

1 Introdução

Com uma área continental de 8.514.876,599 milhões de quilômetros quadrados¹, o Brasil possui uma população de 193.017.646 milhões de habitantes² e um PIB superior a R\$ 700 bilhões. Estatísticas (Ibge, 2010) que asseguram ao Brasil a posição de maior economia e de liderança na América Latina, com 34% do PIB e 33% da população dos países latino americanos.

A edição do “Informe Brasil 2010” pelo (Instituto Valenciano De La Exportación, 2010), o crescimento nas economias emergentes ultrapassará 5% e esse dinamismo econômico se liga ao aumento em sua importância global. Em particular, Brasil, Rússia, Índia e China (países emergentes denominados BRIC) já representam quase a metade (42%) da população do mundo e quase a quarta parte (23%) da produção mundial.

Segundo avaliação realizada pela Iberglobal (Barômetro Ibero Americano de Mercados Emergentes), o Brasil representa o mercado emergente que oferece melhores perspectivas de negócios no curto e médio prazos. O Brasil é caracterizado por um aumento da renda média das famílias devido ao crescimento do PIB, superior à média histórica de 2,2%, juntamente com a distribuição de renda realizada pelo governo Lula, através dos programas sociais que proporcionaram redução da desigualdade social e o aumento da renda.

Este aumento da renda média gerou maior impacto no PIB no setor de serviços conforme mostra a Figura 1, que ilustra o fornecimento de energia elétrica para os casos residencial comercial e industrial, trazendo como

¹ IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: O resultado obtido no CENSO 2000 apresentou significativa melhoria na metodologia dos processos de cálculo de área, na identificação e representação cartográfica dos polígonos Estaduais e Municipais por substituição e atualização de bases cartográficas, retratando as alterações impostas por instrumentos legais. Nestas circunstâncias, obteve-se para a área do Brasil o valor de 8.514.876,599 km², o que corresponde a um incremento de aproximadamente 0,008% do valor publicado na Sinopse Preliminar do CENSO 2000. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br> >

² Estimções ao 3 de junho de 2010, calculadas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

consequência uma atividade amplamente dinâmica para o setor elétrico que se tornou o motor do avanço econômico do país.

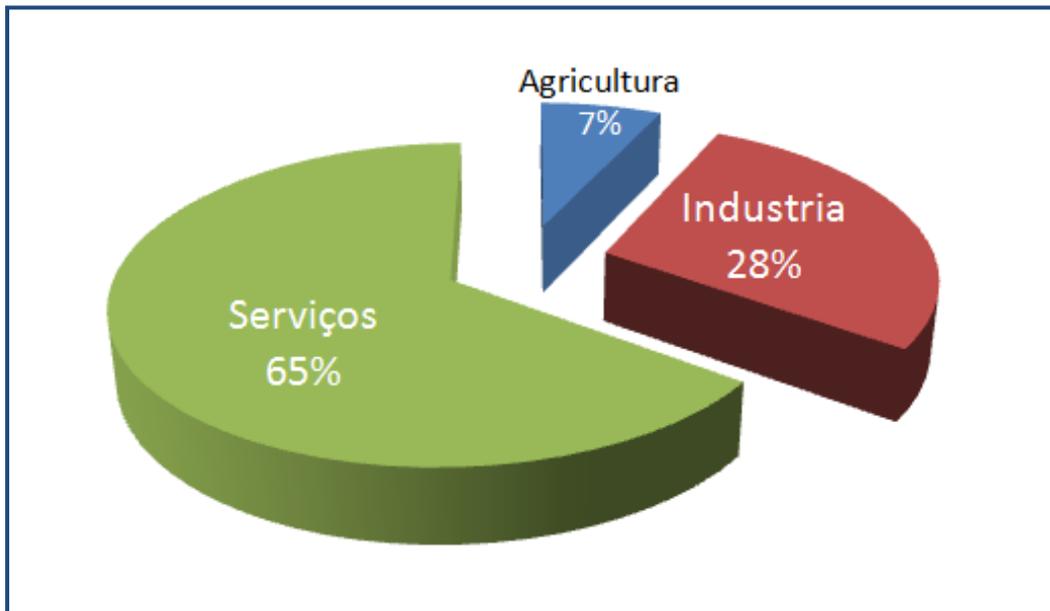


Figura 1 - O PIB brasileiro (2008)

Fonte: IVAEX (Instituto Valenciano de la Exportación, 2010)

Outro dado importante é fornecido pelo Banco Mundial (Camargo, 1996), explicitando uma estreita relação entre o consumo de energia elétrica com o produto nacional bruto, conforme ilustrado na Figura 2 destacando o crescimento médio de vários países no período 1985-1991³. Olhando por este enfoque e considerando o crescimento da economia brasileira é possível concluir que o setor elétrico experimentou também um grande crescimento, conclusão que será discutida mais a frente.

³ C. Celso de Camargo, Tese de Doutorado: *Gerenciamento pelo lado da demanda: Metodologia para identificação do potencial de conservação de energia elétrica de consumidores residenciais*. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC Outubro de 1996.

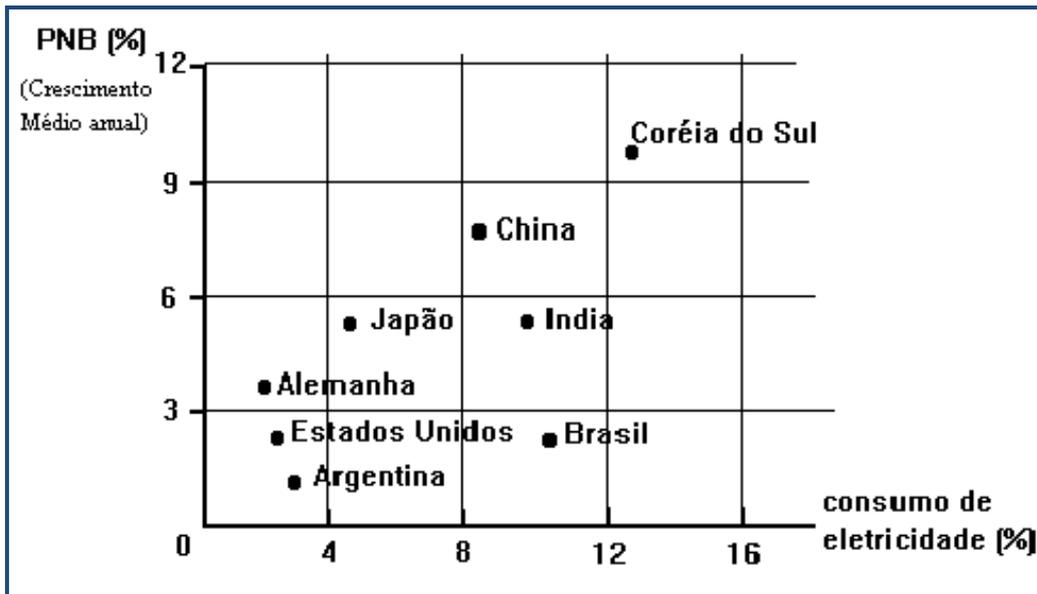


Figura 2 - Relação entre PNB e consumo de eletricidade

Fonte: Banco Mundial

Segundo informações técnicas da Aneel, o País tem uma capacidade de geração de energia instalada de 106.569 (MW) dos quais, 70,83% (75.484 MW) corresponde à energia hidráulica e 23,79% (25.350 MW) de geração térmica. Há também outras fontes de geração como a eólica, nuclear e solar, cuja proporção no total da matriz energética representa apenas 5.3%.

(Batista, 2007) afirma que o sistema elétrico é dividido em dois subsistemas principais: o sistema Sul/Sudeste/Centro-Oeste (S/SE/CO) e o sistema Norte/Nordeste (N/NE). O primeiro sistema é o maior, representando cerca de 80% da capacidade instalada total. Desde 1998, ambos os sistemas são interligados por uma linha de 500 kV de cerca de 1000 km de comprimento.⁴

Fazendo uso do Simulador de Tarifas de energia elétrica proposto, o presente trabalho busca sensibilizar clientes potenciais para o uso eficiente da energia elétrica. A ferramenta proposta visa estimar para um cliente com um determinado padrão de consumo a melhor opção para o seu enquadramento tarifário; contribui, portanto, para harmonizar os entes do sistema: geração, transmissão, distribuição, consumidores finais e o meio ambiente.

⁴ Fabio Rodrigo Siqueira Batista, Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. "Estimação do Valor Incremental do Mercado de Carbono nos Projetos de Fontes Renováveis de Geração de Energia Elétrica no Brasil: Uma Abordagem pela Teoria das Opções Reais" Março 2007.

Neste contexto, o capítulo 2 do trabalho apresenta uma visão ampla do setor elétrico brasileiro analisando e caracterizando-o a partir dos aspectos mais relevantes que o impactam e tomando por base os seus principais atores e as instituições reguladoras.

1.1. Problematização

Tendo em vista os diferentes aspectos de natureza social, tecnológica, econômica, meio ambiente e político (STEMP) que condicionam e determinam o setor, a tarifação possui relevância no cenário elétrico nacional e mundial.

Segundo (Munasinghe, 1981; Camargo, 1996), as tarifas aplicáveis a um sistema elétrico de potência devem contemplar diversos aspectos, dentre esses:

- os recursos econômicos da nação devem ser alocados de modo eficiente, não somente entre os diferentes setores da economia, mas também dentro do próprio setor elétrico;
- uma alocação justa de custos entre os consumidores de modo a refletir a carga que cada um impõe ao sistema, assegurando um nível razoável de estabilidade de preços, ou seja, evitando flutuações acentuadas nos mesmos e ainda propiciar um nível mínimo de serviço para aquelas pessoas que não tenham condições de arcar com os custos totais;
- as tarifas deverão gerar recursos suficientes para permitir novos investimentos por parte das concessionárias de energia elétrica;
- a estrutura de tarifação deverá ser simples, de modo a facilitar a medição e a cobrança aos consumidores;
- permitir a inclusão de outras considerações de ordem política e social, como por exemplo, o subsídio a determinadas áreas de modo a propiciar o desenvolvimento econômico de certas regiões.

No mundo financeiro e comercial, tudo gira em torno dos princípios dos pilares da atividade econômica conhecida como *a lei de oferta e demanda*, no dia-a-dia daqueles que fazem a sociedade de consumo. Se de um lado, aqueles que oferecem bens ou serviços (distribuidores), utilizam estratégias para criar interesse comercial em termos de qualidade e preço, do outro lado estão aqueles que demandam produtos ou serviços (consumidor). Uns procuram obter bons produtos e serviços sem ter em conta o preço que deve pagar; outros procuram apenas não afetar a sua economia imediata; existindo ainda aqueles que procuram otimizar a sua aquisição negociando produtos a preços razoáveis. Nessa visão, no âmbito da comercialização da energia elétrica, esta dissertação procura responder às seguintes questões:

- Existe equilíbrio justo entre as tarifas pagas pelo consumidor e o retorno obtido pelas concessionárias selecionadas?
- As tarifas pagas pelos consumidores das concessionárias selecionadas são estatisticamente equivalentes?
- As tarifas e encargos aplicados pelas concessionárias selecionadas oneram as tarifas dos consumidores?
- Qual a tipologia da curva de carga dos consumidores (dias úteis, sábados, domingos e feriados) e possíveis sazonalidades?
- Se for utilizado algum tipo de tecnologia para redução do consumo (tipo Termoacumulação), qual seria a redução da tarifa para o consumidor e qual seria a atratividade para a concessionária (modelo de simulação)?

No contexto dessas questões colocadas, a questão principal da dissertação é:

“Que modelo estatístico permite obter simulações confiáveis do sistema tarifário de consumo e de demanda de energia elétrica para consumidores do Tipo A das concessionárias selecionadas?”

1.2. Objetivo geral

Esta dissertação tem como objetivo desenvolver uma ferramenta computacional baseada em um modelo estatístico que permita realizar simulações confiáveis no sistema tarifário de consumo e de demanda de energia elétrica para os consumidores Tipo A (grandes clientes) das concessionárias selecionadas.

1.3. Objetivos específicos

Em sintonia com o objetivo central da dissertação, são os seguintes os objetivos específicos:

- Determinar se há um equilíbrio justo entre as tarifas pagas pelo consumidor e o retorno obtido pelas concessionárias selecionadas.
- Realizar uma comparação estatística das tarifas pagas pelos consumidores das concessionárias selecionadas.
- Verificar se os encargos aplicados pelas diversas concessionárias oneram as tarifas dos consumidores.
- Identificar a tipologia da curva de carga dos consumidores (dias úteis, sábados, domingos e feriados) e possíveis sazonalidades.
- Avaliar a redução do consumo dos grandes clientes, utilizando algum tipo de tecnologia alternativa de consumo (p.ex. Termoacumulação).
- Determinar o nível de redução da tarifa para o consumidor e a atratividade para a concessionária (modelo de simulação).
-

1.4. Motivação

Esta pesquisa se insere no contexto de um Projeto de P&D do Programa LIGHT-ANEEL (P&D Ref. 03/2008) recentemente desenvolvido pelo PósMQI, com a colaboração do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio, do qual o autor desta dissertação participou como pesquisador estudando os seguintes aspectos:-se vários aspectos deram os suportes para presente projeto, são eles⁵:

- É viável a aplicação da termoacumulação como estratégia de deslocamento de cargas entre períodos de alta e baixa demandas.
- A termoacumulação pode ser muito útil para aliviar o sistema elétrico.
- Os setores que mais podem se beneficiar da tecnologia da termoacumulação são os grandes clientes (Hospitais, Clínicas, Laboratórios, Hotéis, Prédios comerciais, Indústrias, Shoppings e Supermercados).
- Quanto mais clientes no nível de tensão AS instalarem o sistema de termoacumulação, deslocando carga, tirando a sobrecarga do mesmo, melhores serão as possibilidades do uso mais racional do sistema subterrâneo.
- Quando incentivados os consumidores se mostram tendenciosos a mudar de hábitos e aceitar a inovação que o sistema representa.
- Existem subsídios para proposição de tarifas diferenciadas, uma vez que existe um grande percentual de clientes potenciais ao uso do sistema e se incentivados, tendem a aceitação do mesmo.

Beneficiando-se dos resultados deste projeto, as concessionárias poderão estabelecer um padrão para ser utilizado como o seu *benchmarking*. Uma ferramenta computacional para estimar as tarifas se faz necessária para redirecionar o enquadramento dos clientes que adotaram a tecnologia de Termoacumulação e para aqueles os clientes que não, a adotaram. A pesquisa será desenvolvida por meio de um estudo de caso, cujas unidades de análise envolvidas foram: LIGHT, CEMIG, AMPLA, AES ELETROPAULO Paulo, ELEKTRO, CPFL.

1.5. Contexto

O presente trabalho desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Metrologia se justifica pela importância da medição no cômputo do consumo de energia assim permitindo o correto faturamento imposto aos consumidores. O

⁵ Relatório do Projeto P&D LIGHT-Aneel 03/2008: Racionalização do uso de energia e aplicação de termoacumulação como estratégia para proposição de tarifa diferenciada voltada a cliente comerciais de alto consumo. P&D desenvolvido pelo PósMQI/PUC-Rio. Rio de Janeiro, 27 de Agosto de 2010.

papel da medição no faturamento explicita a importância da metrologia para a gestão do sistema elétrico. Essa é uma área sensível já que erros de medição podem impactar ambos os lados, a concessionária, que precisa de recursos para assegurar serviços de qualidade ou o consumidor, que não deseja pagar um consumo maior que aquele efetivamente utilizado. O controle metrológico de medidores assegura o equilíbrio justo entre as partes interessadas. Em se tratando de grandes clientes, cujos consumos podem representar quantias elevadas, o controle das incertezas de medição no consumo podem impactar de forma expressiva o faturamento, para mais ou para menos.

A presente dissertação de Mestrado foi desenvolvida na interface de duas linhas de pesquisa do Programa de pós-graduação em metrologia: *medição e instrumentação* (linha #1), pela necessidade de assegurar que medidores medem corretamente e gestão (linha #2), já que o trabalho monitora e simula tarifas como instrumentos de tomada de decisão para as concessionárias.

Nesse contexto, o trabalho desenvolveu-se em articulação com um Projeto de P&D do setor elétrico que requereu a simulação de tarifas e a mensuração do faturamento com base em medições metrologicamente confiáveis de consumo de energia elétrica.

1.6. Metodologia

Segundo a taxonomia proposta por (Vergara, 2005), a metodologia utilizada na presente pesquisa é classificada quanto aos fins, quanto aos meios de investigação e quanto a sua natureza.

Quanto aos fins, a pesquisa classifica-se como exploratória, pois o tema das tarifas é uma preocupação ainda em outros países da América Latina e do mundo; descritiva, porque se compararam descritivamente as tarifas aplicadas por um conjunto de concessionárias, e aplicada porque se utiliza conhecimentos gerais para ser aplicado no problema das tarifas.

Quanto aos meios de investigação, é uma pesquisa bibliográfica, documental, *ex post facto* e estudo de caso. Na Figura 3 se ilustra o tipo de caso. É de tipo incorporado, as unidades de análise são compostas por um conjunto de seis concessionárias distribuidoras de energia elétrica que operam no subsistema de

Sul/Sudeste/Centro-Oeste (S/SE/CO), cujas informações obtidas de cada uma delas são complementares para efeitos do estudo. É projeto de caso único, pois é o mesmo problema para as seis unidades de análise, porque são as empresas com as mesmas funções dentro do sistema elétrico.

Quanto a sua natureza, a pesquisa é predominantemente quantitativa, já que trata-se de estimações de faturação baseados em variáveis estabelecidas como são as tarifas, os tributos e encargos estabelecidos por a legislação do setor elétrico.

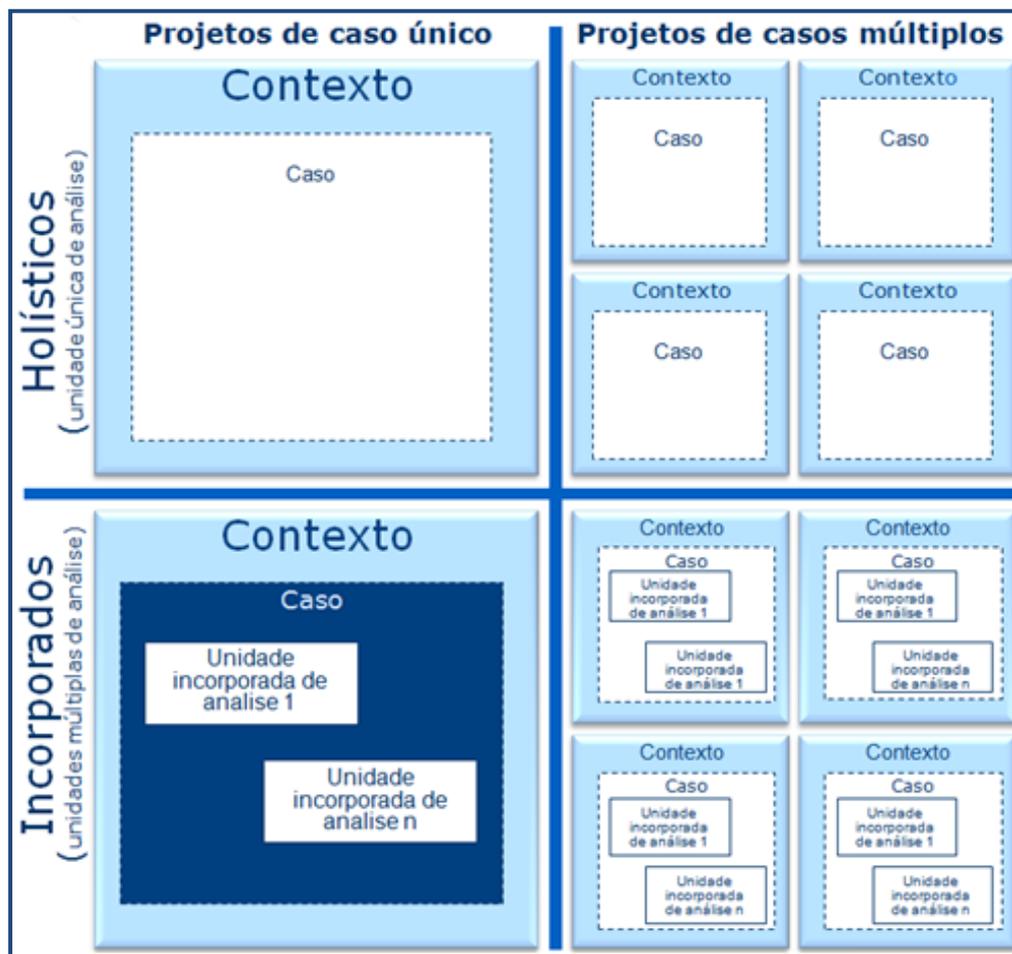


Figura 3 - Esquema para a identificação do estudo de caso

Fonte: (Yin, 2005)

A Figura 4 apresenta o desenho da pesquisa, caracterizando a seqüência do seu desenvolvimento, estruturada segundo três fases complementares: (1) exploratória; (2) aplicada e (3) conclusiva. O desenho da pesquisa mostra, ainda, o encadenamento lógico dos trabalhos de investigação, bem como seus principais componentes e métodos utilizados, enfatizando a consolidação dos resultados em

intonia aos objetivos originalmente formulados provendo as respostas às questões suscitadas.

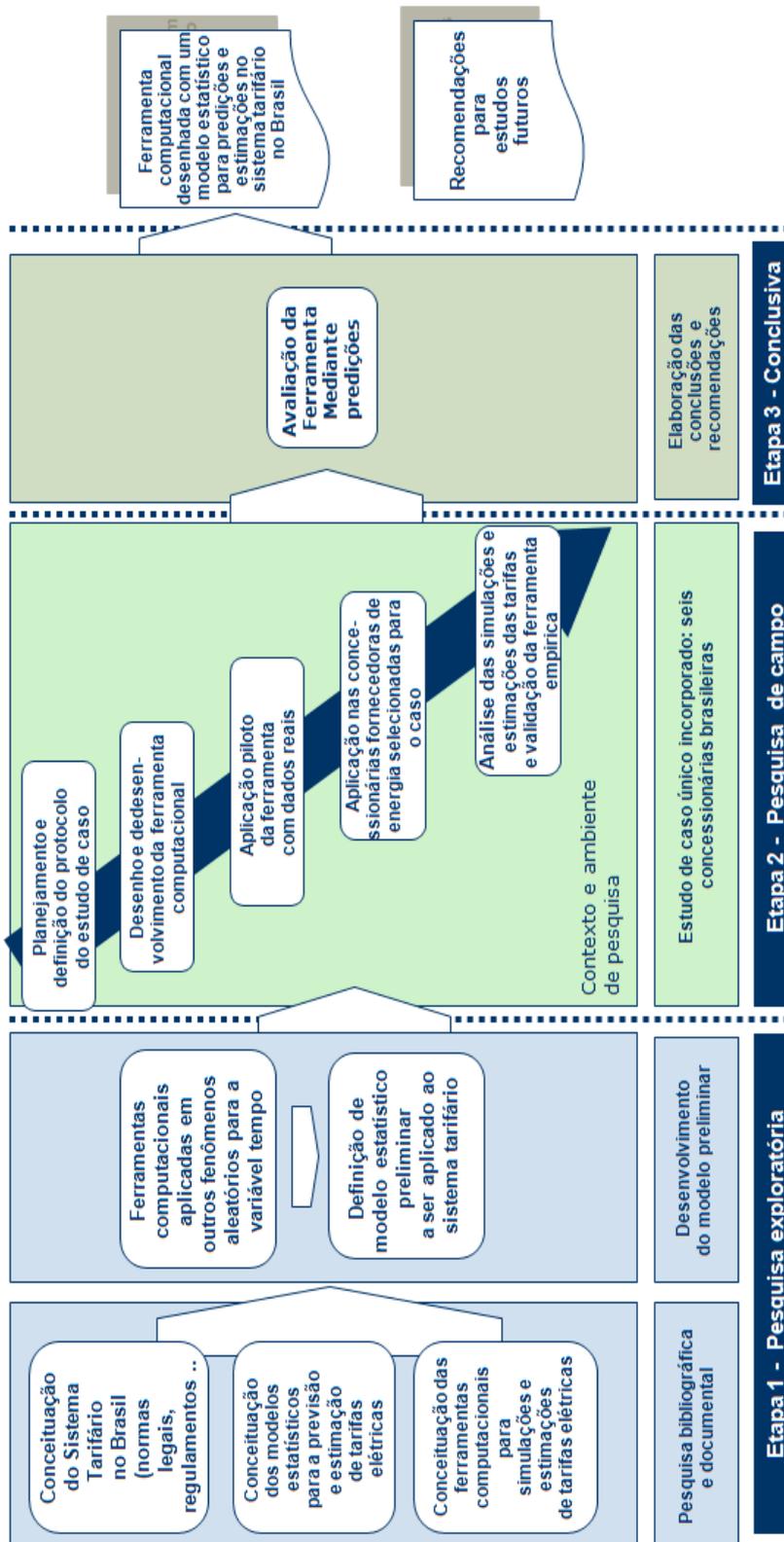


Figura 4 - Desenho da pesquisa: detalhamento das fases da pesquisa

1.7. Conceitos básicos

No desenvolvimento desta dissertação utilizam-se termos técnicos os quais, para uma maior familiaridade do leitor, foram mencionadas de forma detalhada em uma seqüência de conceitos relevantes incluídos no Anexo 1 para orientar o entendimento do trabalho.

1.8. Estrutura da dissertação

A presente dissertação de mestrado encontra-se estruturada em sete capítulos, cujos conteúdos são a seguir sucintamente caracterizados.

Capítulo 1 – Introdução. Apresenta e contextualiza o tema de maneira geral, destacando o cenário macro econômico do país no qual o presente estudo foi desenvolvido. O capítulo discute, ainda, a problemática, objetivo e a metodologia utilizada no desenvolvimento desta pesquisa de mestrado.

Capítulo 2 – Setor elétrico brasileiro. Este capítulo descreve o setor elétrico brasileiro nas últimas décadas, suas principais características como também as diferentes instituições (ANEEL, MAE/CCEE, ONS) que atuam de forma integrada no desenvolvimento do sistema elétrico brasileiro, envolvendo os segmentos do planejamento, geração, transmissão, distribuição e consumidores finais. No contexto dessa ação, discute o impacto econômico nas tarifas de energia elétrica para os consumidores finais.

Capítulo 3 – Tarifas aplicadas. Este capítulo descreve em detalhes a estrutura tarifária de energia elétrica, mais especificamente abordando os seguintes tópicos:

- Classes e subclasses de consumo: Tarifas para consumidores do grupo A (alta tensão) e do grupo B (baixa tensão);
- Componentes das tarifas: (i) Demanda de potência fixada em R\$/KW e (ii) Consumo de energia fixada em R\$/MWh e especificadas nas contas mensais do consumidor em R\$/kWh;
- Composição das tarifas em função da Parcela A (Não gerenciáveis) que independem da gestão da empresa distribuidora e Parcela B (Gerenciáveis), administrados pela própria distribuidora.

Capítulo 4 – Análise dos tributos das principais concessionárias. Neste capítulo serão abordados os subsídios teóricos dos modelos estatísticos através de

análises de séries temporais correspondentes aos tributos e encargos incidentes sobre a tarifa de energia elétrica de uma amostra de seis empresas brasileiras selecionadas.

Capítulo 5 – Simulador de tarifas (sistema). O produto final da dissertação é o simulador de tarifas de energia elétrica. O capítulo apresenta as características básicas do simulador e descreve suas funcionalidades.

Capítulo 6 – Estimação e simulação das tarifas de energia elétrica dos grandes clientes estratificadas por concessionária. Esta seção apresenta a aplicação do simulador fazendo uso de dados reais das concessionárias. Estratificados em gráficos e tabelas, os dados apresentados formam a base para a elaboração das conclusões.

Capítulo 7 – Conclusões e recomendações. Resgatando os objetivos originalmente formulados e as questões básicas suscitadas, este capítulo final discute os resultados e apresenta as principais conclusões do trabalho. Com o propósito de sinalizar possíveis desdobramentos do trabalho, recomendações específicas são apresentadas.