

1

Introdução

Energia é um insumo indispensável para toda e qualquer atividade humana. Da disponibilidade energética dependem todas as atividades econômicas, os transportes, a produção industrial, as comunicações, o comércio, a conservação de alimentos, só para citar algumas. A geração e utilização racional e eficiente da energia são condicionantes cada vez mais vitais para a sociedade, seja por razões ecológicas, seja por motivos econômicos (competitividade e qualidade de produto). No contexto do processo de desenvolvimento sustentável, que tem orientado as grandes nações a buscar implementar tal ação, os padrões de produção de energia, sua distribuição e sua utilização são decisivos para melhoramentos contínuos na qualidade de vida. Nessa visão, e em sintonia com a terceira geração de normas ISO, é fundamental o equilíbrio entre as áreas relativas à energia, meio ambiente, responsabilidade social e relação do trabalho, o que sinaliza claramente para a grande necessidade de desenvolvimentos de projetos sustentáveis [1–5].

Dados dos resultados preliminares do Balanço Energético Nacional de 2008 (BEN, 2008 - preliminar)[2] revelam que no Brasil, diferentemente de alguns países desenvolvidos, o consumo de energia elétrica continua seguindo trajetória de crescimento superior à evolução da economia ¹. Para acompanhar este crescimento da demanda por energia elétrica, estimado em 4,2% ao ano no período, de acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica (PDE 2006/2015) [4], o Brasil necessita aumentar sua capacidade de geração de forma a atender plenamente ao mercado. Para a implementação desta projeção, são ainda necessárias diversas ampliações dos seguimentos que complementam o sistema que permite distribuir a energia elétrica ao seu cliente final, ou seja, acrescentar:

- redes de transmissão;
- subestações associadas às redes de transmissão;
- redes de distribuição em média tensão e em baixa tensão;

¹O consumo final de energia elétrica no ano de 2007 cresceu 5,7% em relação ao ano de 2006. O crescimento do PIB brasileiro em 2007 foi de 5,4% segundo o IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

- transformadores associados às redes de distribuição em média tensão e baixa tensão;
- redes subterrâneas.

Atualmente, no Brasil, o crescimento do consumo de energia elétrica é maior do que a mera capacidade de expansão do sistema instalado. De acordo com o BEN 2008 [3], a oferta interna de energia elétrica (OIEE) cresceu 5,0% em 2007 em relação ao ano de 2006, enquanto que o consumo final de energia elétrica cresceu 5,7% para o mesmo período de análise. As dificuldades de expansão devem-se principalmente à escassez de recursos aliada a outros aspectos relacionados ao crescente custo marginal de expansão. Pesam, ainda, as corretas pressões pela preservação ambiental e pela responsabilidade social, tendo em vista que atualmente o novo paradigma é o desenvolvimento sustentável de forma integral. Embora dispondo de posição altamente favorável — a matriz energética brasileira é considerada a “mais limpa” do mundo, para a OIEE (Oferta Interna de Energia Elétrica), segundo o BEN2008, 81% originária de recursos hídricos — a perspectiva de crescimento para 2009 é menor do que o consumo de energia. O crescimento da oferta de energia elétrica previsto para 2009 deve permanecer entre 4 e 5%, podendo até reduzir dependendo do impacto da atual crise econômica mundial sobre o Brasil².

Cada vez mais a otimização do uso de energia elétrica vem se tornando fator essencial para o desenvolvimento, não só pelas dificuldades na obtenção de novos investimentos governamentais e privados para a execução de obras de ampliação do sistema elétrico, como pelos impactos ambientais que se evitam, com postergações de novas usinas. É, portanto, fundamental para a retomada do desenvolvimento econômico que se estabeleça uma responsabilidade solidária entre a sociedade, o setor elétrico e seus respectivos consumidores, no sentido de atuar tanto na oferta quanto nos usos finais da eletricidade, visando sempre a otimização dos investimentos e o aumento da eficiência energética global.

O gerenciamento de energia desempenha um papel importante no planejamento do setor elétrico em função de suas características. Os custos dos projetos de otimização do sistema elétrico são significativamente inferiores ao custo da expansão do mesmo. E mais, o prazo do retorno do investimento e o prazo de maturação dos projetos são bastante reduzidos quando comparados aos de usinas termelétricas de grande porte, principalmente as usinas hidrelétricas.

²Entrevista dada pelo Sr. Ministro de Minas e Energia ao Jornal O Globo, em 4 de Janeiro de 2009.

No passado, devido à falta de tecnologia, falta de preocupação com os aspectos ambientais, baixas tarifas de energia, e também suprimento de energia sem problemas, não era atrativo para os consumidores investir em processos para redução dos custos da energia e no aumento da confiabilidade do sistema elétrico.

Será estudada nesta dissertação de mestrado a utilização de uma tecnologia alternativa para racionalização do uso da energia gerada, a termoacumulação que, em conjunto com a construção de novos produtos tarifários, poderá agregar valor a toda a cadeia do setor elétrico. Uma proposta que visa trazer benefício para todos: meio ambiente, investidor, concessionária, cliente e sociedade. Pretende-se mostrar que essa alternativa é eficaz e que a sua proposição, soma esforços para a construção de novos produtos tarifários que visem à utilização de energia elétrica de forma racional.

Os sistemas de climatização respondem por boa parte do consumo de energia das unidades comerciais. Esses equipamentos normalmente são operados durante o dia, e ainda, de forma geral, também permanecem operacionais parte ou a totalidade do período de ponta³ do sistema elétrico.

A tecnologia desenvolvida com a utilização da termoacumulação permite tornar o uso desse sistema de climatização mais eficiente e racional. O princípio básico da termoacumulação é gerar um efeito frigorífico (no jargão popular, “gerar frio”) ao longo da noite, armazená-lo e usá-lo para resfriar o ambiente num momento posterior. Do ponto de vista termodinâmico, a termoacumulação viabiliza a armazenagem da energia (na forma de energia térmica interna) para posterior uso, já que a energia elétrica gerada não pode ser armazenada.

O objetivo da termoacumulação, na visão do sistema elétrico, não é proporcionar economia de energia elétrica, mas sim a racionalização do seu uso pelo deslocamento de demanda do período de alta utilização do sistema elétrico para outro de baixa utilização.

A idéia central deste trabalho é apresentar e sugerir a aplicação de uma tarifa diferenciada, para um período de nove horas contínuas, durante o horário de 22h às 7h, para sistemas de refrigeração. Com a aplicação deste conceito, será possível, por exemplo, transferir o consumo em horários em que há alta ocupação do sistema subterrâneo —região centro do Rio de Janeiro, área de concessão de distribuição de energia elétrica da Light— para outro bloco em que se comprova a ociosidade da rede.

³Período de Ponta: Atualmente o período de ponta no sistema elétrico brasileiro se encontra entre 17h00min e 22h00min, nos dias úteis, sendo que o horário de ponta é constituído por 3 horas consecutivas, à escolha da concessionária. A Light utiliza o horário de ponta entre de 2^a a 6^a feira entre 17h30min e 20h30min. Já a Cemig, utiliza o horário de ponta de 2^a a 6^a feira entre 18h00min e 21h00min.

1.1

A problemática no período de ponta do sistema elétrico no Brasil

Devido ao maior carregamento do sistema elétrico no horário de ponta⁴, verifica-se que um novo consumidor a ser atendido pelo sistema nesse horário custará mais a toda a cadeia do setor elétrico (geração, transmissão e distribuição). Pelo lado do consumidor, com a globalização da economia, os custos referentes aos insumos básicos de produção influenciam na concorrência mundial dos produtos de qualquer empresa. O custo da energia elétrica impacta diretamente o custo total para a produção de produtos e serviços de uma empresa. Isto é, produtos competitivos têm que ter como objetivo a eficiência global de seu sistema produtivo, e esta eficiência passa pela redução de todos os custos que lhe são associados. As empresas que funcionam em regime contínuo e que não podem interromper a sua produção no horário de ponta convivem com os altos custos de energia elétrica neste horário. Como exemplo uma indústria⁵ de bebidas tem em seu fator de energia elétrica, a participação do consumo de energia elétrica no período de ponta da ordem de 10% de suas horas mensais (66 horas para ponta contra 664 horas para fora de ponta), com um custo próximo a 50% do total da sua fatura de energia elétrica. Fato que pode ser verificado nas figuras 1.1 e 1.2, que explicitam, do ponto de vista financeiro, as dificuldades de se manter um processo competitivo nesse horário. Dessa forma, viabilizam-se projetos para transferência de cargas do horário de ponta para o fora de ponta.

Dependendo da região⁶ do país, o preço de energia elétrica durante o período de ponta pode superar em até a 10 vezes aquele do seu equivalente durante o resto do dia. Transferência da carga nesse período pode reduzir a despesa mensal com energia elétrica em valores que variam de 20% a 50% do total da fatura.

Com o projeto de termoacumulação, aplicado a sistemas de condicionamento central efetuados por grandes ou médios consumidores de energia elétrica, é possível reduzir os valores de demanda solicitados ao sistema elétrico no período de ponta. Com isto serão geradas economias para os consumidores e o país poderá amenizar os investimentos necessários para a ampliação de seu sistema para os intervalos de maior demanda.

⁴O horário de ponta caracteriza-se por 3 horas consecutivas. No Rio de Janeiro na área de concessão da Light este horário é definido de 17h30min às 20h30min.

⁵Os dados apresentados são reais. Não será apresentado o nome da unidade industrial para preservar a confidencialidade da mesma.

⁶Com exemplo: Tarifa (horosazonal verde A4 - 2,3 a 25 kv) da Coelba para consumo ponta úmido tem o valor de R\$ 1.379,09 / MWh e para consumo fora de ponta úmido R\$ 113,03 / MWh, referência Resolução da Aneel nº806, 14 de Abril de 2009

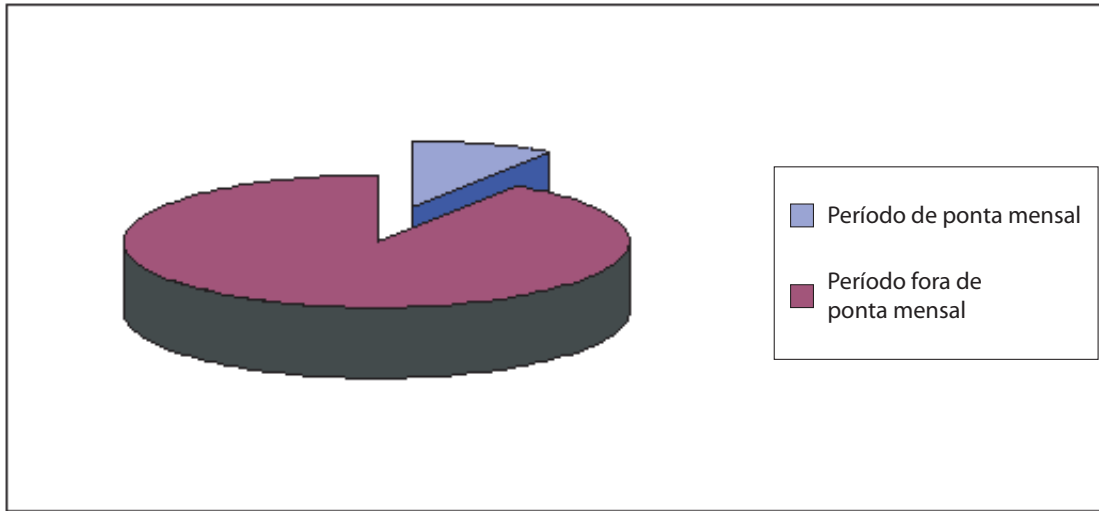


Figura 1.1: Participação do consumo de energia elétrica mensal nos períodos de ponta e fora de ponta.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0713645/CA

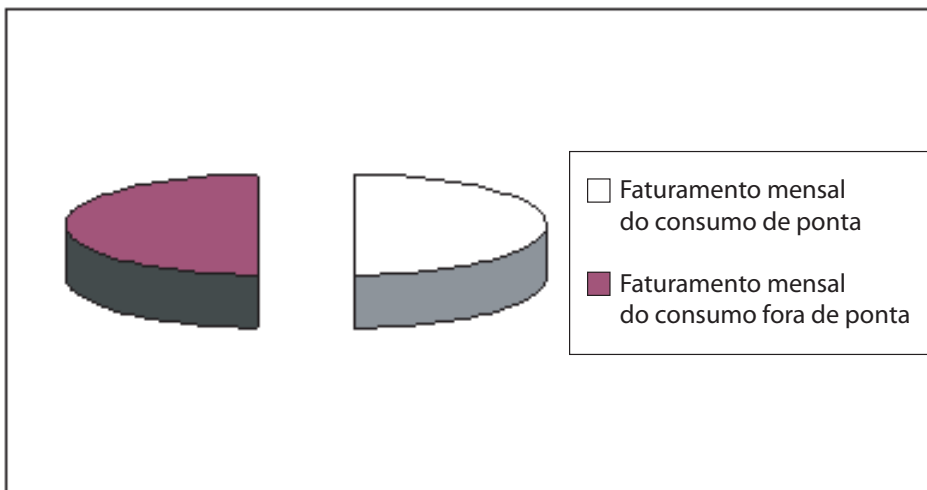


Figura 1.2: Participação no faturamento mensal de energia elétrica (ponta e fora de ponta).

Este trabalho de pesquisa objetiva prover argumentos capazes de motivar os grandes e médios consumidores de energia elétrica que fazem uso de sistemas de condicionamento central a considerarem a alternativa da termoacumulação. A análise da viabilidade técnica e econômica desses projetos comprova a factibilidade do projeto com redução da utilização de energia elétrica para os horários mais críticos para o sistema elétrico. Dessa forma, reduz a demanda de energia elétrica oriunda do sistema interligado nacional (SIN). Assim, será possível auferir ganhos com economia financeira na compra de energia elétrica e redução de custos com a instalação industrial ou comercial. Com isso posterga-se a construção de novas usinas que tenham como objetivo a atender aumentos de energia demandados no sistema de ponta do sistema elétrico.

1.2

O Sistema Interligado Nacional (SIN)

O Brasil tem um extenso sistema de transmissão, em que as linhas criam uma complexa rede de caminhos alternativos para escoar com segurança a energia produzida até os centros de consumo. Além disso, esses sistemas contribuem para a integração entre as regiões, permitindo que os consumidores sejam beneficiados pela diversidade do comportamento das vazões entre rios de diferentes bacias hidrográficas [6, 7].

Sob o ponto de vista organizacional, o sistema elétrico brasileiro tem múltiplos proprietários, de diferentes portes e naturezas, cada qual buscando atingir seus próprios objetivos empresariais. Dentro do processo de desverticalização e privatização das empresas, o número de agentes aumentou significativamente, bem como o nível de competição entre eles.

Os investimentos em infra-estrutura para o setor elétrico (geração, transmissão e distribuição) são, via de regra, elevadíssimos. No que concerne à regulação, esta envolve uma série de atores. Dentre estes a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) [8]; Ministério de Minas e Energia (MME); Poder Legislativo; Conselho Nacional de Política Energética (CNPE); o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), o investidor (geração, transmissão e distribuição) e o usuário final (cliente). Nesse sentido, surge a necessidade de uma busca contínua de equilíbrio entre todos os agentes do setor elétrico para a modicidade tarifária. Proposições de novas alternativas tarifárias podem ser apontadas como medidas fundamentais no novo cenário proposto, que contempla a termoacumulação.

Segundo o Operador Nacional do Sistema (ONS), estudos realizados com a configuração do sistema em 2000 comprovaram que a operação integrada

aumenta a disponibilidade de energia do parque gerador em 22%⁷. E isso sem a necessidade de intervenção em novas usinas e equipamentos, em relação ao que se teria se cada empresa operasse suas usinas isoladamente. Há entretanto de se considerar o aumento do custo de transmissão. Sob o ponto de vista de suprimento, no Brasil, a distribuição de energia elétrica se dá segundo um complexo sistema interligado, abrangendo toda a sua vasta região geográfica de dimensões continentais. Atualmente, apenas 3,4% da capacidade de produção de eletricidade no país se encontra fora desse sistema; estão isolados em pequenos sistemas, localizados principalmente na região amazônica⁸.

1.3

Tarifação de energia elétrica

Até 1981, o único sistema de tarifa então utilizado —denominada Tarifa Convencional— não permitia que o consumidor percebesse os reflexos decorrentes da “forma” de uso da eletricidade, já que não havia diferenciação de tarifas segundo sua utilização durante as horas do dia e períodos do ano. Era indiferente para o consumidor utilizar energia elétrica durante a madrugada ou no final da tarde, assim como consumir durante os meses de janeiro ou julho.

Com isso, o perfil do comportamento do consumo ao longo desses períodos reflete uma “tendência natural”, vinculada exclusivamente aos hábitos de consumo e às características próprias do mercado de uma determinada região. Ocorre sem que os consumidores tenham em conta a dimensão do investimento necessário para assegurar suprimento elétrico. Na prática, os consumos no horário de ponta eram subsidiados pelos usuários do período fora da ponta.

A figura 1.3, a seguir, mostra para o caso do subsistema sudeste, o comportamento médio do mercado de eletricidade ao longo de um dia.

Observa-se, no horário entre 17h e 22h, uma intensificação do uso de eletricidade. Esse comportamento resulta das influências individuais das várias classes de consumo que, normalmente, compõem o mercado, ou seja: industrial, comercial, residencial, iluminação pública, rural e outras.

A participação de cada classe pode ser observada, conforme apresentada na tabela 1.1.

O horário de maior uso identificado na figura 1.3 é denominado “período de ponta” do sistema elétrico. Este é justamente o período em que as redes de distribuição absorvem a sua maior carga, atingindo seu valor máximo

⁷Boletim de informações institucionais do Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS - 2000

⁸www.ons.org.br - acessado em 14/01/09.

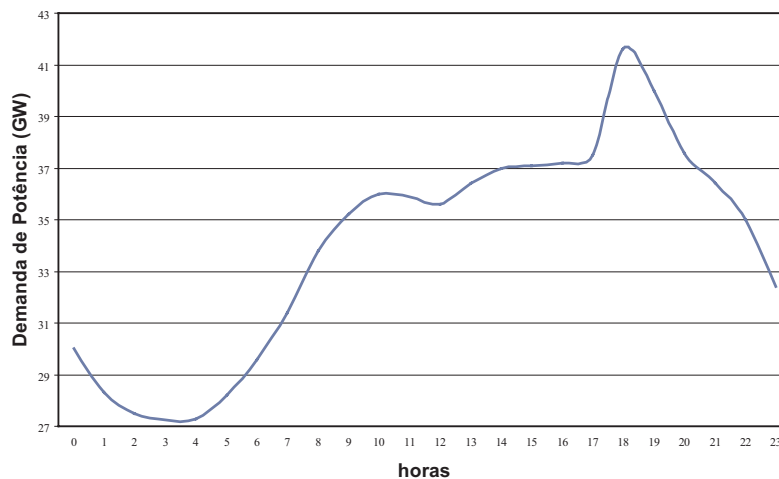


Figura 1.3: Curva diária de carga do SIN (Subsistema Sudeste). - Fonte: ONS 2008

Tabela 1.1: Consumo de energia elétrica por classes no Brasil. - Fonte: BEN 2008

CLASSES	TWh / ano	PARTICIPAÇÃO (%)
Residencial	90.9	24
Industrial	192.6	46
Comercial	58.5	16
Outros Setores	70.1	14
Total	412.1	100

aproximadamente às 19h⁹, variando pouco este horário de pico de região para região. A análise desta curva de demanda atendida permite concluir que um novo consumidor a ser atendido pelo sistema custará mais nesse período de maior solicitação do que em qualquer outro horário do dia. Conclusão essa que se fundamenta na necessidade de ampliação do sistema para atender a carga neste horário.

Devido a fatos típicos do comportamento da carga ao longo do dia e ao longo do ano em relação à disponibilidade de água para hidrogeração, foi concebida a Estrutura Tarifária Horo-Sazonal —*Tarifas Azul e Verde*—, que compreendem a sistemática de aplicações de tarifas a preços diferenciados de acordo com os horários do dia (ponta e fora de ponta) e períodos sazonais do ano (seco e úmido). A *Tarifa Azul* foi concebida em 1982 e a *Tarifa Verde* em

⁹No Brasil, há em cada região horários diferenciados para valor máximo de carga podendo na região Norte ser próximo das 22h.

1988¹⁰.

A atribuição de preços diferenciados se justifica principalmente por motivos originados no sistema elétrico, tendo em vista a necessidade de:

- estimular o deslocamento de parte da carga para os horários em que o sistema elétrico estiver menos carregado;
- orientar o consumo de energia para períodos do ano em que houver maior disponibilidade de água nos reservatórios das usinas hidrelétricas.

Isso induz, no mercado, à utilização mais racional de energia, compatível, portanto, com o potencial de produção e distribuição existente no sistema elétrico interligado [9].

As tarifas diferenciadas também permitem ao consumidor reduzir suas despesas com eletricidade, dada a possibilidade de menor utilização de energia elétrica no horário de ponta e no período seco.

É nessa direção que o mercado vem se posicionando, a partir do trabalho com consumidores horo-sazonais, que representam um percentual significativo de consumo e demanda.

Atualmente as denominações dos patamares de cargas do sistema interligado nacional são [10] *carga leve*; *carga média* e *carga pesada*. A figura 1.4 ilustra as tarifas de energia elétrica, por períodos e regiões, praticados entre o período de 8 a 14 de novembro de 2008.

1.4 Desregulamentação do setor elétrico

A mudança do setor elétrico ocorrida nos últimos anos tem influenciado as relações entre as empresas geradoras, transmissoras, distribuidoras e os consumidores já que considera a energia como um produto — “*commodity*” — competitivo. Dessa forma, as concessionárias terão que praticar tarifas competitivas, cujo baixo preço norteará os mercados já que as melhores concessionárias deverão ter possibilidades diversas para atender às demandas do mercado consumidor.

Dentre alguns aspectos dessas mudanças destacam-se:

- a permissão da geração distribuída, com uma migração de consumidores para esta nova modalidade;
- a possibilidade de utilização do gás natural num mercado ampliado (residencial, comercial e industrial);
- a negociação de blocos de energia na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) [10].

¹⁰A composição dessas tarifas horo-sazonais denominadas Azul e Verde são caracterizadas no Capítulo 4: A Tarifa de Energia Elétrica

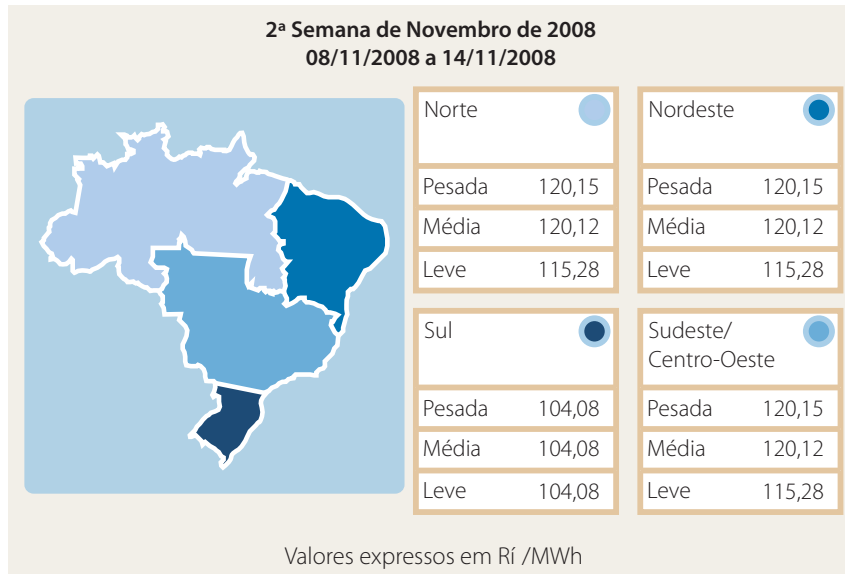


Figura 1.4: Preços de energia praticados por patamares de cargas e por regiões do Brasil. (Novembro/2008) Fonte: Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE)

O mercado tem solicitado às concessionárias oferecer serviços elétricos inovadores e propor soluções criativas para reduzir o custo de eletricidade. Soluções essas que, no passado, podem ter sido negligenciadas ou requerido investimento a um custo proibitivo fazendo uso de tecnologias que hoje estão disponíveis e acessíveis.

Para fazer um paralelo no passado, durante anos, alguns nichos de mercado não souberam explorar os benefícios proporcionados pela informática. Essa mesma analogia induz à crença de que, a pressão pela inovação forçará mudanças para o setor elétrico.

Em resumo, as opções no mercado criarão novas alternativas empresariais que certamente haverão de suscitar respostas oportunas. Oportunidades essas que provêm de ganhos conjuntos na solução para as concessionárias e para seus clientes, que poderão compartilhar a responsabilidade de transferir o uso de energia em horário de alto consumo do sistema elétrico, para outro de baixo consumo. Isto se dará pela economia altamente atraente para os dois lados e, principalmente, por iniciar o processo de participação construtiva entre esses dois lados, o que beneficiará a sociedade como um todo. Ou seja, menos investimentos e maior competitividade no mercado com preços melhores serão requeridos, seja de energia elétrica pelo lado da concessionária, seja de produtos pelo lado da unidade industrial ou comercial. Por fim, impactando na redução dos recursos naturais para o atendimento de novos clientes. Essa nova forma de atuação é promissora para se assegurar a sustentabilidade do negócio.

1.5

Metodologia

Segundo Vergara [11], a pesquisa pode ser classificada segundo diversas taxonomias, conforme os critérios utilizados pelos autores. Dois critérios básicos destacam-se aqui: quanto aos fins e quanto aos meios da investigação desenvolvida.

Quanto aos fins, a pesquisa foi de caráter exploratória; por entender que para a área a ser pesquisada ainda há pouco conhecimento acumulado e sistematizado.

Quanto aos meios de investigação, não necessariamente nesta ordem, esta pesquisa desenvolveu:

pesquisa bibliográfica - que permitem identificar trabalhos relevantes com base nos quais foram fundamentadas as argumentações e as linhas de análise.

pesquisa de campo - investigação em concessionárias de energia elétrica buscando, com o propósito de caracterizar os ganhos para as mesmas, os benefícios propiciados aos clientes que fazem uso da termoacumulação ou possuem potencial para implantação futura. Foram priorizadas as subestações do tipo: subterrânea, localizada em área com alta densidade de carga e predominância de consumidores comerciais; subterrânea, localizada em área com alta densidade de carga e mesclagem de consumidores residenciais e comerciais; e aérea, localizada em área com média densidade de carga com mesclagem entre consumidores comerciais, residenciais e industriais.

1.6

O sistema subterrâneo do Rio de Janeiro

O Rio de Janeiro dispõe da maior rede subterrânea de distribuição de energia elétrica instalada no Brasil¹¹. O sistema subterrâneo do Centro do Rio de Janeiro tem particularidades que o diferencia dos sistemas subterrâneos existentes em outros bairros na cidade do Rio de Janeiro. Por um lado este sistema possui, como principal consumidor, o setor comercial — que tem horários específicos para funcionamento (normalmente de 2^a a 6^a feira, entre 8h e 20h), com a característica de que não existem cargas significativas nos finais de semanas. Por outro lado, conforme confirmam os dados do Balanço Energético Nacional 2008 (BEN 2008) [3], o setor comercial faz um elevado uso de eletricidade como insumo energético.

¹¹Segundo o Relatório Anual de Responsabilidade Socioambiental / 2007 da Light, a empresa possui em sua área de concessão: 200 km de rede subterrânea de subtransmissão e 5400 km de rede subterrânea de distribuição

Via de regra, os investimentos em infra-estrutura requeridos para a ampliação do sistema subterrâneo são elevadíssimos, tendo que passar por diversas subestações (13,8 a 138 kV), linhas de transmissão e distribuição e ramais alimentadores.

1.7

Motivação

De acordo com o relatório do Greenpeace [12] (energy [r]evolution), metade da eletricidade consumida no mundo poderia ser gerada por fontes renováveis. Apenas 13% da demanda mundial de energia primária é suprida pelas renováveis. Investimentos agressivos em alternativas renováveis poderiam resultar em uma indústria com faturamento de US\$ 360 bilhões anuais. A adoção de fontes alternativas de energia é fundamental para combater as mudanças climáticas. O principal gás responsável pelo efeito estufa é o dióxido de carbono (CO₂), produzido, entre outras formas, pela queima de combustíveis fósseis para a geração de eletricidade e transporte.

No Brasil, a participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira (MEB) foi de 46,4% (BEN, 2008 - preliminar) [2]. Este índice sustenta a condição de “matriz limpa” da MEB, quando comparada com referências mundiais para o setor.

A principal motivação para o desenvolvimento do presente trabalho é a vontade de contribuir para mudanças de hábitos por parte dos clientes (quebra de paradigma). Clientes que na maioria das vezes trilham os mesmos caminhos quando deveriam demandar soluções inovadoras. Nesse contexto o uso da termoacumulação pode criar oportunidade de inovação para o setor elétrico, que pode se beneficiar da tecnologia alternativa da termoacumulação como grande aliada para a transferência de cargas significativas do horário de alto consumo para o de baixo consumo. Durante o horário de alto consumo diversas termelétricas são acionadas para poder entregar a energia demandada pelo sistema. O trabalho aqui apresentado viabiliza a possibilidade de redução de investimentos por parte da concessionária ao mesmo tempo em que permite a ampliação de seu sistema de distribuição. Este funcionamento em conjunto poderá gerar ganhos para a concessionária, meio ambiente, cliente, ou seja, para a sociedade como um todo.

1.8

Objetivo geral

O objetivo desta dissertação de mestrado é analisar oportunidades que se apresentam para o setor elétrico, notadamente pela proposição de tecnologias

alternativas com potencial para promover a inovação tarifária. Criar oportunidades para setores que podem se beneficiar de horários alternativos para funcionamento beneficiando-se da tecnologia da termoacumulação. Tecnologia que ainda não é aproveitada de forma significativa no país cujo período de carga leve representa nove horas contínuas de operação do sistema elétrico.

1.9

Objetivo específico

Como objetivo específico, o trabalho explicita novas oportunidades comerciais para o setor elétrico. Apresenta alternativa de utilização de uma forma mais homogênea para o sistema subterrâneo de distribuição de energia elétrica do centro da cidade do Rio de Janeiro. Sistema esse que tem uma peculiaridade: as cargas mais altas concentram-se no período diurno enquanto cargas muito baixas no período noturno. A mencionada peculiaridade reside no fato de essas cargas serem muito baixas (da ordem de 50% do fator de carga entendido como padrão para um período noturno típico).

No contexto do trabalho desenvolvido, são abordadas também as seguintes questões correlatas ao uso da termoacumulação:

- vantagens do uso dessa tecnologia alternativa.
- vantagens da sua aplicação em benefício da racionalização do uso do sistema de distribuição de energia elétrica subterrâneo do centro do Rio de Janeiro.
- atratividade para sensibilização de clientes quanto ao uso da termoacumulação.
- perdas e ganhos impactantes para o meio ambiente, para os diferentes atores afetados, notadamente para a concessionária de energia elétrica e para e seus clientes.

1.10

Estrutura do trabalho

De forma sucinta, e com o propósito de dar uma visão do todo, caracterizam-se, a seguir, os conteúdos dos capítulos que integram a presente dissertação. Procurou-se distribuir os assuntos de forma a dar sustentação ao entendimento do setor elétrico nacional e da termoacumulação.

O **capítulo dois** apresenta uma pesquisa bibliográfica e os aspectos técnicos e gerais da termoacumulação; o princípio básico, suas vantagens e uma visão de seu uso.

O **capítulo três** apresenta um panorama do setor elétrico nacional. A legislação, os agentes do setor elétrico, bem como suas atribuições e o papel do governo como poder concedente.

Os fundamentos sobre tarifas de energia são tratados no **capítulo quatro**, que fundamenta as premissas básicas e detalha as formas para a construção das tarifas existentes.

O **capítulo cinco** apresenta a proposição de um modelo de negócio para o desenvolvimento de uma tarifa diferenciada aplicada ao produto comercial “termoacumulação”. Dentre os aspectos estudados, são avaliados: o valor estimado do custo de oportunidade da energia elétrica em horário de ponta; a avaliação do mercado potencial, com perfis dos consumidores, tamanho potencial; os investimentos marginais de expansão evitados; a visão dos clientes; e as vantagens competitivas da concessionária de energia elétrica para implementação da termoacumulação na sua área de atendimento. Inclui ainda a formatação de uma tarifa diferenciada para viabilizar a aplicação de projetos que fazem uso da termoacumulação.

Concluindo, o **capítulo seis** apresenta as conclusões que refletem os objetivos originais e encaminha recomendações para desdobramentos futuros do trabalho. Qualifica a aplicação de projetos de termoacumulação em grande escala e avalia a possibilidade de implantação de uma nova modalidade de tarifa de energia pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Em particular o impacto da nova tarifa na indução de novos projetos associados a outras áreas de aplicações. Cumprindo o propósito originalmente pretendido, o trabalho contribui para a inovação do setor elétrico.