tarifária de modo a se apropriar de maiores lucros nesses intervalos. Isso ocorreria uma vez que P_t seria um preço suficiente para garantir um rendimento s baseado em custos previamente estabelecidos no momento t_0 . Se os custos em t , que estão sobre o controle do monopolista, fossem menores

que em t_0 o monopolista aumentaria seus rendimentos acima da taxa s caso conseguisse operar com custos menores que em t_0 .

No entanto, haveria a tendência de que o monopolista, ao se aproximar a data de uma nova revisão de tarifas, voltasse a operar com menor eficiência tentando influenciar o regulador a definir preços mais altos quando a revisão de tarifas ocorresse. O monopolista abriria mão de lucros em t de modo a influenciar o aumento de um novo K_{t0} e c_{t0} que viriam a ser definidos no futuro, maximizando seus lucros numa decisão intertemporal. Essa possibilidade é conhecida como efeito *ratchet*. Quanto mais próxima estiver a data da revisão de preços, menor será o incentivo do monopolista para reduzir custos (Sappington, 1980).

Bailey & Coleman (1971), constroem um modelo nos moldes de Averch-Johnson onde o regulador promove reajustes nos preços a cada T períodos com defasagem. A conclusão é a manutenção do inchamento do uso de capital e do efeito AJ.

Os problemas de ineficiência associados ao regime de ROR abriram espaço para outras formulações de regimes regulatórios. Dentro deste contexto, surgem alguns modelos que são conhecidos como modelos de regulação por incentivos. Entre estes, destaca-se a proposição do modelo de Price-Cap por Littlechild (1983).

No modelo de Price-Cap, RPI-X, o regulador estabelece um preço máximo que pode ser cobrado pelo monopolista e cria uma regra de reajuste deste preço baseada em um índice de inflação e um fator X de melhora na produtividade, conforme a equação abaixo:

$$P_t = P_{t-1} \times (RPI - Fator X)$$

Onde é o preço atual (P_t) é resultado da multiplicação do preço no período anterior (P_{t-1}) com a diferença entre RPI (Retail Price Index no modelo original britânico proposto por Littlechild (1983), ou algum outro índice de inflação) e um $Fator X$ de produtividade que representa a expectativa que o regulador tem sobre o aumento da produtividade na indústria em questão.

Nos modelos de Price-Cap este tipo de equação de reajuste funciona durante um período fixo, normalmente 4 ou 5 anos. Após este período, é calculado um novo preço base e um novo $Fator X$. Isto é necessário devido à possibilidade o $Fator X$ previsto pelo

regulador não se verificar acurado na realidade. Desse modo, é possível que se o *Fator X* tenha sido superestimado pelo regulador, evitasse que o monopolista incorra em lucros negativos após um determinado tempo de operação. Da mesma maneira, caso o monopolista seja capaz de reduzir custos e aumentar sua produtividade a uma velocidade maior que a prevista pelo *Fator X* ele irá gozar de lucros maiores que o esperado durante um determinado período de tempo, porém retornará ao nível normal quando ocorrer uma revisão tarifária.

Para que o modelo de Price-Cap funcione adequadamente, é importante que as regras sobre o comportamento das variáveis da equação que define o reajuste de preços sejam claras, e que estas variáveis não sejam endógenas. É necessário que o *Fator X* seja baseado em projeções sobre o comportamento da produtividade na indústria em questão, e não em observações passadas sobre a própria firma que está sendo regulada. Se isso não ocorre haveria o efeito *ratchet* e o modelo de Price-Cap apresentariam resultados semelhantes ao do modelo de ROR conforme é destacado por Resende (1997):

“... a exogeneidade do fator de ajustamento X na regra RPI-X (...) ditaria em larga medida a eventual superioridade do regime PCR [Price-Cap] comparativamente ao regime tradicional de RTR [ROR]. De fato, se existem regras claras relacionando o fator X com o desempenho passado da firma, o regime de PCR se tornará semelhante a um regime de RTR com defasagem regulatória. Com efeito, se o fator possuir um caráter retrospectivo (*backward looking*), surge a possibilidade do efeito *ratchet*, segundo o qual a firma regulada teria um incentivo a se mostrar menos eficiente de sorte a induzir níveis tarifários futuros elevados.”
(RESENDE, 1997: p.653. Grifo no original)

Garantida a exogeneidade das variáveis, o modelo de Price-Cap, evita o problema de perigo moral no aumento abusivo de custos com intuito espúrio de obter reajustes tarifários maiores. De maneira geral, há um consenso na literatura sobre a superioridade do regime de Price-Cap e outros regimes de regulação por incentivos em comparação ao regime tradicional de ROR quanto à questão da eficiência produtiva. No entanto, a

implementação desses mecanismos trouxe a tona outras preocupações, conforme veremos na subseção I.1.3.

I.1.3 Implicações do Regime de Price-Cap na Qualidade do Serviço

O lucro de uma firma é dado pela diferença entre sua receita e seu custo. Poderíamos expressar isso na forma da equação:

$$L_t = (P_t \times Q_t) - C_t$$

Onde a receita é definida por P_t (preço) vezes Q_t (quantidade) e o custo C_t . No caso de um monopólio natural regulado pelo regime de Price-Cap, P_t teria um teto máximo, definido pelo regulador, onde o monopolista fixaria o preço sem se preocupar muito com os níveis de Q_t já que não existe outra opção de compra pelos consumidores, então Q_t tende a ser pouco elástica em relação ao preço. Dessa forma, conforme previsto pelo modelo de Price-Cap, a opção mais clara para se aumentar os lucros é a redução de custos.

Esta redução pode ocorrer através de uma busca por uma maior eficiência produtiva, eliminando desperdícios ou melhorando a tecnologia, mas o poder de mercado do monopólio natural também abre espaço para que o monopolista reduza custos através de uma redução da qualidade do serviço, sem prejuízos a Q_t .

Temos, portanto, mais uma maneira onde o perigo moral pode atuar dificultando a atividade do órgão regulador. O monopolista pode negligenciar na reposição de equipamentos depreciados ou na alocação de um número insuficiente de trabalhadores no atendimento a problemas com o serviço, por exemplo. Assim, o órgão regulador fixa um preço base e um fator X coerentes com um nível de serviço superior do que o nível de serviço efetivamente praticado pelo monopolista.

Segundo Laffont & Tirole (2000), normalmente aumentos na qualidade são acompanhados por aumento nos custos, havendo, portanto, uma tendência a deterioração da qualidade no modelo de Price-Cap. Para Vickers & Yarrow (1988), o problema do modelo

de Price-Cap em relação à qualidade do serviço representa uma possibilidade de que o regime de Price-Cap tenha sua popularidade de adoção abreviada.

Para tentar contornar esse problema do modelo de Price-Cap é justificável que os órgãos reguladores estabeleçam regras adicionais ao regime que regulamentem os níveis de qualidade que o monopolista deve manter. Conforme destaca Resende (1997):

“Outra dificuldade associada ao regime de PCR refere-se à possibilidade de níveis insatisfatórios de qualidade de serviços. Nesse sentido, é desejável que paralelamente ao estabelecimento da regra de PCR fixem-se padrões mínimos de qualidade na provisão de serviços, os quais devem ser constantemente monitorados.” (RESENDE, 1997: p.657)

O estabelecimento de padrões de qualidade pode ser complexo e pode ser um exemplo da restrição transacional atuando sobre a atividade do regulador. A qualidade não só algo subjetivo, como também multidimensional, principalmente ao se tratar de serviços e não bens. A discussão sobre a definição das variáveis a serem observadas na qualidade de um serviço, assim como a definição das métricas apropriadas para se medir essas variáveis, pode ser algo complicado.

Na seção I.2 esse grau de complexidade ficará evidente ao analisarmos alguns estudos empíricos que tentam relacionar a qualidade do serviço ao tipo de regime regulatório usado.

I.2 Estudos Empíricos Relacionando Regimes Regulatórios e Qualidade do Serviço

Esta seção analisa alguns artigos empíricos da literatura acadêmica sobre regulação que estudam a relação entre os regimes regulatórios e a qualidade do serviço. Os artigos selecionados para esta análise usam como amostra para o estudo do monopólio natural da telefonia local nos estados unidos e no Brasil na década de 1990 e início de 2000 em alguns casos. Apesar das evidentes particularidades entre a indústria de telefonia local e a de distribuição elétrica a análise destes estudos é interessante e muitas das observações destes serão pertinentes para a análise do setor de distribuição de energia elétrica.

O primeiro artigo relevante a ser mencionado é o de Sappington (2003). Sappington (2003) faz uma revisão de alguns artigos da literatura empírica sobre comportamento da

qualidade do serviço nos diferentes sistemas de regulação na telefonia nos Estados Unidos. Em seu artigo, ele analisa principalmente quatro artigos: Ai & Sappington (1998) Roycroft & Garcia-Murrilo (2000), Banerjee (2003), and Clements (2004). Todos esses artigos analisam a evolução da qualidade do serviço de telefonia tentando relacioná-la com a adoção de determinados regimes regulatórios. O objetivo desses artigos é entender se é verificável empiricamente a preocupação teórica, exposta na subseção I.1.3 desta monografia, de que regimes regulatórios por incentivos, como Price-Cap, podem trazer um impacto à qualidade do serviço prestado em oposição aos sistemas de regulação ROR.

Na telefonia local norte-americana, cada estado tem autonomia para implementar uma política regulatória distinta. Esse cenário gera um laboratório interessante para este tipo de análise empírica contrastando diferentes regimes regulatórios. No entanto há diversas dificuldades em se extrair uma conclusão única dos artigos analisados por Sappington (2003).

A primeira é o fato dos artigos utilizarem diferentes variáveis para se avaliar a qualidade do serviço. Por exemplo, Ai & Sappington (1998) e Banerjee (2003), para criar uma variável que mostre o número de problemas que a rede de uma empresa enfrenta, usam o número de problemas iniciais reportados pelos consumidores somados ao número de problemas que estão sendo reportados novamente, removendo os problemas onde a prestadora de serviço não encontrou defeito. Já Roycroft & Garcia-Murrilo (2000) e Clements (2004) analisam problemas iniciar e problemas que estão se repetindo separadamente. Esta abordagem diferente pode levar a conclusões diferentes sobre o comportamento da qualidade neste quesito. Roycroft & Garcia-Murrilo (2000) sugere, por exemplo, que redes mais modernas podem apresentar menos problemas, no entanto podem ser mais difíceis de serem reparadas e terem um índice de reincidência de problemas maior.

A segunda dificuldade está na falta de uniformização dos artigos em relação à caracterização dos regimes regulatórios. Enquanto alguns artigos analisam Price-Cap e outros regimes regulatórios por incentivos separadamente outros artigos juntam Price-Cap com outros regimes em oposição à regulação por ROR. Para Sappington (2003) os artigos também falham ao não apresentar diferenciação entre regimes de regulação por incentivo onde o regulador aplica penalidades para o desempenho de métricas de qualidade e regimes onde o regulador não aplica penalidades.

A terceira dificuldade está no estabelecimento das variáveis explicativas. A variável chave, naturalmente, são os regimes regulatórios, no entanto há diferenças nas abordagens dos estudos e é discutível se outras variáveis não deveriam ser usadas. A principal diferença entre os estudos é o fato de alguns usarem a premissa de que o efeito do regime regulatório sobre a qualidade é um efeito retardado. Ou seja, alguns estudos usam a variável regime regulatório do ano T pra explicar os níveis de qualidade no ano T + 1, enquanto outros usam a variável regime regulatório de T para explicar os níveis de qualidade do próprio T, sem defasagem. Além disso, Sappington (2003) argumenta sobre a necessidade de se introduzir mais variáveis explicativas, como, por exemplo, variáveis sobre o clima. Espera-se que uma área de uma empresa onde houve uma catástrofe natural tenha impacto sobre a qualidade do serviço, o que pode ser interpretado erroneamente como uma variação na qualidade relacionada ao regime regulatório. Outro ponto levantado por Sappington (2003) é quanto à evolução da tecnologia, que pode ajudar a promover a qualidade independentemente do regime regulatório que está se adotando.

A quarta dificuldade está na possibilidade do regime regulatório poder ser em certo grau um fator endógeno, ou seja, determinado pela própria qualidade. Sappington (2003) argumenta que é possível que o regulador esteja apenas disposto a implementar regimes regulatórios de incentivo quando o regulador, devido a fatores exógenos, já possui a expectativa de que a qualidade vá melhorar sob qualquer regime regulatório que seja implantado. Enquanto alguns estudos buscam maneiras de tratar essa possibilidade, outros não levam em consideração.

A quinta dificuldade é o fato dos estudos usarem amostras de dados diferentes. Enquanto três dos estudos começam sua amostra em 1991, quando a maior parte dos dados se tornou disponível pela Comissão Federal de Comunicações (FCC), Ai & Sappington (1998) só iniciam sua amostra em 1992, pois julgaram que os dados de 1991 não eram confiáveis devido ao fato de apresentarem muitos valores extremos que pareciam inconsistentes com o restante da série.

Para analisar as conclusões dos quatro estudos, Sappington (2003) separa a qualidade em cinco dimensões que foram analisadas pelos artigos, em alguns casos usando-se diferentes variáveis para cada dimensão. As dimensões são: % de compromissos de atendimento atrasados; tempo médio de instalação de novos serviços; número de problemas

reportados; tempo médio para solucionar problemas reportados; e o número de reclamações aos órgãos reguladores.

Três dos estudos contemplam estas cinco dimensões, totalizando, portanto quinze casos a serem analisados. Enquanto isso Roycroft & Garcia-Murrilo (2000) estuda apenas uma dimensão. Com os quinze casos dos três estudos, mais um caso de Roycroft & Garcia-Murrilo (2000), Sappington tem dezesseis casos para analisar a relação encontrada pelos estudos nestas dimensões.

Olhando esses dezesseis casos, observa-se que, quando o regime regulatório foi algum regime de regulação por incentivos, em seis casos a qualidade apresentou queda, em quatro casos a qualidade caiu, e em seis casos a qualidade não mostrou sofrer um efeito significativo dos regimes regulatórios por incentivo. Em algumas dimensões como, por exemplo, o número de problemas reportados e o número de reclamações aos órgãos reguladores, observaram-se tendências opostas em diferentes estudos. Enquanto alguns estudos apontaram aumento da qualidade frente à regulação por incentivos, outros apresentaram uma baixa.

Sappington (2003) mostra que os artigos em muitos pontos levam a conclusões opostas, de maneira que não é possível concluir de maneira inequívoca se a regulação por incentivos gera um impacto na qualidade do serviço. Sappington (2003) conclui indicando a necessidade de maior uniformização de critérios e de dados, assim como a necessidade de mais pesquisa. Sappington (2003), em sua conclusão, cita inclusive que a indústria de telecomunicação norte-americana pode apresentar uma relação entre qualidade e regimes regulatórios semelhantes a outras indústrias reguladas, como, por exemplo, a indústria de energia elétrica, seja nos estados unidos ou em outros países, sugerindo que estudos neste sentido podem contribuir para esta conclusão empírica.

Outro artigo da literatura empírica que aborda esta relação empírica entre qualidade e regimes regulatórios é o artigo de Façanha & Resende (2004).

Façanha & Resende (2004) montam um modelo baseado em DEA, Data Envelopment Analysis, para analisar os dados de qualidade do setor de telecomunicações brasileiro entre 1998-2002, dentro do contexto da recente implementação do modelo de Price-Cap no setor a época. Os autores comentam a possibilidade de se usar um indicador de qualidade criado a partir de DEA, como um fator de desconto no fator X de

produtividade do regime de Price-Cap, de forma a incentivar a melhora dos níveis de qualidade.

Até 1998 o sistema de telecomunicações brasileiro estava organizado ao redor da holding estatal Telebrás. A Telebrás era composta por companhias operadoras municipais, uma empresa que operava ligações de longa distancia (Embratel), e as companhias estaduais de telefonia. Em 1998 a Telebrás é privatizada e são introduzidas empresas concorrentes em alguns pontos do sistema como na telefonia de longa distancia e telefonia celular. Na telefonia fixa, são introduzidos alguns duopólios, mas na maior parte dos casos permanecem os monopólios das empresas estaduais. Esse segmento da telefonia fixa que é estudado por Façanha e Resende (2004).

Com a venda da Telebrás em 1998, foi criada a agencia ANATEL para regular o setor. Pra a telefonia local a ANATEL implementou o sistema de Price-Cap em oposição ao sistema de ROR vigente até então. As observações de Façanha e Resende (2004) em relação à evolução da qualidade na telefonia fixa no período 1998-2002 são interessantes no sentido de se analisar o impacto do regime de Price-Cap frente ao de ROR no tocante a qualidade. Diferente do ocorre nos Estados Unidos, onde cada estado adota um regime regulatório distinto, possibilitando comparações entre estados como ocorre nos artigos Ai & Sappington (1998), Roycroft & Garcia-Murrilo (2000), Banerjee (2003), and Clements (2004) analisados por Sappington (2003), no caso da telefonia brasileira a comparação interessante é entre períodos, uma vez que a ANATEL estabeleceu o mesmo regime de Price-Cap para todo o Brasil.

Na metodologia DEA, é selecionado um determinado número de inputs e um determinado número de outputs para um determinado número de DMUs, decision making units. Em linhas gerais, o processo consiste em calcular uma maximização de uma função de produção para cada DMU que tem como numerador a soma ponderada dos inputs e no denominador uma soma ponderada de outputs. A solução para essa maximização são as ponderações usadas para cada input e output. Após isso, as DMUs são comparadas uma com as outras se procurando DMUs com características semelhantes. O modelo conclui quais DMUs semelhantes foram mais eficientes, analisando quais foram capazes de produzir o mesmo nível de output usando menos inputs. Desse modo o modelo de DEA

estabelece DMUs benchmarks, como um padrão de eficiência. Os resultados do DEA variam entre 0 e 1, sendo 1 o benchmark de eficiência.

Façanha & Resende (2004) usam o modelo DEA para criar um índice de qualidade baseado em diversas variáveis relacionadas à qualidade. As variáveis que ao aumentarem indicam uma melhora da qualidade são colocadas no modelo com output e as variáveis que ao aumentarem indicam uma piora da qualidade são colocadas como input. Desse modo, Façanha & Resende (2004) criam um índice de qualidade em que os pesos de cada variável são estabelecidos endogenamente pelo modelo DEA. O modelo resulta em um valor de eficiência para cada DMU, no caso de Façanha & Resende (2004) um resultado para cada empresa estadual de telefonia fixa.

Façanha e Resende (2004) usam 5 variáveis de qualidade no modelo DEA. Três inputs: números de reparos por 100 linhas; números de reparos por 100 telefones públicos; e números de reclamações por 1000 contas de telefone. Dois outputs: taxa de chamadas que dão sinal de discagem em menos de 3 segundos; taxa de chamadas locais completadas.

Usando-se essas variáveis para 29 empresas, Façanha & Resende (2004) o modelo DEA mostrou uma evolução entre 1998 e 2002. Em 1998 havia quatro empresas no benchmark, enquanto em 2002 o número subiu para sete empresas no benchmark. A média dos resultados DEA também subiu. Apesar dessa melhoria, os autores chamam atenção para o fato de isso não necessariamente ser uma contradição a expectativa de que haja piora da qualidade no regime de Price-Cap. No Brasil houve diversos avanços quanto à organização regulatória que podem ter contribuído com esses números de maneira mais forte que uma possível contribuição negativa do regime de Price-Cap.

Façanha & Resende (2004) argumentam que um índice de qualidade a partir de DEA pode ser um fator interessante a ser adicionado na fórmula de reajuste de Price-Cap como meio de se criar um incentivo. Empresas mais eficientes em relação à qualidade poderiam receber um prêmio com um fator X menor, e, portanto, maiores lucros. Enquanto empresas menos eficientes na gestão da qualidade receberiam um fator X maior, portanto, menores lucros.

CAPÍTULO II - Mensuração da qualidade de serviço usando lógica Fuzzy

O objetivo deste capítulo é descrever os conceitos matemáticos Fuzzy que são usados nessa monografia para se fazer a mensuração da qualidade da distribuição de energia elétrica a partir de duas variáveis de qualidade da distribuição de energia. Para tal, ele está dividido em duas seções. Na primeira serão discutidos os conceitos básicos de Lógica Fuzzy. Na segunda será descrito o modelo usado por Giles (2002) usando conjuntos Fuzzy para se estimar o tamanho da Economia informal na Nova Zelândia, a partir de duas variáveis. O mesmo formato desse modelo será usado para a estimativa de uma única variável da qualidade para distribuição de energia a partir de duas variáveis de qualidade.

II.1 Conceitos de Lógica Fuzzy, Conjuntos Fuzzy e Raciocínio Fuzzy

Esta seção apresentará os conceitos básicos de lógica Fuzzy e está dividida em três subseções. Na primeira serão apresentadas as características básicas da Lógica Fuzzy. Na segunda são tratadas as propriedades dos Conjuntos Fuzzy. E em terceiro lugar são explicadas as etapas do raciocínio Fuzzy para a construção de uma variável a partir de lógica Fuzzy.

II.1.1 Lógica Fuzzy

Na lógica tradicional as proposições se limitam a ter dois valores como possíveis respostas a proposição: verdadeira ou falsa. Sendo normalmente atribuídos a esses valores os números 1 e 0. No entanto, no mundo real nem todas as proposições poderão ser respondidas com a exatidão “verdadeira” ou “falsa”. Muitas vezes responderíamos a proposições como “muito provavelmente verdadeira”, “falsa a priori”, ou “nem falsa nem verdadeira”. Por isso, Zadeh (1965) desenvolveu um sistema de Lógica Fuzzy, onde seria possível atribuir às proposições e aos conceitos valores intermediários que trafegassem entre o “verdadeiro” e o “falso”.

Enquanto a lógica tradicional funciona para avaliar conceitos objetivos, como, por exemplo, a pergunta: “a luz está acesa?”. As únicas respostas possíveis são “Sim” ou “Não”. A lógica Fuzzy é uma ferramenta interessante para se usar na avaliação de conceitos

vagos, como, por exemplo, a pergunta “está claro ou escuro?”. Pode ser que esteja “claro o suficiente para se encontrar objetos”, mas talvez não esteja “claro o suficiente para se fazer uma leitura”, ao mesmo tempo em que é possível “estar totalmente escuro”.

Dessa maneira, dentro da lógica Fuzzy, será permitido atribuir valores a conceitos diferentes de 1 e 0. Ao invés de apenas dizer se um determinado conceito é “1” pois é verdadeiro ou se esse conceito é “0” pois é falso, na lógica Fuzzy será permitido dar a uma proposição um valor entre 0 e 1. Uma proposição avaliada com valor 0.9, por exemplo, significaria algo como “próximo de ser verdadeiro”. Ou um valor de 0.5, poderia indicar “algo entre falso e verdadeiro”.

Desde seu desenvolvimento a lógica Fuzzy vem sendo amplamente usada em sistemas de controle, inteligência artificial, física, saúde e psicologia. Na economia o seu uso é muito pertinente já que frequentemente são analisadas proposições que podem ser vagas, como: “o preço está alto?” ou “essas pessoas são pobres?”. Nesta monografia a lógica Fuzzy será usada para responder a questão vaga, sobre se o serviço de distribuição de energia é de boa qualidade.

II.1.2 Teoria dos Conjuntos Fuzzy

As regras para se trabalhar dentro deste universo de possibilidades de conceitos vagos foram definidas por Zadeh (1965), e é conhecida como Teoria dos Conjuntos Fuzzy, ou “*Fuzzy Set Theory*”. A teoria dos conjuntos Fuzzy é uma extensão da teoria dos conjuntos clássica.

A principal mudança é o relaxamento da Lei do Terceiro Excluído, que não permite nenhum valor diferente de “verdadeiro” ou “falso”. Na teoria dos conjuntos clássica a função característica resultará em apenas dois valores possíveis {1;0}, já nos Conjuntos Fuzzy será possível obter valores entre 1 e 0.

Assim sendo, é importante observar como as funções união, interseção e complementar, por exemplo, funcionarão.

Suponha um universo U composto {a, b, c, d}. Dentro da teoria dos conjuntos tradicional, se tivéssemos dois conjuntos $A = \{1;0;1;0\}$ e $B = \{0;0;1;1\}$ teríamos:

$$A \cup B = \{1;0;1;1\}$$

$$A \cap B = \{0;0;1;0\}$$

$$A^c = \{0;1;0;1\}$$

$$B^c = \{1;1;0;0\}$$

Para conjuntos Fuzzy seria necessário usar a operação “máximo” no lugar de “união”, a operação “mínimo” no lugar de “interseção” e a operação “subtração de uma unidade” no lugar de “complementar”. Assim, supondo os conjuntos Fuzzy $A = \{0.3 ; 0 ; 0.6 ; 0.9\}$ e $B = \{0.5 ; 0.2 ; 0.4 ; 0.8\}$, teríamos:

$$A \cup B = \{0.5 ; 0.2 ; 0.6 ; 0.9\}$$

$$A \cap B = \{0.3 ; 0 ; 0.4 ; 0.8\}$$

$$A^c = \{0.7; 1 ; 0.4 ; 0.1\}$$

$$B^c = \{0.5 ; 0.8 ; 0.4 ; 0.2\}$$

II.1.3 Raciocínio Fuzzy, Gerando um Indicador Numérico

O Raciocínio Fuzzy é um conceito usado para se criar a partir de lógica Fuzzy um indicador numérico a partir de variáveis explicativas numéricas. Ou seja, a partir de uma premissa vaga de lógica Fuzzy, como, por exemplo, “se você se exercitar pouco e comer muito, seu peso irá aumentar”, traduzir para valores numéricos as variáveis explicativas assim como a variável explicada. Ou seja, dentro do exemplo em questão, a partir de valores como “minutos de exercício por semana” e “número de calorias ingeridas por semana” chegar a valores para “aumento semanal de peso”.

O primeiro passo do Raciocínio Fuzzy é a Fuzzificação das variáveis de entrada. Que é a tradução de variáveis numéricas para o formato Fuzzy. Para isso é necessário se estabelecer um conjunto Fuzzy, como por exemplo, um conjunto com termos linguísticos: {se exercita pouco; se exercita na média; se exercita muito}, e associar graus de pertinência entre 1 e 0 de uma determinada observação para cada uma das proposições. Por exemplo, se temos uma observação de uma pessoa que pratica 8 horas de exercício por semana, a partir de um histórico de observações anteriores poderíamos atribuir para essa observação

um conjunto Fuzzy como $\{0 ; 0.3 ; 0.7\}$, significando que atribuímos um grau de pertinência de 0 para o termo linguístico “se exercita pouco”, 0.3 para o termo linguístico “se exercita na média” e 0.7 para o termo linguístico “se exercita muito”.

O segundo passo do Raciocínio Fuzzy é a inferência Fuzzy. A inferência Fuzzy consiste em estabelecer as operações, como “E” ou “OU” que serão usadas para descrever a relação entre as variáveis de entrada e a variável de saída. No caso, como estamos usando conjuntos Fuzzy, “E” será a interseção, ou seja, “MIN” e “OU” será união, ou seja, “MAX”. Assim, a partir dos conjuntos Fuzzy {se exercita pouco; se exercita na média; se exercita muito} e {come pouco; come na média; come muito} como entrada e com as possíveis saídas um conjunto Fuzzy {emagrece; mantém o peso; engorda}, poderíamos ter estabelecidas algumas relações de lógica Fuzzy como, por exemplo:

SE “se exercita muito” **E** “come pouco”, **então** “emagrece”

SE “se exercita pouco” **E** “come muito”, **então** “engorda”

Atribuindo-se graus de associação, é possível dar peso maior as relações que são diretas como as acima e pesos menores para relações mais nebulosas como, por exemplo:

SE “se exercita muito” **E** “come muito”, **então** “mantém o peso”

Aplicando as operações pertinentes, como “MIN” ou “MAX”, dependendo da relação lógica em questão, junto com os pesos, é possível através de um conjunto Fuzzy de graus de pertinência para cada variável de entrada, obter um conjunto para a variável de saída como, por exemplo, $\{0.2 ; 0.3 ; 0.5\}$, como graus de pertinência para os termos linguísticos {emagrece; mantém o peso; engorda}.

O terceiro passo do raciocínio Fuzzy é a Defuzzificação. A defuzzificação é a transformação do conjunto Fuzzy com graus de pertinência para cada proposição em um valor numérico. Para isso são atribuídos valores associados a cada termo linguístico como, por exemplo, -1 para emagrece, 0 para mantém e +1 para engorda. Fazendo-se uma média entre os graus de pertinência, ponderando pelos valores atribuídos a cada termo linguístico, obtêm-se um índice numérico. Este número pode ser usado para se analisar tendências de

subida ou descida dependendo do comportamento das variáveis de entrada, ou para se chegar a valores absolutos caso sejam colocados na escala apropriada.

II.2 O Modelo Fuzzy de Giles para Economia Informal

O Modelo usado por Giles (2002) tem como objetivo estimar o tamanho da economia informal, chamada por ele de UE ou *underground economy* na Nova Zelândia. O modelo estima a UE a partir de duas variáveis, a carga tributária, que ele chama de “TR”, ou *tax rate*, e um índice do grau de regulação da economia, que ele chama de “REG”.

Por ser um modelo que estima uma variável a partir de duas ele é interessante para ao o propósito desta monografia de avaliar a qualidade do serviço de distribuição de energia elétrica no Brasil, uma vez que a ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, usa dois indicadores, DEC e FEC, como as medidas principais de qualidade do serviço das distribuidoras. Esses indicadores medem o nível de interrupção no fornecimento de energia e serão estudados mais a fundo no capítulo III. Dessa maneira, a partir desses dois indicadores, adotaremos o mesmo procedimento de Giles para obter um indicador único referente à qualidade da distribuição de energia.

O primeiro passo do modelo é a fuzzificação das variáveis de entrada TR e REG. Giles estabelece cinco termos linguísticos aos quais TR e REG podem ser associados: Muito Baixo (VL ou Very low), Baixo (L ou low), Normal (N), Alto (H, high) e Extremo (E).

Após estabelecer os termos linguísticos Giles (2002) estabelece os valores que demarcarão as fronteiras numéricas para saber se uma determinada observação deve ser associada a qual termo linguístico, esses valores são chamados de “Break-points”. Para isso, Giles usa a própria série da variável em questão. Ele inicia a observação da variável em 1962, 6 anos antes do primeiro ponto de onde irá gerar o indicador fuzzy, 1968, e estabelece as fronteiras através da média e dos desvios padrões da variável conforme abaixo:

$$VL = - 2 \text{ D.P.}$$

$$L = -1 \text{ D.P.}$$

$$N = \text{Média}$$

H = +1 D.P.

E = +2 D.P.

No primeiro número da série são usados 7 anos, o ano em questão mais 6 anos anteriores. Já no segundo ano usam-se 8 anos, e no terceiro 9, sempre adicionando-se o ano em questão como uma observação para o cálculo das médias e desvios padrões em questão.

Uma vez com os Break-points calculados é possível criar conjuntos fuzzy para cada observação de cada variável atribuindo graus de pertinência entre 1 e 0. Assim, se para TR temos em 1968 os Break-points:

VL = 0.2167912

L = 0.2277076

N = 0.2386240

H = 0.2495404

E = 0.2604568

Temos como valor em 1968 para TR = 0.2400330. Sabemos que TR está, portanto, entre N (0.2386240) e H (0.2495404), restando agora atribuir um o grau pertinência desta observação para as suposições N e H. Giles calcula esses graus de pertinência através da distancia linear entre o valor de TR e os Break-points. Giles usa o inverso da distancia como ponderação para encontrar um valor entre 1 e 0. Neste caso, TR está mais próxima do Break-point de N do que o Break-point de H. Assim, para a A TR = 0.2400330, temos um grau de pertinência em relação a N = 0.8709 e em relação a H = 0.1291.

Dessa maneira para um conjunto fuzzy {VL, L, N, H, E} teremos para TR de 1968 o conjunto fuzzy com os seguintes graus de pertinência {0 ; 0 ; 0.8709 ; 0.1291 ; 0}.

Da mesma maneira se tivéssemos, por exemplo, um valor de TR que fosse maior que +2 D.P. teríamos um conjunto fuzzy {0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 1}.

O passo seguinte do modelo é a parte de Inferência Fuzzy. Nessa parte é necessário estipular as regras de lógica que determinarão como os conjuntos fuzzy de TR e REG se relacionarão com a variável de saída UE, como por exemplo:

SE TR = E **E** REG = E **então** UE = VB (muito grande ou very big)

SE TR = N **E** REG = N **então** UE = A (média ou average)

SE TR = VL E REG = VL então UE = VS (muito pequena ou very small)

SE TR = VL E REG = N então UE = S (pequena ou small)

Ao todo, como temos cinco termos linguísticos para cada variável de entrada, é necessário estabelecer 25 regras de lógica fuzzy. A tabela 1 mostra todas as regras estabelecidas. A última coluna mostra o grau de confiabilidade da regra. Algumas regras são muito diretas e recebem grau igual a 1, como por exemplo, a regra numero 1, SE REG = E E TR = E então UE = VB. Outras regras podem ser mais subjetivas e com maior margem de contestação, como a regra número 2, e possuem grau 0.8. Esse grau será usado como ponderação na determinação dos graus de pertinência da variável de saída.

Tabela 1
Regras de Lógica Fuzzy do Modelo Giles

Regra	REG	TR	UE	Grau de Confiabilidade
1	E	E	VB	1.0
2	E	H	VB	0.8
3	E	N	S	1.0
4	E	L	S	0.8
5	E	VL	A	0.8
6	H	E	VB	1.0
7	H	H	B	1.0
8	H	N	B	0.8
9	H	L	A	1.0
10	H	VL	S	1.0
11	N	E	B	1.0
12	N	H	B	0.8
13	N	N	A	1.0
14	N	L	S	0.8
15	N	VL	S	1.0
16	L	E	B	1.0
17	L	H	A	1.0
18	L	N	S	0.8
19	L	L	S	1.0
20	L	VL	VS	1.0
21	VL	E	A	0.8
22	VL	H	S	0.8
23	VL	N	S	1.0

24	VL	L	VS	0.8
25	VL	VL	VS	1.0

Com as regras de lógica definidas, podemos usar as operações MIN e MAX para definir o conjunto fuzzy da variável de saída. Para isso, continuaremos com o exemplo de 1968, onde temos os conjuntos fuzzy de entrada:

$$TR = \{0 ; 0 ; 0.8709 ; 0.1291 ; 0\}$$

$$REG = \{0 ; 0.7339 ; 0.2661 ; 0 ; 0\}$$

Como temos dois graus de pertinência para cada variável de entrada, usamos 4 combinações de regras de lógica, conforme a tabela 2:

Tabela 2
Graus de pertinência de UE para 1968

TR	REG	Número da Regra	Termo Linguístico de UE	Magnitude da UE (MIN(TR; REG))	Grau	Grau de Pertinência de UE (Magnitude * Grau)
N	L	18	S	MIN(0.8709 ; 0.7339) = 0.7339	1.0	0,5871
N	N	13	A	MIN(0.8709 ; 0.2661) = 0.2661	0.8	0,2661
H	L	17	A	MIN(0.1291 ; 0.7339) = 0.1291	1.0	0,1291
H	N	12	B	MIN(0.1291 ; 0.2661) = 0.1291	0.8	0,1033

Como é possível notar na tabela 2, a operação MIN é usada para a condição lógica “E”. A tabela 2 mostra também que há dois graus de pertinência para o termo linguístico “A”, provenientes das regras 13 e 17. Nesse caso, para montar o conjunto fuzzy de UE, teremos que ficar com um valor de “A” OU outro. Como se trata da condição lógica “OU”, referente à operação de conjuntos “união”, usamos a operação MAX, e ficamos com o valor 0.2661 abandonando o valor 0.1291.

Dessa maneira, para os termos linguísticos {VS ; S ; A ; B ; VB}, temos o seguinte conjunto fuzzy para UE em 1968 = {0 ; 0.5871 ; 0.2661 ; 0.1033 ; 0}.

O último passo é a Defuzzyficação. Para transformar o conjunto fuzzy em um número, são arbitrados pesos para cada termo linguístico. No modelo de Giles são estipulados os seguintes valores para os termos de UE:

$$VS = 0$$

$$S = 0.25$$

$$A = 0.5$$

$$B = 0.75$$

$$VB = 1$$

O índice numérico é obtido fazendo-se a soma dos produtos dos os graus de pertinência por seus respectivos pesos, e dividindo-se este resultado pela soma dos graus de pertinência, de modo a obtermos um índice entre 1 e 0. Dessa forma, para 1968 temos:

$$\text{Índice UE} = \frac{((0.5871 \times 0.25) + (0.2661 \times 0.5) + (0.1033 \times 0.75))}{0.5871 + 0.2661 + 0.1033}$$

$$\text{Índice UE} = 0,3737$$

Este processo se repete para cada ano, formando uma série de valores de vários anos para UE. Desta forma Giles consegue um indicador entre 0 e 1 que mostra como o valor da UE varia ao longo do tempo. Fazendo uma escala com valores em termos de percentual do GDP para UE oriundos de outros estudos, Giles transforma a série Fuzzy em valores de % de GDP.

CAPÍTULO III - Qualidade e Satisfação para as distribuidoras de Energia Elétrica no Brasil

Este capítulo tem o objetivo de apresentar a análise empírica sobre o comportamento da qualidade do serviço e da satisfação do consumidor para as distribuidoras de energia elétrica no Brasil. Para tal, ele está dividido em três seções. Na primeira são apresentados alguns aspectos básicos sobre o funcionamento do setor de distribuição de energia elétrica. Na segunda, são descritos os dados disponíveis para o setor de distribuição de energia, discutida a relevância das variáveis selecionadas e descrito o processo de montagem do banco de dados. Na terceira, são apresentados e comentados os resultados obtidos.

III.1 Indústria de Distribuição de Energia Elétrica

Em primeiro lugar, esta seção busca descrever aspectos relevantes sobre o funcionamento do setor elétrico e como a distribuição de energia se insere dentro do setor como um todo. Para tal, será descrito a maneira breve como a cadeia de produção da eletricidade funciona. Em seguida serão descritas características da distribuição de energia elétrica que fazem com que ela seja um monopólio natural e os motivos pelos quais se justifica a regulação dessa indústria pelo estado.

III.1.1 A cadeia de produção da eletricidade

Para se entender a maneira como a cadeia econômica da eletricidade é estruturada é preciso conhecer algumas propriedades das correntes elétricas. O principal conceito é a tensão, ou voltagem. O uso doméstico da energia não pode ocorrer em altas voltagens, pois isso seria um grande risco de acidentes fatais por choques elétricos muito fortes, no entanto, os baixos níveis de tensão usados nas residências não são viáveis economicamente para se transportar a energia, pois condutores muito largos seriam necessários.

Assim, a tensão varia ao longo de toda a cadeia de produção da eletricidade e isso define a maneira como está estruturada a cadeia de produção da energia elétrica:

1. Geração: imensas usinas geram a energia longe dos centros de consumo com grande ganho de escala.

2. Transmissão: sistemas de transmissão recebem essa energia das usinas geradoras e a transmitem de maneira eficiente em altas tensões até os grandes centros de consumo.
3. Distribuição: Sistemas de distribuição nos grandes centros de consumo recebem a energia dos sistemas de transmissão em alta tensão e reduzem para média tensão. Em média tensão a energia é transmitida por dentro das cidades e por fim a tensão é reduzida para baixa tensão antes de ser entregue ao consumidor final.

Neste estudo estaremos interessados em analisar esta última parte da cadeia que é a indústria de distribuição de energia elétrica.

III.1.2 O monopólio natural da distribuição de energia elétrica

Para se estabelecer um sistema de distribuição de energia elétrica em uma determinada localidade são necessários investimentos iniciais muito altos. São necessárias subestações para receber a energia em alta tensão dos sistemas de transmissão, cabos e postes para transmitir a energia dentro da localidade a se distribuir a energia, transformadores para reduzir os níveis de tensão, etc.

No entanto, uma vez que essa rede esteja devidamente estabelecida, os custos para operá-la são relativamente baixos, o que faz essa indústria ser extremamente intensiva em capital.

São altos também na distribuição os ganhos de escala. O custo adicional quando um consumidor aumenta seu consumo de energia individualmente é quase zero. Da mesma maneira, adicionar um consumidor novo a rede é uma operação com custo relativamente baixo uma vez que já se tenha toda a rede funcionando para os demais consumidores.

Por essas características, uma vez que uma localidade já seja atendida por uma determinada firma, será inviável que outra firma entre nesse mercado para competir com a firma já existente. O investimento inicial alto, assim como os ganhos de escala, funciona como uma barreira a entrada muito forte. Por essas características a indústria de distribuição de energia elétrica é considerada um monopólio natural.

Conforme discutido no capítulo I, em um monopólio natural o poder de mercado do ofertante é muito grande. Altos preços podem ser cobrados, pois os consumidores não têm outra opção para comprar o serviço em questão, afastando este mercado da posição de equilíbrio de concorrência perfeita.

No caso da energia elétrica isso pode ser um problema ainda maior por se tratar de um bem essencial a população. A energia é também um insumo para diversas atividades econômicas, de modo que altos preços ou uma qualidade baixa na distribuição podem gerar diversas externalidades negativas para a sociedade. Este é o argumento teórico para a regulação da distribuição de energia pelo estado através da criação de agências reguladoras.

III.2 Construção da base de dados

Nesta seção são apresentados os dados de qualidade e satisfação disponíveis para as distribuidoras de energia elétrica no Brasil. São justificadas as escolhas de cada índice assim como as adaptações feitas para construção das séries. Para tal, esta seção está dividida em duas subseções. A primeira apresenta a justificativa para a escolha das variáveis, bem como a explicação sobre a definição das variáveis selecionadas. A segunda trata do período analisado, da periodicidade dos dados e dos ajustes feitos na série de dados.

III.2.1 Escolha das variáveis

Até a década de 1990 o setor elétrico brasileiro era formado basicamente por estatais verticalizadas que concentravam geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. A partir da segunda metade da década inicia-se um processo de privatização das estatais até então existentes, desverticalizando o setor e criando empresas geradoras, transmissoras e distribuidoras por todo o Brasil. Em 1996 é criada a ANEEL, a Agência nacional de Energia Elétrica, que, entre outras atribuições regulatórias, é incumbida de regular os monopólios naturais da distribuição de energia elétrica pelo Brasil.

O modelo adotado para regular a distribuição de energia pela ANEEL é o modelo de Price-Cap. Conforme exposto no capítulo I desta monografia, é presente na literatura o

debate sobre o incentivo que o modelo de Price-Cap cria para a deterioração da qualidade do serviço.

Definir as metas de qualidade para os monopolistas, assim como definir as métricas que serão usadas para se gerenciar essas metas pode ser uma tarefa difícil. A distribuição de eletricidade possui algumas características peculiares em relação a outros monopólios naturais no tocante a qualidade.

O fator mais importante para se analisar a qualidade do serviço de distribuição de energia é a capacidade do distribuidor em manter seu sistema funcionando sem interrupções. Isso ocorre, pois, não existe um método que seja viável em termos de custos para se armazenar energia. A energia que está sendo consumida neste exato momento está sendo produzida agora mesmo em alguma usina geradora.

Os principais indicadores usados pela ANEEL para monitorar essa qualidade são os indicadores DEC e FEC. DEC significa Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora, e equivale ao número de horas em média que um consumidor fica sem energia elétrica durante um período. Já o FEC significa Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora, e indica quantas vezes, em média, houve interrupção no fornecimento de energia nas unidades consumidoras no mesmo período.

No ano 2000 ocorreu a introdução da Resolução nº 24 pela ANEEL as distribuidoras possuem metas de para DEC e FEC e são multadas ao transgredirem essas metas. Esse sistema de cobranças sofreu algumas pequenas mudanças até hoje, no entanto a estrutura básica é a mesma. Nesta monografia, onde analisaremos o período de 2001 a 2010, podemos considerar que o regime regulatório que esteve em vigor para todas as distribuidoras foi de Price-Cap com punições para deterioração da qualidade.

Existem outros fatores importantes para se aferir a qualidade da distribuição de Energia. Esses fatores são tanto não só do tocante a qualidade do serviço de distribuição propriamente dito, mas também de outros quesitos como a qualidade comercial da distribuidora. Dentre os fatores importantes relacionados ao serviço podemos destacar variações na tensão que podem ser críticas para determinadas industrias como tecnologia da informação que lidam com datacenters. Na qualidade comercial os exemplos seriam erros na cobrança, facilidade no atendimento a problemas no pagamento.

No entanto, neste trabalho focaremos na análise dos indicadores de interrupção DEC e FEC por uma questão de simplificação da coleta dos dados, sabendo porém que a análise da qualidade unicamente por estes fatores é limitada.

Analizamos também a satisfação do consumidor, separadamente, e para isso a ANEEL usa como indicador padrão o IASC. Esse indicador é gerado por empresas contratadas pela ANEEL e é divulgado anualmente pela própria agência. O IASC é construído a partir de questionários respondidos por uma amostragem dos consumidores e tem como resultado final um índice numérico que gera um ranking das distribuidoras agrupadas em algumas categorias. O IASC é composto pela agregação de diversos sub-índices que compõem os questionários do IASC. Analisaremos o comportamento do índice Fuzzy de DEC e FEC frente não só ao IASC, mas e frente a mais 3 índices que são subcategorias do IASC, relativas à qualidade do fornecimento de energia especificamente. Portanto para qualidade, temos 4 itens:

1- IASC Total - Representa a satisfação do consumidor de um modo geral. É o resultado de uma equação onde entram preço, qualidade do atendimento, qualidade do fornecimento, cordialidade e confiança do consumidor na distribuidora.

2- IASC Qualidade Percebida - É uma subcategoria do IASC Total. Refere-se à qualidade percebida pelo consumidor estando separada em 3 subcategorias: Escore Informação ao Cliente, Escore Acesso à Empresa e Escore Confiabilidade nos Serviços. A Tabela 3, abaixo mostra os componentes da Qualidade Percebida da distribuidora AES-SUL como exemplo.

3 - IASC Confiança nos Serviços (%) - Envolve a satisfação do consumidor com o fornecimento de energia elétrica e está dividido em 6 subcategorias conforme mostrado também na Tabela 3.

4 - IASC fornecimento sem interrupção (%) - É o indicador específico para a satisfação em relação às interrupções no sistema.

Tabela 3 – Qualidade Percebida AES-SUL

QUALIDADE PERCEBIDA	AES-SUL										Região Sul mais de 400 mil cons. 2010	Brasil 2010	Benchmark 2010
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010			
Escore Informação ao Cliente	65,26%	69,00%	65,29%	65,30%	57,16%	64,12%	65,10%	64,94%	68,24%	72,15%	67,74%	64,08%	80,35%
Explicação sobre o uso adequado da energia	63,22%	67,41%	63,98%	63,98%	56,13%	62,12%	59,65%	63,24%	67,18%	70,02%	66,86%	63,35%	81,59%
Segurança no valor cobrado	65,11%	69,04%	59,30%	59,30%	56,46%	65,06%	71,56%	67,96%	67,82%	71,25%	68,52%	64,14%	81,26%
Atendimento igualitário a todos os consumidores	68,11%	73,77%	69,36%	69,36%	60,36%	69,52%	77,03%	70,66%	75,16%	77,45%	72,37%	70,01%	87,20%
Informação/Orientação sobre riscos associados ao uso da energia	62,56%	66,55%	64,96%	64,96%	56,94%	62,86%	59,47%	63,13%	67,40%	71,50%	66,83%	62,52%	82,19%
Esclarecimento sobre seus direitos e deveres	62,67%	65,61%	62,90%	62,90%	55,88%	61,01%	57,77%	59,71%	63,65%	70,55%	64,12%	60,37%	78,62%
Detalhamento das contas	70,44%	74,17%	70,09%	70,09%	64,70%	71,60%	74,45%	71,59%	73,71%	82,84%	76,30%	74,36%	84,17%
Escore Acesso à Empresa	69,45%	72,44%	69,45%	69,52%	64,06%	68,60%	73,91%	71,97%	74,03%	76,30%	74,02%	70,87%	90,20%
Pontualidade na prestação de serviços	64,67%	70,08%	65,62%	63,75%	60,82%	66,42%	68,53%	67,91%	70,91%	71,61%	69,69%	66,68%	87,33%
Facilidade para entrar em contato com a empresa	68,11%	71,73%	64,78%	68,94%	61,50%	66,18%	73,05%	69,19%	71,21%	70,84%	69,74%	68,53%	93,97%
Cordialidade no atendimento	72,89%	77,30%	69,91%	71,73%	64,54%	71,37%	75,20%	74,92%	77,63%	80,51%	78,55%	75,14%	96,54%
Facilidade de acesso aos postos de recebimento da conta	73,89%	81,18%	79,48%	74,81%	72,05%	75,37%	85,70%	81,32%	81,68%	88,44%	85,72%	80,30%	96,56%
Respostas rápidas às solicitações dos clientes	64,44%	69,89%	65,73%	66,70%	61,38%	63,65%	67,07%	66,52%	68,74%	70,12%	66,42%	63,69%	80,36%
Escore Confiabilidade nos Serviços	64,31%	67,67%	64,31%	64,30%	59,67%	64,45%	66,88%	66,04%	66,73%	70,93%	68,89%	66,21%	82,58%
Fornecimento de energia sem interrupção	65,44%	66,82%	65,44%	64,56%	64,38%	65,73%	74,76%	71,28%	66,14%	74,76%	72,07%	69,25%	87,78%
Fornecimento de energia sem variação na tensão	61,56%	62,90%	60,66%	63,73%	60,52%	64,06%	68,06%	66,77%	64,61%	69,83%	68,91%	66,23%	84,78%
Avisos antecipados - susp. fornecimento - atraso pagamento	65,44%	70,05%	62,96%	61,90%	56,24%	63,77%	62,68%	62,49%	67,20%	72,68%	68,90%	65,39%	83,60%
Confiabilidade das soluções dadas	65,33%	71,97%	66,74%	67,00%	60,10%	65,75%	68,50%	67,90%	73,19%	71,35%	68,39%	65,82%	82,24%
Rapidez na volta da energia quando há interrupção	66,56%	69,14%	68,27%	67,98%	61,08%	64,95%	66,95%	66,70%	67,12%	70,61%	67,75%	65,65%	81,42%
Avisos antecipados - susp. fornecimento - manutenção	62,78%	68,97%	61,31%	58,77%	55,73%	62,45%	60,32%	61,06%	62,12%	66,38%	67,32%	64,91%	89,51%

III.2.2 Período, Periodicidade e Ajustes

O dado que limitou o período da nossa observação foi o IASC. Sua metodologia é uniformizada a partir de 2001. Além disso, o IASC possui apenas dados anuais, enquanto para DEC e FEC há dados mensais.

De um total de 61 distribuidoras, 2 não possuíam o dado do IASC disponível (UHENPAL e CEEE), e 5 possuíam períodos sem observação de DEC e FEC no espaço 2001 a 2010 (CEAM, CPFL-PIRATININGA, MANAUS, CERR e COOPERALIANÇA), impossibilitando de se gerar o indicador Fuzzy, que demanda a série completa. Desse modo, trabalhamos com um universo de 54 distribuidoras para 10 anos, para formar um banco com 540 observações para cada variável. Veja no APÊNDICE A, a lista completa das distribuidoras usadas.

Como o Modelo de Giles (2002) precisa de 6 observações passadas para gerar o primeiro output, decidimos por inicialmente usar os dados de DEC e FEC mensais, usamos os 6 primeiros meses do ano de 2000, para gerar o primeiro output em julho 2000. No entanto só usamos os dados a partir de janeiro de 2001, quando o modelo já estava usando

os 12 meses de 2000 e mais janeiro de 2001. Mais tarde, atualizamos o output do Modelo de Giles para a comparação com o IASC.

Os dados de DEC e FEC estão disponíveis no site na ANEEL para cada conjunto elétrico, que são fragmentos das áreas de concessão das distribuidoras de energia. A COELBA, que atua no estado da Bahia, por exemplo, é a que possui mais conjuntos elétricos atualmente, são 418. Para se calcular o DEC de qualquer distribuidora é necessário calcular a soma dos produtos entre o DEC e o número de consumidores de cada conjunto elétrico e dividir essa soma, pela soma de números de consumidores, resultando, portanto, na média ponderada do DEC pelos conjuntos elétricos. O mesmo processo é usado para o cálculo do FEC. Conforme as equações a seguir:

$$\text{DEC da Distribuidora} = \frac{\sum_i (\text{DECConjunto } i \times \text{NConsumidores } i)}{\text{Total de Consumidores}}$$

$$\text{FEC da Distribuidora} = \frac{\sum_i (\text{FECConjunto } i \times \text{NConsumidores } i)}{\text{Total de Consumidores}}$$

Assim, coletamos os DEC e FEC de 54 distribuidoras para 126 meses englobando 2001 a 2010 e mais 6 meses de 2000, para então proceder com a modelagem Fuzzy e criar um indicador único de qualidade a partir destes dois. Veja o APÊNDICE B para um detalhamento maior do cálculo de DEC e FEC.

Conforme exposto no capítulo II, nosso modelo Fuzzy será igual ao de Giles, apenas substituindo as variáveis de entrada TR e REG que Giles usa por DEC e FEC. A regra lógica básica usada no nosso modelo será:

SE DEC for “muito grande” **E** FEC for “muito grande” **então** Índice Fuzzy será “muito grande”.

Como DEC mede a duração das interrupções no fornecimento e FEC mede a frequência destas interrupções, quanto maior o nosso índice Fuzzy, pior será a qualidade.

III.3 Resultados Fuzzy de Qualidade, Evolução e Correlação com Satisfação

Nesta seção são apresentados os resultados empíricos obtidos. Para tal, esta seção está dividida em três subseções. A primeira expõe os resultados do modelo Fuzzy para estimativa de um indicador único de qualidade. A segunda mostra a análise dos resultados agregados para as 54 distribuidoras para o índice Fuzzy e IASC, Analisando, portanto, como a qualidade e a satisfação evoluíram no período 2001 a 2010. A terceira e última, traz os resultados obtidos na análise de correlação entre o indicador Fuzzy de qualidade e os indicadores do IASC para satisfação.

III.3.1 Resultados do Modelo Fuzzy

Reproduzimos o modelo de Giles para 54 distribuidoras. Conforme explicado na seção anterior, foram usadas séries de 126 meses de variáveis de entrada, 6 meses de 2000 e 120 meses de 2001 a 2010, resultando em 120 meses da variável de saída, o índice Fuzzy para a qualidade da distribuição de energia. O APÊNDICE C, mostra o detalhamento do cálculo do modelo para a distribuidora RGE, como exemplo.

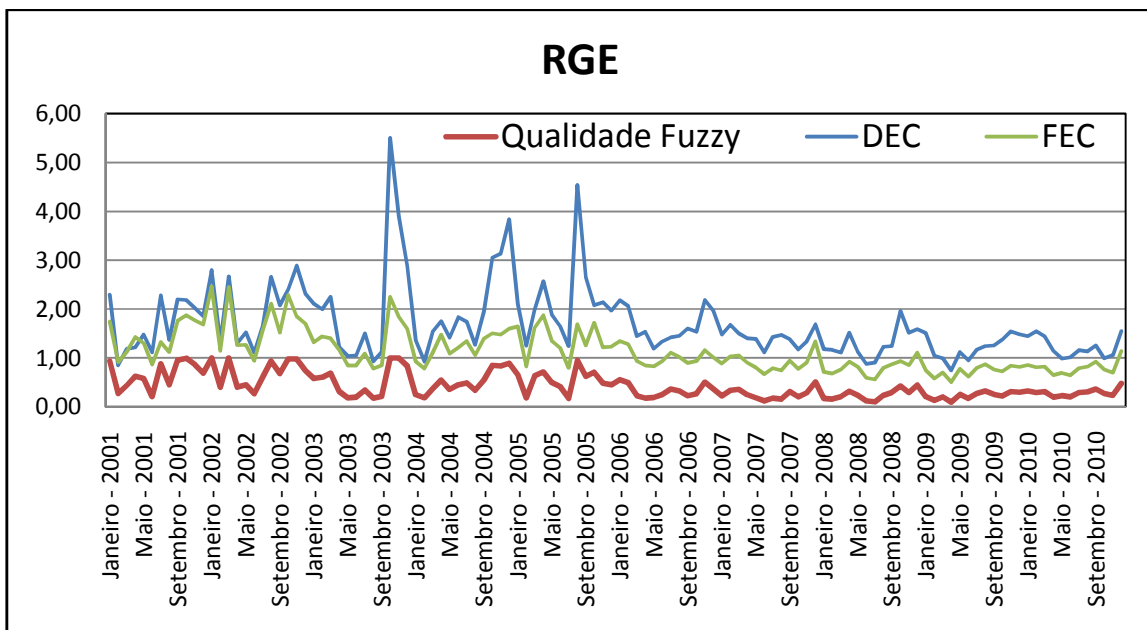
O gráfico 1, a seguir, mostra o resultado do modelo Fuzzy para a distribuidora RGE. Podemos ver o índice fuzzy entre 0 e 1 está coerente com os movimentos das curvas de DEC e FEC.

Em uma perspectiva de curto prazo, essa coerência se verifica, pois a curva do índice Fuzzy acompanha perfeitamente os picos e vales feitos pelas curvas de DEC e FEC. Essa análise fica muito facilitada pelo fato de DEC e FEC serem fortemente correlacionados. Se a frequência de interrupções é grande, a tendência é que seja grande o número de horas total em que o fornecimento ficou interrompido, embora possa não ser verdade, tendo muitas interrupções com duração muito pequena. Da mesma maneira, se temos muitas horas de interrupção no total, é intuitivo pensar que houve grande quantidade de interrupções individuais, embora possa ser que não aconteça, tendo apenas poucas interrupções longas.

Olhando de um ponto de vista de longo ou médio prazo, vemos que o indicador Fuzzy também está coerente com as métricas DEC e FEC. Nos primeiros 5 anos da análise os DECs e FECs da RGE estão mais altos, com DEC oscilando entre 1,0 e 5,5 e FEC

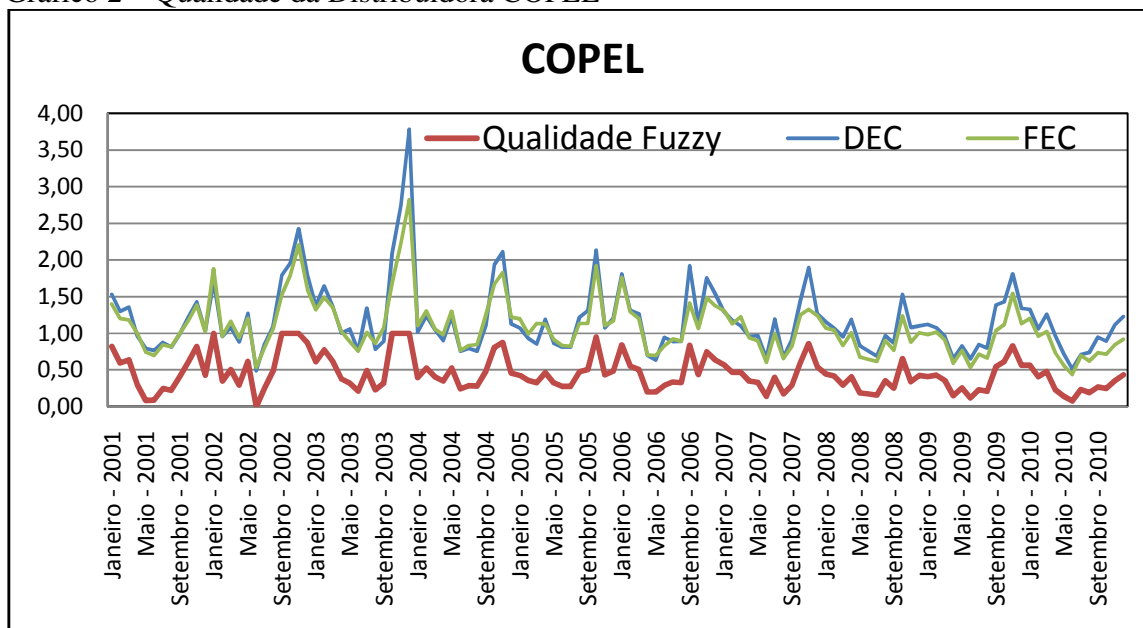
oscilando entre 1,0 e 2,5, e o índice Fuzzy também aparece alto, oscilando normalmente entre 0,5 e 1,0. Já olhando os 5 últimos anos da série, observamos que DEC passa a oscilar num intervalo mais baixo, entre 1,0 e 2,0, assim como FEC que oscila entre 0,5 e 1,5, o mesmo ocorrendo com o índice Fuzzy que passa a oscilar entre 0,0 e 0,5, mais baixo do que nos 5 primeiros anos.

Gráfico 1 – Qualidade da Distribuidora RGE.



Ao analisarmos outras distribuidoras também podemos verificar a aderência do índice Fuzzy às métricas DEC e FEC. O gráfico 2 mostra a evolução de DEC, FEC e do índice Fuzzy para a distribuidora COPEL. Mais uma vez podemos verificar, assim como para a RGE a combinação de picos e vales coerente.

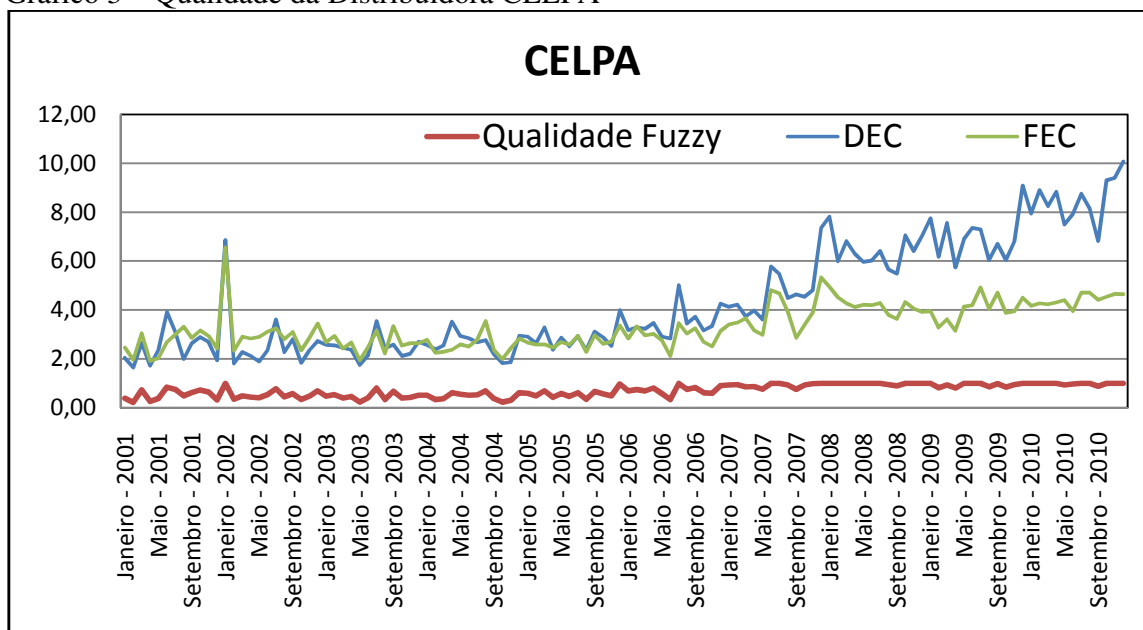
Gráfico 2 – Qualidade da Distribuidora COPEL



Quase todas as 54 distribuidoras apresentaram curvas do índice Fuzzy graficamente muito coerentes com os movimentos de DEC e FEC. Mesmo os piores casos, como o da distribuidora CELPA, não há como dizer que há incoerência. O gráfico 3 mostra a evolução das mesmas métricas dos gráficos anteriores, desta vez para a distribuidora CELPA. O que podemos ver é que no caso da CELPA há um aumento muito grande e permanente de DEC e de FEC nos últimos anos da análise, de modo que o indicador Fuzzy muitas vezes atinge o teto igual a 1, e por isso fica menos sensível para exprimir as oscilações de curto prazo. Há ainda uma dificuldade do índice fuzzy em mostrar o quão pior ficou a qualidade nos últimos anos. Estas duas dificuldades do índice Fuzzy ocorrem, pois, nos primeiros anos o modelo acabou já calibrando alguns valores de DEC e FEC como sendo muito altos, e resultando num índice fuzzy muito próximo de 1. No entanto, valores muito mais altos de DEC e FEC vieram mais adiante e o modelo foi obrigado a retornar o mesmo valor 1, que já havia retornado para DEC e FEC mais baixos. Embora não com a mesma exatidão que ocorreu em outras distribuidoras, se analisarmos o índice Fuzzy para a CELPA sozinho, sem as curvas DEC e FEC, ele nos levaria a mesma conclusão que os índices DEC e FEC trazem: a qualidade da CELPA piorou muito.

Dessa maneira, podemos concluir que o índice de Fuzzy é confiável para se avaliar os movimentos de DEC e FEC a partir de uma única curva.

Gráfico 3 – Qualidade da Distribuidora CELPA



III.3.2 Evolução da Qualidade e Satisfação de 2001 a 2010

Para analisar a evolução da qualidade traduzimos os 120 valores do índice Fuzzy que produzimos para cada distribuidora em 10 valores, um para cada ano, para que tivéssemos o mesmo número de entradas para qualidade e para os indicadores do IASC. Para proceder assim, calculamos um “Fuzzy Médio” para cada ano.

A primeira maneira que usamos para analisar a evolução da qualidade e satisfação foi calculando um índice agregado para as 54 distribuidoras que observamos. Uma média ponderada pelo número de consumidores de cada distribuidoras para o Índice Fuzzy e para a variável do (1) IASC Total que aparecem plotadas nos gráficos 4 e 5:

Gráfico 4 – Média Fuzzy Ponderada – 54 Distribuidoras

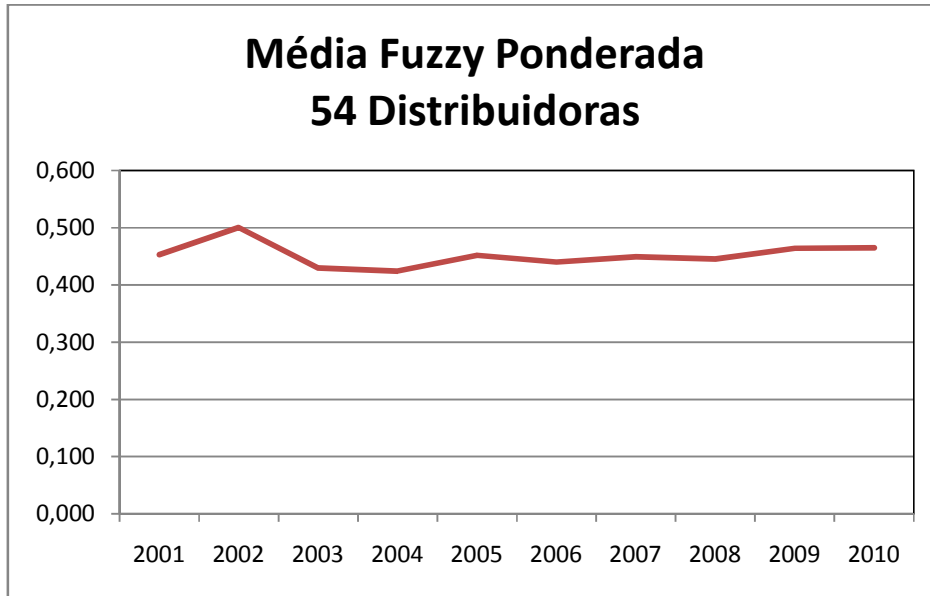
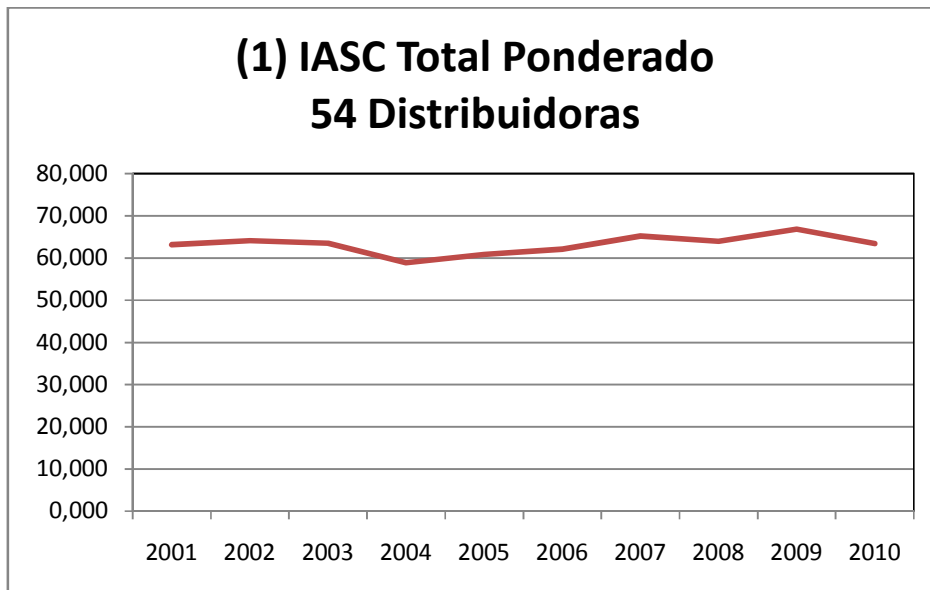


Gráfico 5 – (1) IASC Total Ponderado– 54 Distribuidoras



Podemos ver pelos gráficos que, tanto a qualidade, quanto a satisfação, apresentaram pouca variação no período 2001 a 2010. De modo que, nos induz a concluir que o modelo de Price-Cap com penalidades para transgressões de metas de qualidade não causou deterioração da qualidade.

Outra maneira que usamos para analisar a evolução da qualidade neste período foi analisando distribuidora por distribuidora, e contando o número de distribuidoras que apresentaram melhoras ou pioras na qualidade.

Separamos em três grupos de variação: as distribuidoras que apresentavam uma piora de mais de 10% no índice em questão; as distribuidoras que apresentaram uma melhora maior que 10% no índice; e as distribuidoras cuja variação foi menor que 10%. Conforme exposto na tabela 4.

Tabela 4
Números de Distribuidoras segmentado por magnitude da variação

	Média Fuzzy	(1) IASC Total
Varição pior que -10%	17	9
Varição melhor que +10%	18	9
Varição entre -10% e +10%	19	36
Total	54	54

Analisando a tabela 4 vemos que há um equilíbrio entre o número de distribuidoras que tiveram seu índice Fuzzy melhorado no período 2001 a 2010, com o número de distribuidoras que tiveram seu índice piorado. O mesmo é observado com relação ao índice IASC, corroborando a conclusão da análise dos gráficos 4 e 5, que indicam que a qualidade a satisfação de uma maneira geral se mantiveram estáveis no período 2001 a 2010.

Estas análises nos levam a crer que o modelo atual de Price-Cap com punições para violações das metas de DEC e FEC, ao mesmo tempo em que não tem representado uma melhora progressiva nos padrões de qualidade, tampouco representa uma deterioração da qualidade.

III.3.3 Correlação entre Qualidade e Satisfação

Para analisar a correlação entre qualidade e satisfação mantivemos o procedimento da subseção III.3.2 de traduzir os 120 valores do índice Fuzzy que produzimos para cada distribuidora em 10 valores, um para cada ano, de modo que tivéssemos o mesmo número

de entradas para qualidade e para os indicadores do IASC, mantivemos portanto a variável “Fuzzy Médio”.

No entanto, ao invés de fazermos uma média ponderada e gerar um índice agregado empilhamos os dados das 54 distribuidoras formando um banco de dados com 540 observações diferentes. A tabela 5 mostra uma pequena amostra do banco de dados, usando como exemplos os dados das distribuidoras COELBA e CELPE.

Tabela 5
Dados de para Correlação de Qualidade e Satisfação - COELBA e CELPE

Empresa	Ano	Média Fuzzy	(1) IASC Total	(2) IASC Qualidade Percebida	(3) IASC Confiança nos Serviços (%)	(4) IASC fornecimento sem interrupção (%)
COELBA	2001	0,41	57,38	57,90	56,2%	60,8%
COELBA	2002	0,39	64,82	64,33	64,7%	68,9%
COELBA	2003	0,30	63,73	65,60	65,3%	70,1%
COELBA	2004	0,28	59,96	61,91	61,3%	63,7%
COELBA	2005	0,31	60,31	61,49	61,2%	69,6%
COELBA	2006	0,29	57,37	53,34	53,7%	57,3%
COELBA	2007	0,32	57,60	57,18	57,7%	61,6%
COELBA	2008	0,30	71,35	66,72	68,4%	75,4%
COELBA	2009	0,34	67,44	64,82	65,1%	67,9%
COELBA	2010	0,74	58,08	57,68	59,0%	62,8%
CELPE	2001	0,44	62,63	64,56	62,8%	67,8%
CELPE	2002	0,45	65,55	65,27	67,0%	71,8%
CELPE	2003	0,21	65,39	67,94	67,2%	74,6%
CELPE	2004	0,35	60,95	62,73	62,4%	68,3%
CELPE	2005	0,28	55,33	57,53	60,3%	62,8%
CELPE	2006	0,47	61,46	67,77	66,9%	72,1%
CELPE	2007	0,37	61,67	63,67	60,9%	66,6%
CELPE	2008	0,37	65,30	65,36	65,0%	68,7%
CELPE	2009	0,37	64,25	70,89	70,3%	75,8%
CELPE	2010	0,42	63,38	67,10	68,7%	73,2%

O resultado da análise de correlação usando-se as 540 entradas está exposto na tabela 6. A primeira coluna da tabela mostra a correlação da Média Fuzzy da qualidade com cada um dos 4 índices do IASC selecionados.

Tabela 6
Correlação de Qualidade vs Satisfação - 54 Distribuidoras

	Média Fuzzy	(1) IASC Total	(2) IASC Qualidade Percebida	(3) IASC Confiança nos Serviços (%)	(4) IASC Fornecimento sem Interrupção (%)
Média Fuzzy	1,0000				
(1) IASC Total	-0,0250	1,0000			
(2) IASC Qualidade Percebida	-0,0918	0,8782	1,0000		
(3) IASC Confiança nos Serviços (%)	-0,0391	0,0634	0,1066	1,0000	
(4) IASC Fornecimento sem Interrupção (%)	-0,1462	0,8060	0,8739	0,0946	1,0000

Conforme esperado, a correlação entre a Média Fuzzy e os índices de satisfação foi negativa. Ou seja, quanto mais altos os valores de DEC e FEC, mais insatisfeitos estarão os consumidores.

Da mesma maneira, também se verificou o esperado no fato da Média Fuzzy, que tem como input apenas DEC e FEC, ter uma correlação menor com os índices (1) IASC Total, (2) IASC Qualidade Percebida e (3) Confiança nos Serviços do que com o índice (4) Fornecimento sem Interrupção. Isto ocorre, pois, as perguntas do questionário do IASC sobre fornecimento e interrupções são apenas parte componente dos índices (1) IASC Total, (2) Qualidade Percebida e (3) Confiança nos Serviços, enquanto o índice (4)

Fornecimento sem Interrupção é formado apenas por perguntas sobre fornecimento sem interrupção.

Apesar disso, o valor da correlação entre a Média Fuzzy e o índice (4) Fornecimento sem Interrupção é fraca, apenas -0,1462. Isso mostra que é pertinente um maior estudo sobre como as flutuações de DEC e FEC são percebidas pelo consumidor.

Embora intuitivamente possa-se pensar que a satisfação do consumidor caminhe sempre na mesma direção da qualidade do serviço prestado, isso nem sempre é verdade. Existem diversos fatores que podem influenciar a satisfação do consumidor que vão além da qualidade do serviço (IACOBUCCI, GAYSON & OSTROM; 1994).

É importante para o regulador entender de que maneira a qualidade influencia a satisfação do consumidor, que é o objetivo final do controle da qualidade. Entender bem essa relação ajudará o regulador a estabelecer de maneira melhor as regras que devem reger os padrões de qualidade.

Os resultados da correlação entre qualidade e satisfação devem ser analisados dentro de uma ótica da literatura de psicologia do consumidor. O conceito atualmente predominante dentro da literatura é de que a satisfação é uma função da distancia entre o que o consumidor tem como expectativa para um serviço e o que ele efetivamente experimenta quando consome o serviço em questão (ZEITHAML, PARASURAMAN & BERRY; 1985).

Este processo interno de comparação entre o que era esperado de um serviço e o que realmente ocorreu é conhecido na literatura de psicologia do consumidor como o “paradigma da desconfirmação” (OLIVER, 1977).

Quando a experiência com o consumo de um determinado serviço é melhor do que o consumidor estava esperando há uma “desconfirmação positiva”. Já quando a experiência é pior do que o que era esperado pelo consumidor, há uma “desconfirmação negativa”.

Podemos usar este conceito do “paradigma da desconfirmação” para buscar entender melhor os resultados da correlação que foi calculada entre o indicador Fuzzy e os indicadores do IASC. O fato das métricas de qualidade estarem fracamente correlacionadas com as métricas de satisfação, é um indício de que não está ocorrendo um processo forte de desconfirmação, seja negativo ou positivo. Em última instância, por mais que DEC e

FEC variem muito para mais ou para menos, a mesma variação não tem a mesma força na satisfação do consumidor.

Isto pode ser um indicativo de que muitos consumidores não possuem expectativas bem definidas sobre as interrupções no fornecimento. Esse tipo de análise pode em algum grau ajudar o regulador decidir quais as regras de controle de qualidade que tem o melhor custo benefício em relação à satisfação do consumidor do ponto de vista dos custos regulatórios e de quanto dinheiro deve ser gasto na gestão de determinados procedimentos regulatórios de controle de qualidade.

A manutenção de procedimentos de controle de qualidade que não geram impacto sobre a satisfação do consumidor se traduz em custos regulatórios desnecessários. Da mesma maneira, metas de qualidade acima de um nível perceptível para o consumidor, farão com que os monopolistas tenham de investir muito para cumprir essas metas aumentando seus custos. Esses custos, inevitavelmente entrarão no processo de cálculo do preço-teto do modelo de Price-Cap o que resultará em redução dos excedentes do consumidor e do ofertante, pois não haverá uma contrapartida no aumento da satisfação do consumidor.

CAPÍTULO IV- Comentários finais e sugestões de pesquisa

As principais conclusões a serem retiradas desta monografia podem ser divididas em dois grupos.

Em primeiro lugar, as conclusões a respeito do modelo Fuzzy empregado para se construir o índice de qualidade. O Modelo de Giles mostrou-se um bom mecanismo para se construir um índice a partir de duas variáveis. Os resultados a partir de DEC e FEC foram coerentes para todas as distribuidoras. A única ponderação a fazer é de que para algumas distribuidoras que apresentaram grande variação nos dados nos primeiros anos, teriam tido uma série mais acurada caso o houvesse dados mais antigos para “calibrar” o modelo melhor antes de iniciar a série de outputs. Infelizmente no nosso caso a série de outputs deveria começar em 2001 e os dados de DEC e FEC mensais encontravam-se apenas a partir de 2000 no site da ANEEL. Ainda assim, os resultados do índice de maneira geral mostraram-se coerentes com os movimentos de DEC e FEC

Em segundo lugar, as conclusões a respeito da evolução dos índices de qualidade no período de 2001 a 2011. A análise empírica feita no capítulo 3 nos mostra que ara o grupo de 54 distribuidoras usado a qualidade manteve uma trajetória estável olhando-se essas 54 distribuidoras de maneira agregada. Da mesma forma, o numero de distribuidoras onde a qualidade melhorou e o numero de distribuidoras onde a qualidade piorou são praticamente iguais. Isso indica que o regime atual de Price-Cap, junto com as punições para violação de DEC e FEC estipuladas na resolução nº 24 de 2000, vem resultando num nível está vem de qualidade. Desse modo, não parece haver uma deterioração da qualidade no modelo de Price-Cap adotado no Brasil, nem, tampouco uma melhora. É importante salientar que a análise da qualidade na distribuição de energia elétrica olhando-se unicamente para dados de interrupção no fornecimento é limitada. Pesquisas mais profundas olhando mais dimensões de qualidade como a variação de tensão e métricas de qualidade comercial seriam importantes.

APÊNDICE A - LISTA DAS DISTRIBUIDORAS USADAS

COPEL

COELBA

CELPE

COSERN

RGE

CELESC

CELG

CEMAT

CEMAR

CELPA

AES-SUL

CELTINS

ELEKTRO

CEPISA

EPB(SAELPA)

CEMIG

ENERSUL

CEAL

AMPLA

ESCELSA

EMG(CAT-LEO)

LIGHT

ESE(ENERGIPE)

CPFL-PAULISTA

CERON

ELETROPAULO

CPFL-SANTA CRUZ

EEVP(V. PARANAPANEMA)

CEB

ELETROACRE

LISTA DAS DISTRIBUIDORAS USADAS (CONTINUAÇÃO)

SULGIPE

BANDEIRANTE

CAIUÁ

CEA

EEB(BRAGANTINA)

CSPE

BOA VISTA

ELETROCAR

CNEE(NACIONAL)

EFLUL(URUSSANGA)

IENERGIA

CPEE

CHESP

CLFM(MOCOCA)

CFLO

ELFSM(SANTA MARIA)

DEMEI

HIDROPAN(PANAMBI)

MUX-ENERGIA(MUXFELDT)

CJE(JAGUARI)

ENF(CENF)

DMEPC(POÇOS DE CALDAS)

FORCEL(CORONEL VIVIDA)

COCEL

APÊNDICE B - DETALHAMENTO DO CÁLCULO DE DEC E FEC

Conforme explicado na subseção III.2.2, o cálculo de DEC e FEC estão disponíveis no site na ANEEL para cada conjunto elétrico, que são fragmentos das áreas de concessão das distribuidoras de energia. A COELBA, que atua no estado da Bahia, por exemplo, é a que possui mais conjuntos elétricos atualmente, são 418. Para se calcular o DEC de qualquer distribuidora é necessário calcular a soma dos produtos entre o DEC e o número de consumidores de cada conjunto elétrico e dividir essa soma, pela soma de números de consumidores, resultando, portanto, na média ponderada do DEC pelos conjuntos elétricos. O mesmo processo é usado para o cálculo do FEC. Conforme as equações a seguir:

$$\text{DEC da Distribuidora} = \frac{\sum_i(\text{DECConjunto } i \times \text{NConsumidores } i)}{\text{Total de Consumidores}}$$

$$\text{FEC da Distribuidora} = \frac{\sum_i(\text{FECConjunto } i \times \text{NConsumidores } i)}{\text{Total de Consumidores}}$$

Neste apêndice mostraremos o exemplo da distribuidora CPFL-SANTA CRUZ para o mês de Julho de 2002. Conforme mostra a tabela 7, a CPFL-SANTA CRUZ possui 27 conjuntos elétricos.

Para se calcular o DEC multiplicaríamos os valores do DEC de cada conjunto elétrico (quinta coluna da tabela 7) pelo número de consumidores de cada conjunto (sétima coluna da tabela 7) e somaríamos todos estes produtos. Após isso, dividiríamos pela soma do número de consumidores de cada conjunto elétrico. Conforme resumido na equação a seguir:

$$\text{DEC Julho de 2002} = \frac{(1,49 \times 2464) + (0,17 \times 1736) + (0,50 \times 25375) + \dots + (1,52 \times 1412)}{2644+1736+25375+\dots+1412}$$

$$\text{DEC Julho de 2002} = \frac{76951,78}{149448}$$

$$\text{DEC Julho de 2002} = 0,51$$

Tabela 7

DEC e FEC dos Conjuntos Elétricos - CPFL-SANTACRUZ - Julho 2002

Empresa	Ano	Mês	Conjunto Elétrico	DEC	FEC	Número de Consumidores
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	ÁGUAS DE SANTA BARBARA	1,49	2,13	2464
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	ARANDU	0,17	0,13	1736
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	AVARÉ	0,50	0,52	25375
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	BARRA DO JACARÉ	1,14	3,21	819
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	BERNARDINO DE CAMPOS	0,69	1,03	3617
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	CANITAR	0,07	0,06	857
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	CERQUEIRA CÉSAR	0,13	0,11	5463
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	CHAVANTES	0,11	0,07	3792
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	ESPIRITO SANTO DO TURVO	0,33	0,16	1097
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	IARAS	0,27	2,04	819
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	IPAUSSU	0,30	0,54	4008
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	ITAI	0,12	1,02	5588
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	JACAREZINHO	0,73	0,58	11739
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	MANDURI	1,15	0,22	2707
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	ÓLEO	0,06	0,07	982
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	OURINHOS	0,62	0,29	32920

CRUZ						
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	PARANAPANEMA	1,59	1,29	2763
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	PIRAJU	0,10	0,11	9664
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	RIBEIRÃO CLARO	0,49	0,38	3346
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	SANTA CRUZ DO RIO PARDO	0,18	0,12	14431
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	SÃO PEDRO DO TURVO	0,31	0,92	2086
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	SARUTAIA	0,96	0,27	1102
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	TAGUAI	0,66	1,01	2358
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	TAQUARITUBA	0,89	0,55	6279
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	TEJUPA	0,38	0,30	1201
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	TIMBURI	0,03	0,04	823
CPFL-SANTA CRUZ	2002	Julho	UBIRAJARA	1,52	0,83	1412

APÊNDICE C - DETALHAMENTO DO CÁLCULO DO MODELO FUZZY DE GILES

Conforme explicado na seção II.2 o modelo que usamos para criar a variável Fuzzy de qualidade a partir de DEC e FEC é exatamente o mesmo procedimento usado por Giles (2002) para calcular o índice da economia informal neozelandesa. Neste apêndice serão mostrados todos os cálculos usando como exemplo a distribuidora RGE. No capítulo 2 por vezes explicamos apenas os cálculos para um determinado ano como exemplo. Neste apêndice estarão descritas as tabelas completas dos dados de 2000 a 2002. O ideal seria demonstrar os dados até 2010 para pelo menos uma distribuidora, mas as tabelas ficariam demasiadamente grandes.

O primeiro passo do modelo é a fuzzificação das variáveis de entrada DEC e FEC. Da mesma maneira que Giles (2002) estabelecemos cinco termos linguísticos aos quais DEC e FEC podem ser associados: Muito Baixo (VL ou Very low), Baixo (L ou low), Normal (N), Alto (H, high) e Extremo (E).

Tendo estabelecido estes termos linguísticos, estabelecemos os valores que demarcarão as fronteiras numéricas para saber se uma determinada observação deve ser associada a qual termo linguístico, os chamados de “Break-poinsts”. Conforme explicado na subseção II.2, usamos a própria série da variável em questão. Iniciamos a observação de DEC e FEC em janeiro de 2000, e produzimos o primeiro outuput do modelo para julho de 2000. O critério para cálculo dos “Break-poinsts” foi o abaixo para os termos linguísticos foram:

$$VL = - 2 \text{ D.P.}$$

$$L = -1 \text{ D.P.}$$

$$N = \text{Média}$$

$$H = +1 \text{ D.P.}$$

$$E = +2 \text{ D.P.}$$

No primeiro número da série, julho de 2000 são usados 7 anos, o ano em questão mais 6 anos anteriores. Já no segundo ano usam-se 8 anos, e no terceiro 9, sempre

adicionando-se o ano em questão como uma observação para o cálculo das médias e desvios padrões em questão. Como estamos iniciando a série de DEC e FEC em janeiro de 2001, quando o modelo já estava usando os 12 meses de 2000 e mais janeiro de 2001, já em fevereiro de 2001 o desvio padrão e a média consideram 14 observações, os 13 meses anteriores mais fevereiro de 2001, e assim por diante.

A tabela 8 mostra os dados de DEC e FEC, enquanto as tabelas 9 e 10 mostram os “Break-points” para DEC e FEC respectivamente no período 2000 a 2002. Todas as tabelas encontram-se no final deste apêndice.

Uma vez com os Break-points calculados é hora de criar os conjuntos fuzzy para cada observação de cada variável atribuindo graus de pertinência entre 1 e 0. Conforme descrito na seção II.2, Giles usa o inverso da distância como ponderação para encontrar um valor entre 1 e 0. As tabelas 11 e 12 mostram os conjuntos fuzzy de cada mês para DEC e FEC respectivamente.

O passo seguinte do modelo é a parte de Inferência Fuzzy. Nessa parte é necessário estipular as regras de lógica que determinarão como os conjuntos fuzzy de DEC e FEC se relacionarão com a variável de saída UE, como por exemplo:

SE DEC = E E FEC = E então Qualidade Fuzzy = VB (muito grande ou very big)

SE DEC = N E FEC = N então Qualidade Fuzzy = A (média ou average)

SE DEC = VL E FEC = VL então Qualidade Fuzzy = VS (muito pequena ou very small)

SE DEC = VL E FEC = N então Qualidade Fuzzy = S (pequena ou small)

Ao todo, como temos cinco termos linguísticos para cada variável de entrada, é necessário estabelecer 25 regras de lógica fuzzy. A tabela 13 mostra todas as regras estabelecidas pelo modelo. A última coluna mostra o grau de confiabilidade da regra. Algumas regras são muito diretas e recebem grau igual a 1, como por exemplo, a regra número 1, SE DEC = E E FEC = E então Qualidade Fuzzy = VB. Outras regras podem ser mais subjetivas e com maior margem de contestação, como a regra número 2, e possuem grau 0.8. Esse grau será usado como ponderação na determinação dos graus de pertinência da variável de saída.

Com as regras de lógica definidas, precisamos analisar quais termos linguísticos possuem graus de pertinência maiores que 0 temos para o DEC e FEC de cada ano, de modo a sabermos quais relações de lógica teremos de usar em cada ano. Para os anos onde temos 2 termos linguísticos com graus de pertinência maiores que 0 tanto para DEC, quanto para FEC teremos 2 vezes 2, ou 4 combinações possíveis sobre as quais teremos de associar uma das regras de lógica da tabela 13. Para os anos onde temos uma das variáveis, seja DEC ou FEC com apenas 1 termos linguístico com graus de pertinência maior que 0, enquanto a outra variável possui 2 termos linguísticos com graus de pertinência maior que teremos 1 vezes 2, ou 2 combinações possíveis de regras a serem usadas.

Usando os graus de pertinência de DEC e FEC das tabelas 11 e 12 podemos montar a 14 que todas as possíveis combinações de termos linguísticos de DEC e FEC que possuem graus de pertinência maiores que 0.

Usando a tabela 13, podemos identificar quais regras estão associadas a cada combinação de termos linguísticos exposta na tabela 14, formando portanto a tabela 15.

Como a tabela 13 nos diz qual termo linguístico para o índice de Qualidade Fuzzy está associado a cada regra, podemos a partir da tabela 13 e da tabela 15, montar a tabela 16 que mostra qual o termo está associado a cada combinação de termos linguísticos de DEC e FEC. Também a partir das tabelas 13 e 15, podemos concluir as tabelas 17 que mostra o grau de confiança de cada regra que está sendo usada em cada combinação.

Usaremos estas tabelas calculadas agora para chegar aos graus de pertinência do conjunto Fuzzy do Índice de Qualidade. Em primeiro lugar devemos usar as tabelas com os conjuntos Fuzzy de DEC e FEC, respectivamente tabela 11 e 12, e usar a operação MIN para fazer a união entre os conjuntos de DEC e FEC, para cada combinação existente na tabela 14. Chegando, portanto, à tabela 18.

Devemos agora multiplicar a tabela 17 pela 18, de modo a obter a operação MIN já descontando os graus de confiança de cada regra que está sendo usada. Chegando portanto a tabela 19.

Os conjuntos Fuzzy para o Índice de qualidade Fuzzy aparece na tabela 20. Chegamos a esses graus de pertinência utilizando os valores da tabela 19. No entanto, como não podemos ter dois graus de pertinência diferentes para um mesmo termo linguístico, temos de selecionar OU um valor OU outro, portanto, usando a operação MAX que em

lógica Fuzzy corresponde a OU. Usamos portanto valor máximo da tabela 19 tendo em vista os termos linguísticos de cada combinação da tabela 16.

A última etapa é a defuzzyficação dos conjuntos fuzzy da tabela 20. Para isso, usamos os valores associados aos termos linguísticos, conforme abaixo:

$$VS = 0$$

$$S = 0.25$$

$$A = 0.5$$

$$B = 0.75$$

$$VB = 1$$

Multiplicando estes valores aos graus de pertinência correspondentes da tabela 20, encontramos o numerador da equação do Índice de Qualidade Fuzzy. Somando-se simplesmente os graus de pertinência temos o denominador. Abaixo temos o exemplo para o período Julho – 2000 da distribuidora RGE. É interessante notar no exemplo de Julho-2000 os graus de pertinência somaram 1, no entanto isso não é uma regra.

$$\text{Índice Qualidade Julho – 2000} = \frac{((0,2194 \times 0.75) + (0,7806 \times 0.1))}{0,2194 + 0,7806}$$

$$\text{Índice Qualidade Julho – 2000} = 0,9452$$

Este processo se repete para mês, formando a tabela 21, que é a série de valores do Índice de Qualidade Fuzzy. A tabela 21 também mostra o Fuzzy médio, que é a média movel de 12 meses, grifando-se a média de Dezembro que foi a usada para a comparação com o IASC.

Tabela 8
Valores DEC e FEC - RGE

Empresa	Ano	Mes	Mes - Ano	DEC	FEC
RGE	2000	Janeiro	Janeiro - 2000	1,57	1,10
RGE	2000	Fevereiro	Fevereiro - 2000	0,59	0,76
RGE	2000	Março	Março - 2000	1,02	0,91
RGE	2000	Abril	Abril - 2000	0,77	0,84
RGE	2000	Mai	Mai - 2000	0,86	1,24
RGE	2000	Junho	Junho - 2000	0,89	1,21
RGE	2000	Julho	Julho - 2000	1,98	1,25
RGE	2000	Agosto	Agosto - 2000	0,88	0,81
RGE	2000	Setembro	Setembro - 2000	1,55	1,43
RGE	2000	Outubro	Outubro - 2000	1,80	1,41
RGE	2000	Novembro	Novembro - 2000	1,55	1,51
RGE	2000	Dezembro	Dezembro - 2000	2,18	1,38
RGE	2001	Janeiro	Janeiro - 2001	2,29	1,75
RGE	2001	Fevereiro	Fevereiro - 2001	0,85	0,91
RGE	2001	Março	Março - 2001	1,19	1,13
RGE	2001	Abril	Abril - 2001	1,22	1,43
RGE	2001	Mai	Mai - 2001	1,48	1,30
RGE	2001	Junho	Junho - 2001	1,11	0,87
RGE	2001	Julho	Julho - 2001	2,28	1,33
RGE	2001	Agosto	Agosto - 2001	1,37	1,13
RGE	2001	Setembro	Setembro - 2001	2,20	1,77
RGE	2001	Outubro	Outubro - 2001	2,18	1,87
RGE	2001	Novembro	Novembro - 2001	2,02	1,77
RGE	2001	Dezembro	Dezembro - 2001	1,85	1,69
RGE	2002	Janeiro	Janeiro - 2002	2,80	2,47
RGE	2002	Fevereiro	Fevereiro - 2002	1,34	1,15
RGE	2002	Março	Março - 2002	2,67	2,46
RGE	2002	Abril	Abril - 2002	1,30	1,26
RGE	2002	Mai	Mai - 2002	1,52	1,27
RGE	2002	Junho	Junho - 2002	1,11	0,95
RGE	2002	Julho	Julho - 2002	1,64	1,57
RGE	2002	Agosto	Agosto - 2002	2,66	2,11
RGE	2002	Setembro	Setembro - 2002	2,08	1,52
RGE	2002	Outubro	Outubro - 2002	2,41	2,29
RGE	2002	Novembro	Novembro - 2002	2,89	1,85
RGE	2002	Dezembro	Dezembro - 2002	2,31	1,71

Tabela 9
Breakpoints DEC - RGE

DEC Data Breakpoints					
Mes - Ano	- 2 dp	- 1dp	média	+ 2 dp	+ 1dp
Julho - 2000	0,1107	0,6041	1,0975	1,5908	2,0842
Agosto - 2000	0,1443	0,6074	1,0705	1,5336	1,9967
Setembro - 2000	0,1998	0,6620	1,1243	1,5865	2,0488
Outubro - 2000	0,2203	0,7063	1,1923	1,6784	2,1644
Novembro - 2000	0,2777	0,7513	1,2250	1,6986	2,1722
Dezembro - 2000	0,2473	0,7757	1,3042	1,8327	2,3612
Janeiro - 2001	0,2292	0,8047	1,3803	1,9559	2,5315
Fevereiro - 2001	0,1998	0,7710	1,3421	1,9133	2,4844
Março - 2001	0,2281	0,7799	1,3318	1,8836	2,4354
Abril - 2001	0,2568	0,7907	1,3246	1,8585	2,3924
Mai - 2001	0,2971	0,8153	1,3336	1,8519	2,3702
Junho - 2001	0,3102	0,8157	1,3213	1,8268	2,3323
Julho - 2001	0,2950	0,8334	1,3718	1,9102	2,4486
Agosto - 2001	0,3235	0,8476	1,3717	1,8957	2,4198
Setembro - 2001	0,3277	0,8693	1,4110	1,9527	2,4943
Outubro - 2001	0,3387	0,8924	1,4462	1,9999	2,5537
Novembro - 2001	0,3628	0,9170	1,4712	2,0254	2,5796
Dezembro - 2001	0,3920	0,9395	1,4870	2,0346	2,5821
Janeiro - 2002	0,3463	0,9429	1,5394	2,1360	2,7326
Fevereiro - 2002	0,3603	0,9461	1,5319	2,1177	2,7035
Março - 2002	0,3443	0,9592	1,5741	2,1891	2,8040
Abril - 2002	0,3529	0,9586	1,5643	2,1700	2,7756
Mai - 2002	0,3732	0,9680	1,5628	2,1576	2,7524
Junho - 2002	0,3672	0,9574	1,5477	2,1380	2,7283
Julho - 2002	0,3895	0,9702	1,5508	2,1314	2,7120
Agosto - 2002	0,3780	0,9816	1,5853	2,1889	2,7926
Setembro - 2002	0,3996	0,9999	1,6002	2,2005	2,8008
Outubro - 2002	0,4096	1,0168	1,6240	2,2313	2,8385
Novembro - 2002	0,3899	1,0250	1,6601	2,2952	2,9303
Dezembro - 2002	0,4075	1,0429	1,6782	2,3135	2,9489

Tabela 10
Breakpoints FEC - RGE

FEC Data Breakpoints					
Mes - Ano	- 2 dp	- 1dp	média	+ 2 dp	+ 1dp
Julho - 2000	0,6342	0,8391	1,0440	1,2489	1,4538
Agosto - 2000	0,6009	0,8079	1,0148	1,2217	1,4287
Setembro - 2000	0,5845	0,8228	1,0611	1,2995	1,5378
Outubro - 2000	0,5953	0,8457	1,0961	1,3465	1,5969
Novembro - 2000	0,5964	0,8652	1,1340	1,4028	1,6716
Dezembro - 2000	0,6228	0,8886	1,1543	1,4200	1,6857
Janeiro - 2001	0,5938	0,8969	1,2000	1,5031	1,8062
Fevereiro - 2001	0,5774	0,8784	1,1795	1,4806	1,7817
Março - 2001	0,5954	0,8858	1,1762	1,4666	1,7571
Abril - 2001	0,6169	0,9044	1,1920	1,4795	1,7671
Mai - 2001	0,6391	0,9188	1,1985	1,4783	1,7580
Junho - 2001	0,6156	0,8979	1,1802	1,4625	1,7448
Julho - 2001	0,6351	0,9116	1,1880	1,4645	1,7410
Agosto - 2001	0,6461	0,9156	1,1850	1,4544	1,7239
Setembro - 2001	0,6288	0,9208	1,2129	1,5049	1,7969
Outubro - 2001	0,6070	0,9250	1,2429	1,5609	1,8789
Novembro - 2001	0,6067	0,9363	1,2659	1,5955	1,9251
Dezembro - 2001	0,6161	0,9498	1,2835	1,6171	1,9508
Janeiro - 2002	0,5238	0,9273	1,3309	1,7344	2,1380
Fevereiro - 2002	0,5298	0,9268	1,3238	1,7209	2,1179
Março - 2002	0,4734	0,9196	1,3658	1,8120	2,2582
Abril - 2002	0,4856	0,9239	1,3622	1,8005	2,2387
Mai - 2002	0,4975	0,9282	1,3590	1,7897	2,2204
Junho - 2002	0,4855	0,9154	1,3452	1,7751	2,2050
Julho - 2002	0,5034	0,9279	1,3525	1,7770	2,2016
Agosto - 2002	0,4990	0,9376	1,3761	1,8147	2,2532
Setembro - 2002	0,5157	0,9481	1,3804	1,8128	2,2451
Outubro - 2002	0,5002	0,9537	1,4072	1,8608	2,3143
Novembro - 2002	0,5139	0,9668	1,4198	1,8728	2,3258
Dezembro - 2002	0,5298	0,9788	1,4278	1,8768	2,3258

Tabela 11
Conjuntos Fuzzy DEC - RGE

DEC Graus de Pertinência					
Mes - Ano	VL	L	N	H	E
Julho - 2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2194	0,7806
Agosto - 2000	0,0000	0,4075	0,5925	0,0000	0,0000
Setembro - 2000	0,0000	0,0000	0,0692	0,9308	0,0000
Outubro - 2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7400	0,2600
Novembro - 2000	0,0000	0,0000	0,3110	0,6890	0,0000
Dezembro - 2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3506	0,6494
Janeiro - 2001	0,0000	0,0000	0,0000	0,4135	0,5865
Fevereiro - 2001	0,0000	0,8693	0,1307	0,0000	0,0000
Março - 2001	0,0000	0,2631	0,7369	0,0000	0,0000
Abril - 2001	0,0000	0,2010	0,7990	0,0000	0,0000
Mai - 2001	0,0000	0,0000	0,7215	0,2785	0,0000
Junho - 2001	0,0000	0,4155	0,5845	0,0000	0,0000
Julho - 2001	0,0000	0,0000	0,0000	0,3104	0,6896
Agosto - 2001	0,0000	0,0051	0,9949	0,0000	0,0000
Setembro - 2001	0,0000	0,0000	0,0000	0,5476	0,4524
Outubro - 2001	0,0000	0,0000	0,0000	0,6663	0,3337
Novembro - 2001	0,0000	0,0000	0,0062	0,9938	0,0000
Dezembro - 2001	0,0000	0,0000	0,3344	0,6656	0,0000
Janeiro - 2002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Fevereiro - 2002	0,0000	0,3224	0,6776	0,0000	0,0000
Março - 2002	0,0000	0,0000	0,0000	0,2138	0,7862
Abril - 2002	0,0000	0,4383	0,5617	0,0000	0,0000
Mai - 2002	0,0000	0,0698	0,9302	0,0000	0,0000
Junho - 2002	0,0000	0,7414	0,2586	0,0000	0,0000
Julho - 2002	0,0000	0,0000	0,8425	0,1575	0,0000
Agosto - 2002	0,0000	0,0000	0,0000	0,2267	0,7733
Setembro - 2002	0,0000	0,0000	0,2051	0,7949	0,0000
Outubro - 2002	0,0000	0,0000	0,0000	0,7044	0,2956
Novembro - 2002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0709	0,9291
Dezembro - 2002	0,0000	0,0000	0,0018	0,9982	0,0000

Tabela 12
Conjuntos Fuzzy FEC - RGE

FEC Graus de Pertinência					
Mes - Ano	VL	L	N	H	E
Julho - 2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9778	0,0222
Agosto - 2000	0,0000	0,9883	0,0117	0,0000	0,0000
Setembro - 2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4444	0,5556
Outubro - 2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7439	0,2561
Novembro - 2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5891	0,4109
Dezembro - 2000	0,0000	0,0000	0,1614	0,8386	0,0000
Janeiro - 2001	0,0000	0,0000	0,0000	0,1906	0,8094
Fevereiro - 2001	0,0000	0,8824	0,1176	0,0000	0,0000
Março - 2001	0,0000	0,1593	0,8407	0,0000	0,0000
Abril - 2001	0,0000	0,0000	0,1789	0,8211	0,0000
Mai - 2001	0,0000	0,0000	0,6245	0,3755	0,0000
Junho - 2001	0,1043	0,8957	0,0000	0,0000	0,0000
Julho - 2001	0,0000	0,0000	0,4890	0,5110	0,0000
Agosto - 2001	0,0000	0,2143	0,7857	0,0000	0,0000
Setembro - 2001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0916	0,9084
Outubro - 2001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0142	0,9858
Novembro - 2001	0,0000	0,0000	0,0000	0,4666	0,5334
Dezembro - 2001	0,0000	0,0000	0,0000	0,7892	0,2108
Janeiro - 2002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Fevereiro - 2002	0,0000	0,4426	0,5574	0,0000	0,0000
Março - 2002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Abril - 2002	0,0000	0,2242	0,7758	0,0000	0,0000
Mai - 2002	0,0000	0,2085	0,7915	0,0000	0,0000
Junho - 2002	0,0000	0,9250	0,0750	0,0000	0,0000
Julho - 2002	0,0000	0,0000	0,4880	0,5120	0,0000
Agosto - 2002	0,0000	0,0000	0,0000	0,3285	0,6715
Setembro - 2002	0,0000	0,0000	0,6823	0,3177	0,0000
Outubro - 2002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0495	0,9505
Novembro - 2002	0,0000	0,0000	0,0549	0,9451	0,0000
Dezembro - 2002	0,0000	0,0000	0,3807	0,6193	0,0000

Tabela 13**Regras de Lógica Fuzzy do Modelo Giles Para DEC e FEC**

Regra	DEC	FEC	Qualidade Fuzzy	Grau de Confiabilidade
1	E	E	VB	1.0
2	E	H	VB	0.8
3	E	N	S	1.0
4	E	L	S	0.8
5	E	VL	A	0.8
6	H	E	VB	1.0
7	H	H	B	1.0
8	H	N	B	0.8
9	H	L	A	1.0
10	H	VL	S	1.0
11	N	E	B	1.0
12	N	H	B	0.8
13	N	N	A	1.0
14	N	L	S	0.8
15	N	VL	S	1.0
16	L	E	B	1.0
17	L	H	A	1.0
18	L	N	S	0.8
19	L	L	S	1.0
20	L	VL	VS	1.0
21	VL	E	A	0.8
22	VL	H	S	0.8
23	VL	N	S	1.0
24	VL	L	VS	0.8
25	VL	VL	VS	1.0

Tabela 14**Combinações de Termos Linguísticos maiores que 0 - RGE**

Termos DEC / Termos FEC				
Mes - Ano	Combinação 1	Combinação 2	Combinação 3	Combinação 4
Julho - 2000	H/H	H/E	E/H	E/E
Agosto - 2000	L/L	L/N	N/L	N/N
Setembro - 2000	N/H	N/E	H/H	H/E
Outubro - 2000	H/H	H/E	E/H	E/E
Novembro - 2000	N/H	N/E	H/H	H/E
Dezembro - 2000	H/N	H/H	E/N	E/H
Janeiro - 2001	H/H	H/E	E/H	E/E
Fevereiro - 2001	L/L	L/N	N/L	N/N
Março - 2001	L/L	L/N	N/L	N/N
Abril - 2001	L/N	L/H	N/N	N/H
Mai - 2001	N/N	N/H	H/N	H/H
Junho - 2001	L/VL	L/L	N/VL	N/L
Julho - 2001	H/N	H/H	E/N	E/H
Agosto - 2001	L/L	L/N	N/L	N/N
Setembro - 2001	H/H	H/E	E/H	E/E
Outubro - 2001	H/H	H/E	E/H	E/E
Novembro - 2001	N/H	N/E	H/H	H/E
Dezembro - 2001	N/H	N/E	H/H	H/E
Janeiro - 2002	E/E			
Fevereiro - 2002	L/L	L/N	N/L	N/N
Março - 2002	H/E		E/E	
Abril - 2002	L/L	L/N	N/L	N/N
Mai - 2002	L/L	L/N	N/L	N/N
Junho - 2002	L/L	L/N	N/L	N/N
Julho - 2002	N/N	N/H	H/N	H/H
Agosto - 2002	H/H	H/E	E/H	E/E
Setembro - 2002	N/N	N/H	H/N	H/H
Outubro - 2002	H/H	H/E	E/H	E/E
Novembro - 2002	H/N	H/H	E/N	E/H
Dezembro - 2002	N/N	N/H	H/N	H/H

Tabela 15**Regras utilizadas para combinações de Termos Linguísticos - RGE**

Termos DEC / Termos FEC				
Mes - Ano	Combinação 1	Combinação 2	Combinação 3	Combinação 4
Julho - 2000	7	2	6	1
Agosto - 2000	19	14	18	13
Setembro - 2000	8	3	7	2
Outubro - 2000	7	2	6	1
Novembro - 2000	8	3	7	2
Dezembro - 2000	12	7	11	6
Janeiro - 2001	7	2	6	1
Fevereiro - 2001	19	14	18	13
Março - 2001	19	14	18	13
Abril - 2001	14	9	13	8
Maio - 2001	13	8	12	7
Junho - 2001	24	19	23	18
Julho - 2001	12	7	11	6
Agosto - 2001	19	14	18	13
Setembro - 2001	7	2	6	1
Outubro - 2001	7	2	6	1
Novembro - 2001	8	3	7	2
Dezembro - 2001	8	3	7	2
Janeiro - 2002	1			
Fevereiro - 2002	19	14	18	13
Março - 2002	2		1	
Abril - 2002	19	14	18	13
Maio - 2002	19	14	18	13
Junho - 2002	19	14	18	13
Julho - 2002	13	8	12	7
Agosto - 2002	7	2	6	1
Setembro - 2002	13	8	12	7
Outubro - 2002	7	2	6	1
Novembro - 2002	12	7	11	6
Dezembro - 2002	13	8	12	7

Tabela 16**Termos Linguísticos da Qualidade Fuzzy para cada combinação de DEC e FEC - RGE**

Termo Linguístico da Qualidade Fuzzy				
Mes - Ano	Combinação 1	Combinação 2	Combinação 3	Combinação 4
Julho - 2000	B	VB	VB	VB
Agosto - 2000	S	S	S	A
Setembro - 2000	B	S	B	VB
Outubro - 2000	B	VB	VB	VB
Novembro - 2000	B	S	B	VB
Dezembro - 2000	B	B	B	VB
Janeiro - 2001	B	VB	VB	VB
Fevereiro - 2001	S	S	S	A
Março - 2001	S	S	S	A
Abril - 2001	S	A	A	B
Maio - 2001	A	B	B	B
Junho - 2001	VS	S	S	S
Julho - 2001	B	B	B	VB
Agosto - 2001	S	S	S	A
Setembro - 2001	B	VB	VB	VB
Outubro - 2001	B	VB	VB	VB
Novembro - 2001	B	S	B	VB
Dezembro - 2001	B	S	B	VB
Janeiro - 2002	VB			
Fevereiro - 2002	S	S	S	A
Março - 2002	VB		VB	
Abril - 2002	S	S	S	A
Maio - 2002	S	S	S	A
Junho - 2002	S	S	S	A
Julho - 2002	A	B	B	B
Agosto - 2002	B	VB	VB	VB
Setembro - 2002	A	B	B	B
Outubro - 2002	B	VB	VB	VB
Novembro - 2002	B	B	B	VB
Dezembro - 2002	A	B	B	B

Tabela 17**Grau de Confiabilidade da Regra Associada a Cada Combinação - RGE**

Grau de Confiabilidade				
Mes - Ano	Combinação 1	Combinação 2	Combinação 3	Combinação 4
Julho - 2000	1	0,8	1	1
Agosto - 2000	1	0,8	0,8	1
Setembro - 2000	0,8	1	1	0,8
Outubro - 2000	1	0,8	1	1
Novembro - 2000	0,8	1	1	0,8
Dezembro - 2000	0,8	1	1	1
Janeiro - 2001	1	0,8	1	1
Fevereiro - 2001	1	0,8	0,8	1
Março - 2001	1	0,8	0,8	1
Abril - 2001	0,8	1	1	0,8
Mai - 2001	1	0,8	0,8	1
Junho - 2001	0,8	1	1	0,8
Julho - 2001	0,8	1	1	1
Agosto - 2001	1	0,8	0,8	1
Setembro - 2001	1	0,8	1	1
Outubro - 2001	1	0,8	1	1
Novembro - 2001	0,8	1	1	0,8
Dezembro - 2001	0,8	1	1	0,8
Janeiro - 2002	1			
Fevereiro - 2002	1	0,8	0,8	1
Março - 2002	0,8		1	
Abril - 2002	1	0,8	0,8	1
Mai - 2002	1	0,8	0,8	1
Junho - 2002	1	0,8	0,8	1
Julho - 2002	1	0,8	0,8	1
Agosto - 2002	1	0,8	1	1
Setembro - 2002	1	0,8	0,8	1
Outubro - 2002	1	0,8	1	1
Novembro - 2002	0,8	1	1	1
Dezembro - 2002	1	0,8	0,8	1

Tabela 18**Operação MIN sobre as tabelas 11 e 12 - RGE**

Grau de Confiabilidade				
Mes - Ano	Combinação 1	Combinação 2	Combinação 3	Combinação 4
Julho - 2000	0,2194	0,0222	0,7806	0,0222
Agosto - 2000	0,4075	0,0117	0,5925	0,0117
Setembro - 2000	0,0692	0,0692	0,4444	0,5556
Outubro - 2000	0,7400	0,2561	0,2600	0,2561
Novembro - 2000	0,3110	0,3110	0,5891	0,4109
Dezembro - 2000	0,1614	0,3506	0,1614	0,6494
Janeiro - 2001	0,1906	0,4135	0,1906	0,5865
Fevereiro - 2001	0,8693	0,1176	0,1307	0,1176
Março - 2001	0,1593	0,2631	0,1593	0,7369
Abril - 2001	0,1789	0,2010	0,1789	0,7990
Mai - 2001	0,6245	0,3755	0,2785	0,2785
Junho - 2001	0,1043	0,4155	0,1043	0,5845
Julho - 2001	0,3104	0,3104	0,4890	0,5110
Agosto - 2001	0,0051	0,0051	0,2143	0,7857
Setembro - 2001	0,0916	0,5476	0,0916	0,4524
Outubro - 2001	0,0142	0,6663	0,0142	0,3337
Novembro - 2001	0,0062	0,0062	0,4666	0,5334
Dezembro - 2001	0,3344	0,2108	0,6656	0,2108
Janeiro - 2002	1,0000			
Fevereiro - 2002	0,3224	0,3224	0,4426	0,5574
Março - 2002	0,2138		0,7862	
Abril - 2002	0,2242	0,4383	0,2242	0,5617
Mai - 2002	0,0698	0,0698	0,2085	0,7915
Junho - 2002	0,7414	0,0750	0,2586	0,0750
Julho - 2002	0,4880	0,5120	0,1575	0,1575
Agosto - 2002	0,2267	0,2267	0,3285	0,6715
Setembro - 2002	0,2051	0,2051	0,6823	0,3177
Outubro - 2002	0,0495	0,7044	0,0495	0,2956
Novembro - 2002	0,0549	0,0709	0,0549	0,9291
Dezembro - 2002	0,0018	0,0018	0,3807	0,6193

Tabela 19**MIN descontados do Grau de Confiança da Regra - RGE**

Grau de Confiabilidade				
Mes - Ano	Combinação 1	Combinação 2	Combinação 3	Combinação 4
Julho - 2000	0,2194	0,0178	0,7806	0,0222
Agosto - 2000	0,4075	0,0094	0,4740	0,0117
Setembro - 2000	0,0554	0,0692	0,4444	0,4445
Outubro - 2000	0,7400	0,2049	0,2600	0,2561
Novembro - 2000	0,2488	0,3110	0,5891	0,3287
Dezembro - 2000	0,1291	0,3506	0,1614	0,6494
Janeiro - 2001	0,1906	0,3308	0,1906	0,5865
Fevereiro - 2001	0,8693	0,0941	0,1046	0,1176
Março - 2001	0,1593	0,2104	0,1275	0,7369
Abril - 2001	0,1431	0,2010	0,1789	0,6392
Mai - 2001	0,6245	0,3004	0,2228	0,2785
Junho - 2001	0,0835	0,4155	0,1043	0,4676
Julho - 2001	0,2483	0,3104	0,4890	0,5110
Agosto - 2001	0,0051	0,0041	0,1714	0,7857
Setembro - 2001	0,0916	0,4381	0,0916	0,4524
Outubro - 2001	0,0142	0,5330	0,0142	0,3337
Novembro - 2001	0,0050	0,0062	0,4666	0,4267
Dezembro - 2001	0,2676	0,2108	0,6656	0,1686
Janeiro - 2002	1,0000			
Fevereiro - 2002	0,3224	0,2579	0,3541	0,5574
Março - 2002	0,1710		0,7862	
Abril - 2002	0,2242	0,3506	0,1793	0,5617
Mai - 2002	0,0698	0,0559	0,1668	0,7915
Junho - 2002	0,7414	0,0600	0,2069	0,0750
Julho - 2002	0,4880	0,4096	0,1260	0,1575
Agosto - 2002	0,2267	0,1814	0,3285	0,6715
Setembro - 2002	0,2051	0,1641	0,5458	0,3177
Outubro - 2002	0,0495	0,5635	0,0495	0,2956
Novembro - 2002	0,0439	0,0709	0,0549	0,9291
Dezembro - 2002	0,0018	0,0015	0,3045	0,6193

Tabela 20**Conjuntos Fuzzy Índice de Qualidade Fuzzy - RGE**

Qualidade Fuzzy - Graus de Pertinência					
Mes - Ano	VL	L	N	H	E
Julho - 2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2194	0,7806
Agosto - 2000	0,0000	0,4740	0,0117	0,0000	0,0000
Setembro - 2000	0,0000	0,0692	0,0000	0,4444	0,4445
Outubro - 2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7400	0,2600
Novembro - 2000	0,0000	0,3110	0,0000	0,5891	0,3287
Dezembro - 2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3506	0,6494
Janeiro - 2001	0,0000	0,0000	0,0000	0,1906	0,5865
Fevereiro - 2001	0,0000	0,8693	0,1176	0,0000	0,0000
Março - 2001	0,0000	0,2104	0,7369	0,0000	0,0000
Abril - 2001	0,0000	0,1431	0,2010	0,6392	0,0000
Mai - 2001	0,0000	0,0000	0,6245	0,3004	0,0000
Junho - 2001	0,0835	0,4676	0,0000	0,0000	0,0000
Julho - 2001	0,0000	0,0000	0,0000	0,4890	0,5110
Agosto - 2001	0,0000	0,1714	0,7857	0,0000	0,0000
Setembro - 2001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0916	0,4524
Outubro - 2001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0142	0,5330
Novembro - 2001	0,0000	0,0062	0,0000	0,4666	0,4267
Dezembro - 2001	0,0000	0,2108	0,0000	0,6656	0,1686
Janeiro - 2002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Fevereiro - 2002	0,0000	0,3541	0,5574	0,0000	0,0000
Março - 2002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7862
Abril - 2002	0,0000	0,3506	0,5617	0,0000	0,0000
Mai - 2002	0,0000	0,1668	0,7915	0,0000	0,0000
Junho - 2002	0,0000	0,7414	0,0750	0,0000	0,0000
Julho - 2002	0,0000	0,0000	0,4880	0,4096	0,0000
Agosto - 2002	0,0000	0,0000	0,0000	0,2267	0,6715
Setembro - 2002	0,0000	0,0000	0,2051	0,5458	0,0000
Outubro - 2002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0495	0,5635
Novembro - 2002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0709	0,9291
Dezembro - 2002	0,0000	0,0000	0,0018	0,6193	0,0000

Tabela 21
Índice de Qualidade Fuzzy - RGE

Mes - Ano	Qualidade Fuzzy	Fuzzy Médio
Julho - 2000	0,9452	
Agosto - 2000	0,2560	
Setembro - 2000	0,8299	
Outubro - 2000	0,8150	
Novembro - 2000	0,6903	
Dezembro - 2000	0,9123	
Janeiro - 2001	0,9387	
Fevereiro - 2001	0,2798	
Março - 2001	0,4445	
Abril - 2001	0,6261	
Maio - 2001	0,5812	
Junho - 2001	0,2121	0,6276
Julho - 2001	0,8777	0,6220
Agosto - 2001	0,4552	0,6386
Setembro - 2001	0,9579	0,6492
Outubro - 2001	0,9935	0,6641
Novembro - 2001	0,8651	0,6787
Dezembro - 2001	0,6895	0,6601
Janeiro - 2002	1,0000	0,6652
Fevereiro - 2002	0,4029	0,6755
Março - 2002	1,0000	0,7218
Abril - 2002	0,4039	0,7033
Maio - 2002	0,4565	0,6929
Junho - 2002	0,2730	0,6979
Julho - 2002	0,6141	0,6760
Agosto - 2002	0,9369	0,7161
Setembro - 2002	0,6817	0,6931
Outubro - 2002	0,9798	0,6919
Novembro - 2002	0,9823	0,7017
Dezembro - 2002	0,7493	0,7067

V - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AI, C., Sappington, D. (1998) “The Impact of State Incentive Regulation On the U.S. Telecommunications Industry,” University of Florida, Dezembro.

ANEEL. **Informações Técnicas, Distribuição de Energia Elétrica, IASC.** Relatórios 2001 a 2010. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=189&idPerfil=2>>. Acesso em: 3 de julho de 2011.

ANEEL. **Informações Técnicas, Indicadores de Continuidade.** Relatórios 2000 a 2010. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=80>. Acesso em: 3 de julho de 2011.

AVERCH, H. JOHNSON, L. Behavior of the firm under regulatory constraint. **American Economic Review**, v. 52 p. 1052-1069, 1962.

BAILEY, E. E., COLEMAN, R. D. The effect of lagged regulation in the Averch-Johnson model. **Bell Journal of Economics**, v.2 p. 278-292, 1971.

BANERJEE, A. “Does Incentive Regulation “Cause” Degradation of Retail Telephone Service Quality?”. **Information Economics and Policy**, 15: 243-269, 2003.

CHEN, S., WANG, D. YUA, T., A fuzzy logic approach to modeling the underground economy in Taiwan. **Physica A**. 362 (2006) 471–479.

CLEMENTS, M. “Local Telephone Quality of Service: A Framework and Empirical Evidence,” **Telecommunications Policy**, 2004.

FAÇANHA, L., RESENDE, M., Price cap regulation, incentives and quality: The case of Brazilian telecommunications. **Int. J. Production Economics**. 92 (2004) 133–144.

GILES, D.E.A., DRAESEKE, R., A fuzzy logic approach to modelling the New Zealand underground economy. **Mathematics and Computers in Simulation**. 59 (2002) 115–123.

IACOBUCCI, D. GRAYSON, K. OSTROM, A. Distinguishing Service Quality and Customer Satisfaction. **Journal of Consumer Psychology**. Volume 4, Number 3, 1995. pp 277-303.

IACOBUCCI, D., GRAYSON, K., OSTROM, A., The Calculus of Service Quality and Customer Satisfaction: Theoretical and Empirical Differentiation and Integration. **Advances in Services Marketing and Management**. Volume 3, 1994, p 1-67.

LAFFONT, J. TIROLE, J., 2000. Competition in Telecommunications. **MIT Press**, Cambridge, MA.

LITTLECHILD, S. C. Regulation of British Telecommunications. **Journal of regulatory Economics**. London: Department of Industry, 1983.

- MARUCA, R., Mapping the world of customer satisfaction. **Harvard Business Review**. May-June 2000. p 30.
- MORENO, J. MEDINA, S. Risk evaluation in Colombian electricity market using fuzzy logic. **Energy Economics**. 29 (2007) 999–1009.
- OLIVER, RICHARD L., Effect of expectation and disconfirmation on postexposure product evaluations: An alternative interpretation. **Journal of Applied Psychology**, Vol 62(4), Aug 1977, p 480-486.
- RESENDE, M. Regimes Regulatórios Possibilidades e Limites. **Pesquisa e Planejamento Economico**. Vol 27, n 3, Dez 1997, pp 641-664.
- RESENDE, M., FAÇANHA, L., Price-cap regulation and service-quality in telecommunications: an empirical study. **Information Economics and Policy**. 17 (2005) 1–12.
- ROVIZZI, L., THOMPSON, D., 1995. The regulation of product quality in the public utilities. In: Bishop, M., Kay, J., Mayer, C. (Eds.), **The Regulatory Challenge**. Oxford University Press, Oxford, pp. 336–357.
- ROYCROFT, T., Garcia-Murrilo, M. “Trouble Reports as an Indicator of Service Quality: The Influence of Competition, Technology, and Regulation,” **Telecommunications Policy**, 24: 947-967, 2000.
- SAPPINGTON, D. Strategic firm behavior under a dynamic adjustment process. **RAND Journal of Economics**, v.11 p.360-372, 1980.
- SAPPINGTON, D. The Effects of Incentive Regulation on Retail Telephone Service Quality in the United States. **Review of Network Economics** Vol.2, Issue 4 – December 2003. p 355-375.
- VASEY, S., LONGEST, K., Fuzzy: A program for performing qualitative comparative analyses (QCA) in Stata. **The Stata Journal**. (2008) 8, Number 1, pp. 79–104.
- VICKERS, J., YARROW, G., 1988. Privatization: An Economic Analysis. **MIT Press**, London.
- MANSUR, YUSUF M., 1995. **Fuzzy Sets and Economics**. Cap 1. pp 1- 35
- ZEITHAML, V., PARASURAMAN, A., BERRY, L. Problems and Strategy in Services Marketing. **Journal of Marketing**, 49, oo. 33-46. (1985).
- ZADEH, L.A. Fuzzy sets, **Information and Control** 8(3):338–353, 1965.