

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELÉTRICA  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

GILVAN AUGUSTO NAVA

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES REGULATÓRIAS E TECNOLÓGICAS  
PARA A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA PRÉ-PAGO DE TARIFAÇÃO E  
FATURAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2016

GILVAN AUGUSTO NAVA

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES REGULATÓRIAS E TECNOLÓGICAS  
PARA A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA PRÉ-PAGO DE TARIFAÇÃO E  
FATURAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco.

Orientador: Prof. Dr. Fernando José Avancini Schenatto

PATO BRANCO

2016

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

O trabalho de Conclusão de Curso intitulado “Análise das Condições Regulatórias e Tecnológicas para a Implantação do Sistema Pré-Pago de Tarifação e Faturamento de Energia Elétrica no Brasil”, do aluno **Gilvan Augusto Nava** foi considerado **APROVADO** de acordo com a ata da banca examinadora N° **115** de 2016.

Fizeram parte da banca os professores:

**Dr. Fernando José Avancini Schenatto**

**Me. Géremi Gilson Dranka**

**Dr. Ricardo Vasques de Oliveira**

**A Ata de Defesa assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica**

## DEDICATÓRIA

A Deus.  
À minha família.  
Ao Universo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me ofertado o dom da vida e ser fonte inesgotável de luz, iluminando sempre o meu caminho.

Aos meus pais Gilmar e Maria, por terem me dado apoio e suporte durante todos esses anos de graduação, além de todo o amor, carinho e dedicação.

A minha irmã Fernanda, que sempre esteve ao meu lado me ajudando e incentivando.

A minha namorada Patrícia, que me deu forças e conforto nos momentos mais difíceis, além de toda a ajuda, compreensão e amor.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Fernando Schenatto, pelo valioso auxílio, suporte e dedicação, que se fez fundamental na realização do trabalho.

Aos meus amigos de longa data, que dividiram momentos de angústias e grandes momentos de alegrias e descontração.

## EPÍGRAFE

“A vida é aquilo que acontece enquanto você está ocupado fazendo outros planos. ”

**John Winston Lennon (1940-1980)**

## RESUMO

NAVA, Gilvan Augusto. **Análise das Condições Tecnológicas e Regulatórias para a Implantação do Sistema Pré-Pago de Tarifação e Faturamento de Energia Elétrica no Brasil**. 2016. Monografia. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

Uma forma inovadora de utilizar e tarifar a energia elétrica de maneira eficiente, mas pouco conhecida no Brasil, é através do sistema pré-pago de tarifação. Nessa nova modalidade, o consumidor deve efetuar a compra dos créditos de energia elétrica, na forma de kWh, para então poder dela usufruir. Nesse processo, são utilizados medidores eletrônicos em que o consumidor é capaz de verificar a quantidade de energia que está sendo consumida, induzindo um maior controle sobre seu uso. Essa pesquisa tem por objetivo analisar as condições tecnológicas e regulatórias para a implantação do sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica no Brasil. Para tanto, realiza-se estudo aplicado, de natureza exploratória, adotando-se abordagem qualitativa. Os procedimentos técnicos utilizados, envolvem pesquisa bibliográfica e documental, em que é realizada uma análise das experiências internacionais no uso do sistema de pré-pagamento de energia elétrica. E, uma pesquisa de campo, desenvolvida através de um questionário semiestruturado aplicado à especialistas. Como resultado, verificou-se que as principais motivações para a aplicação do sistema pré-pago no cenário brasileiro estão relacionadas ao acesso à energia elétrica e a eficiência energética. No que se refere às condições regulatórias, nota-se que vários fatores importantes não são contemplados pela norma vigente, como, por exemplo, um cronograma de implantação e um plano de capacitação e sensibilização para os clientes-alvo. Quanto aos aspectos tecnológicos, os atributos da nova modalidade foram discutidos a partir da abordagem do produto, processo e serviço. Nesses aspectos, foi possível notar que existem algumas lacunas ou indefinições, relacionadas especialmente à padronização da tecnologia de comunicação dos medidores, e na gestão da operação do sistema.

**Palavras-chave:** Sistema pré-pago, tarifação de energia elétrica, medidores eletrônicos de energia.

## ABSTRACT

NAVA, Gilvan Augusto. **Analysis of Technological Conditions and Regulatory for the Implementation of Pre-Paid Charging System and Billing Energy in Brazil**. 2016. Monograph. (Work Completion of course) - Course of Electrical Engineering, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

An innovative way to use and put price on electricity efficiently, but little known in Brazil, is through of prepaid charging system. In this new modality, the consumer must make the purchase of electricity credits, in the form of kWh, and then use it. In this process, electronic meters are used for the consumer have be able to check the amount of energy being consumed, inducing greater control over its use. This research aims to analyze the technological and regulatory conditions for the deployment of the prepaid system of electricity billing in Brazil. For that, the study present is applied, it is exploratory, adopting a qualitative approach. The technical procedures used, involve bibliographical and documentary research, where an analysis of international experience in the use of pre-paid electricity system is carried out. And, a field research, developed through a semistructured questionnaire applied to specialists. As a result, it was verified that the main motivations for the application of the prepaid system in the Brazilian scenario are related to access to electricity and energy efficiency. With regard to regulatory conditions, it is noted that several important factors are not covered by the current standard, such as a deployment schedule and a training and awareness plan for the target customers. As for the technological aspects, the attributes of the new modality were discussed from the product, process and service approach. In these aspects, it was possible to note that there are some gaps or uncertainties, especially related to the standardization of meter communication technology, and in the management of system operation.

**Keywords:** System prepaid, electricity charging, electronic energy meters.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Opinião sobre o preço pago pela energia elétrica (%). .....	13
Figura 2 – Medidor pré-pago a base de moedas.....	32
Figura 3 – Medidor pré-pago com chave eletrônica. ....	32
Figura 4 – Medidor pré-pago com cartão magnético.....	33
Figura 5 – Medidor pré-pago de cartão inteligente.....	33
Figura 6 – Medidor com teclado numérico. ....	34
Figura 7 – Medidor inteligente pré-pago e aplicativo para <i>smartphone</i> . ....	34
Figura 8 – Mudança do sistema pré-pago de energia elétrica na Irlanda do Norte. ....	39
Figura 9 – Sistema pré-pago ativo ou planejado nos Estados Unidos. ....	41
Figura 10 – Etapas da pesquisa.....	46
Figura 11 – Interface do aplicativo <i>Myusage</i> .....	59

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos grupos tarifários. ....	21
Quadro 2 – Marco regulatório internacional. ....	52
Quadro 3 – Normas internacionais IEC e ANSI.....	54
Quadro 4 – Marco regulatório internacional – Abordagem do produto.....	60
Quadro 5 – Marco tecnológico internacional – Abordagem do processo .....	64
Quadro 6 – Marco tecnológico internacional – Abordagem do serviço. ....	67
Quadro 7 – Caracterização regulatória do sistema de tarifação pré-pago no Brasil. ....	72
Quadro 8 – Caracterização tecnológica do sistema de tarifação pré-pago no Brasil. ....	73
Quadro 9 – Análise das condições regulatórias brasileiras.....	79
Quadro 10 – Análise das condições tecnológicas brasileiras.....	82
Quadro 11 – Vantagens e desvantagens do sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica.....	84
Quadro 12 – Comparativo sistema pré-pago versus sistema pós-pago.....	85

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABRACEEL	Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia
ABRADEE	Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
ADESA	Amazonas Distribuidora de Energia S.A.
AMI	<i>Advanced Metering Infrastructure</i>
AMR	<i>Advanced Meter Reading</i>
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
CELPA	Centrais Elétricas do Pará S.A.
CELPE	Companhia Energética de Pernambuco
ENEL	<i>Ente Nazionale per L'energia Elettrica</i>
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GPRS	<i>General Packet Radio Services</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IVR	<i>Interactive Voice Response</i>
kV	Quilovolt
kW	Quilowatt
kWh	Quilowatt-hora
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	Megawatt
NRS	<i>National Regulation Standards</i>
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PIN	<i>Personal Identification Number</i>
PLC	<i>Power Line Communication</i>
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PRODIST	Procedimentos de Distribuição
SABS	<i>The South African Bureau of Standard</i>
SANS	<i>South African National Standard</i>
SEP	Sistema Elétrico de Potência
SI	<i>Statutory Instruments</i>
SIN	Sistema Interligado Nacional
SMS	<i>Short Message Service</i>
STS	<i>Standard Transfer Specification</i>
UFPR	Universidade Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 PROBLEMA E MOTIVAÇÃO .....	14
1.2 OBJETIVOS .....	15
<b>1.2.1 Objetivo Geral</b> .....	15
<b>1.2.2 Objetivos Específicos</b> .....	15
1.3 JUSTIFICATIVA .....	16
1.4 ESTRUTURA .....	17
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	19
2.1 O SISTEMA NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO, TARIFAÇÃO E FATURAMENTO DE ENERGIA .....	19
2.2 ESTRUTURA TARIFÁRIA DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL .....	20
<b>2.2.1 Modalidades tarifárias – Grupo A</b> .....	21
2.2.1.1 <i>Tarifa Horária Azul</i> .....	23
2.2.1.2 <i>Tarifa Horária Verde</i> .....	24
<b>2.2.2 Modalidade Tarifária – Grupo B</b> .....	24
2.2.2.1 <i>Tarifa Convencional</i> .....	25
2.2.2.2 <i>Tarifa Branca</i> .....	26
<b>2.2.3 Bandeiras tarifárias</b> .....	26
2.3 O sistema pré-pago no faturamento de energia elétrica .....	27
<b>2.3.1 Dimensão regulatória</b> .....	28
<b>2.3.2 Dimensão tecnológica</b> .....	30
2.3.2.1 <i>Tecnologia em produtos e serviços</i> .....	30
2.3.2.2 <i>Tecnologia em processos (gestão de operações)</i> .....	35
<b>2.3.3 Experiências internacionais</b> .....	36
2.3.3.1 <i>Grã-Bretanha</i> .....	37
2.3.3.2 <i>África do Sul</i> .....	37
2.3.3.3 <i>Irlanda do Norte</i> .....	38
2.3.3.4 <i>Nova Zelândia</i> .....	40
2.3.3.5 <i>Estados Unidos</i> .....	40
2.3.3.6 <i>Argentina</i> .....	42
<b>3. METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	43
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	43
3.2 ETAPAS ADOTADAS PARA A ELABORAÇÃO DA PESQUISA .....	45
3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS .....	47
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	49
4.1. MARCO REGULATÓRIO INTERNACIONAL .....	49
4.2. MARCO TECNOLÓGICO INTERNACIONAL .....	55
<b>4.2.1 Abordagem do produto</b> .....	55
<b>4.2.2 Abordagem do processo</b> .....	61

<b>4.2.3 Abordagem do Serviço</b> .....	65
<b>4.3 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA PRÉ-PAGO NO BRASIL</b> .....	68
<b>4.3.1 Resultados da pesquisa documental</b> .....	69
<b>4.3.2 Resultados da pesquisa de campo</b> .....	74
<b>5. DISCUSSÃO E ANÁLISE</b> .....	79
<b>6. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	88
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	91

## 1. INTRODUÇÃO

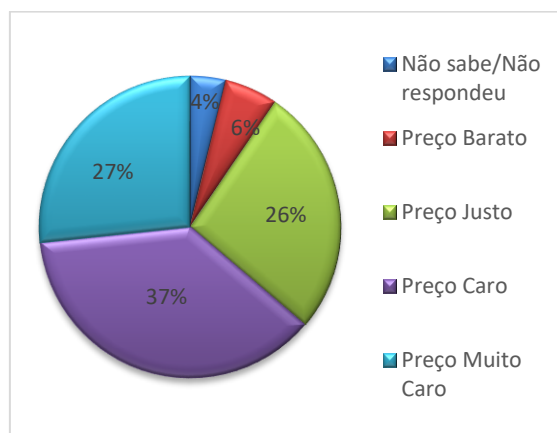
O Brasil possui um complexo sistema elétrico de potência (SEP), responsável pelo fornecimento de energia elétrica no país. É formado pela geração, rede de transmissão, rede de distribuição e consumidores. A geração é centralizada em grandes usinas conectadas à rede de transmissão, predominantemente em usinas hidrelétricas, que correspondem atualmente a 61,47% da capacidade total de quilowatts (kW) instalados; e em usinas termelétricas, que correspondem a 28,56% do total, restando apenas 9,97% que são produzidos por outros processos. Compondo o Sistema Interligado Nacional – SIN, as redes de transmissão chegam às subestações de onde partem as redes de distribuição, que alimentam consumidores industriais, comerciais e residenciais (ANEEL, 2015a).

Recentemente, o Brasil passou a sofrer com a escassez de chuvas, situação chamada de crise hídrica, que acarretou uma redução na geração de energia elétrica pela sua principal fonte, a hidráulica. Para suprir a demanda de energia elétrica nacional, ampliou-se a geração de energia por meio de usinas termelétricas, equilibrando o sistema em termos de atendimento à demanda. Porém, o custo da energia proveniente das fontes térmicas é significativamente superior ao da energia produzida pelas usinas hidrelétricas, conforme indicam Tancredi e Abbud (2013) e Cerqueira (2015).

A necessidade da utilização da geração térmica para atender à demanda do país, que cresce a uma taxa média de 4% ao ano, segundo a Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2014), tem grande impacto na economia, ocasionando aumento direto nas tarifas de energia elétrica, sobretudo com a inserção do sistema de bandeiras tarifárias que entrou em vigor no início de 2015. No sistema das bandeiras tarifárias, o aumento de custo é repassado para os consumidores de acordo com as condições vigentes de geração, de maneira mensal, diferentemente do modelo anterior, em que independente do custo da energia adquirida pela distribuidora, o consumidor recebia o aumento após a revisão ordinária tarifária da concessionária, o que ocorre anualmente (ANEEL, 2015b).

O fato é que o aumento das tarifas tem causado impacto negativo no consumo de energia e na economia. Uma pesquisa solicitada pela Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia - ABRACEEL, realizada em 2014,

conclui que os consumidores estão insatisfeitos com o preço pago pela energia elétrica. É o que mostra a Figura 1.



**Figura 1 – Opinião sobre o preço pago pela energia elétrica (%).**  
**Fonte: Adaptado de ABRACEEL (2014, p.38).**

Nessa pesquisa, foi entrevistado um total de 2002 pessoas, sendo que 64% delas acreditam estar pagando um preço alto pela energia. Questionados sobre o início de uma campanha de economia de energia, 83% dos entrevistados se mostraram favoráveis a essa iniciativa (ABRACEEL, 2014). Isso aponta no sentido de que é necessário encontrar alternativas para atender à demanda nacional de energia, a preço satisfatório, mantendo o sistema elétrico tecnicamente confiável.

Um dos mais novos instrumentos de modernização no setor elétrico são as chamadas redes inteligentes (*smart grids*). Através dessa tecnologia, o consumidor terá maior flexibilidade ao optar por um plano de pagamento de energia elétrica.

Atualmente, os consumidores brasileiros cativos pertencentes ao grupo A (indústrias e estabelecimentos comerciais com tensão igual ou superior a 2,3 kV) e grupo B (caracterizado por unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 2,3 kV), ambos com carga instalada menor a 3 MW (com exceção dos consumidores potencialmente livres), utilizam o método pós-pago para efetuar o pagamento de suas tarifas de energia elétrica, ou seja: após o consumo é efetuada a leitura do quilowatt-hora (kWh) consumido, e então é gerado um boleto para posterior pagamento. A leitura do consumo de energia elétrica é função que compete à distribuidora de energia local (ANEEL, 2010).

Uma nova opção para unidades consumidoras pertencentes ao grupo B (exceto iluminação pública) é a implantação do sistema pré-pago de tarifação. Nesse sistema, o consumidor deve, inicialmente, efetuar a compra dos créditos de energia elétrica, na forma de kWh, para então poder dela usufruir (HIEDA, 2012).

Essa nova perspectiva de comercialização de energia elétrica já foi adotada em diversos países. No entanto, no Brasil se trata de uma experiência recente, a qual ainda requer uma análise que relacione as possíveis dificuldades que serão encontradas e as potenciais contribuições positivas desse novo sistema.

### 1.1 PROBLEMA E MOTIVAÇÃO

O sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica insere mudanças no fluxo de caixa das distribuidoras de energia e no comportamento e orçamento dos consumidores. Para a distribuidora, o sistema pré-pago pode resultar em uma redução nos gastos com a leitura, no faturamento e nos custos de desconexão e reconexão. O fato do pagamento ser efetuado antes do consumo implica, potencialmente, em uma melhoria na arrecadação, redução do risco de inadimplência por parte dos consumidores e no aumento do capital de giro das concessionárias (BAPTISTA, 2013).

Para o consumidor, o sistema pré-pago oferece maior flexibilidade no pagamento do serviço e também disponibiliza a tecnologia para melhor administrar seu consumo de energia. Inerente a esta nova modalidade, o cliente ficará mais susceptível a interrupções no fornecimento de energia elétrica (dado o esgotamento dos créditos), e necessitará de tempo adicional para adquirir os novos créditos de energia (diferentemente do sistema pós-pago). Esses são aspectos que podem ser considerados potencialmente negativos em relação ao novo sistema.

Para a concessionária, o custo dos medidores, o custo de manutenção e o investimento com os pontos de venda dos créditos, são fatores determinantes na implantação do sistema pré-pago.



De acordo com as características apresentadas, existem diversas incertezas referentes à transição ou incorporação do sistema pré-pago de tarifação e faturamento de energia elétrica, que envolvem questões de âmbito regulatório, tecnológico e mercadológico.

Considerando o cenário atual, as principais interrogações são: análise da regulamentação pertinente; aceitação do consumidor; avaliação de uma relação custo x benefício; impacto na conservação de energia e também impactos na sociedade, de modo que se torna relevante investigar com maior ênfase o tema, particularmente nos contornos da realidade brasileira.

As proposições relativas às estratégias mercadológicas que cada empresa irá adotar no incremento do novo sistema, não são de interesse desse estudo, por envolverem mais direta e profundamente outras áreas de conhecimento e interesse científico. O propósito dessa pesquisa é analisar as questões tecnológicas e regulatórias do sistema de pré-pagamento de energia elétrica, investigando quais motivações são reconhecidas como impulsionadoras à inclusão desse sistema, as limitações que se apresentam a essa mudança e de que forma estão configurados os contornos regulatórios e tecnológicos para a implantação desse sistema no Brasil.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Caracterizar as condições tecnológicas e regulatórias para a implantação do sistema pré-pago de cobrança de energia elétrica no Brasil.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar experiências internacionais com o sistema pré-pago de tarifação;

- Analisar o arcabouço legal e regulatório da modalidade de pré-pagamento de energia elétrica;
- Avaliar contexto, demandas e implicações tecnológicas associadas a essa nova sistemática de tarifação;
- Indicar motivações e limitações para a implantação do sistema pré-pago de tarifação no mercado brasileiro de energia elétrica;

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Os sistemas pré-pagos podem constituir uma forma de oferecer opções de pagamento mais flexíveis para usuários com renda mínima ou pouco fiáveis, sem aumentar os custos transacionais para a empresa. Do ponto de vista do consumidor, os sistemas de pré-pagamento podem resultar em uma melhor compreensão de quanta energia está sendo consumida, induzindo maior controle do uso de energia e gestão do orçamento (MIYOGO; NYANAMBA; NYANGWESO, 2013).

De acordo com ANEEL (2012a), o sistema de pré-pagamento de energia elétrica tem sido amplamente difundido em território internacional, como, por exemplo, no Reino Unido, Austrália, Estados Unidos, países da África e, também, em países da América do Sul, como Peru, Colômbia e Argentina.

A partir da observação das experiências internacionais, percebeu-se que o pré-pagamento tem tido boa aceitação do consumidor em todos os países em que tem sido implantado, haja vista que lhe é dada a oportunidade de ter maior controle sobre o seu consumo, permitindo-lhe adequá-lo conforme suas necessidades e sua capacidade efetiva de pagamento. (ANEEL, 2012a, p. 13).

Ainda, estudos realizados nos Estados Unidos, indicam que o sistema de pré-pagamento tem apresentado um efeito de conservação de energia, com reduções substanciais de 5% a 15% no consumo (DEFG'S PREPAY ENERGY WORKING GROUP, 2013).

Em 2011, no Brasil, foi desenvolvido um projeto-piloto do sistema pré-pago em algumas comunidades isoladas, nos estados do Amazonas e Pará, com objetivo de analisar o sistema para, posteriormente, propor sua regulamentação. Em 2012 a ANEEL realizou visita nas comunidades atendidas com sistema de

pré-pagamento de energia elétrica no Amazonas, e examinou o comportamento dos consumidores.

A Agência constatou uma elevada consciência e percepção do custo da energia por parte dos consumidores. A maioria deles sabia o consumo médio mensal dos eletrodomésticos e quanto eles consumiam diariamente. Percebeu-se claramente que a população adequou seus hábitos de consumo ao preço da energia e à sua capacidade de pagamento. (ANEEL, 2012b).

No dia 1º de abril de 2014, a ANEEL publicou a resolução normativa N° 610, a qual regulamenta as modalidades de pré-pagamento e pós-pagamento eletrônico de energia elétrica. Entretanto, apesar de tal regulamentação, o sistema ainda não está em funcionamento no país. Segundo o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL (2015), para que o sistema entre em funcionamento é necessária a homologação dos novos medidores eletrônicos pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO.

Apesar de todos os benefícios que o sistema de tarifação pré-pago apresenta (conforme indicam experiências internacionais), no Brasil ele ainda é pouco conhecido, não está em vigor e tem legislação recente, o que torna relevante um estudo aprofundado sobre o tema.

Assim, este trabalho pretende contribuir com informações pertinentes para: o setor elétrico e de gestão de operações, através do estudo da regulamentação do sistema pré-pago de energia elétrica, e as condições de implantação no Brasil; para a indústria, com a indicação da tecnologia aplicada nos medidores, e a avaliação de seus prós e contras; para o setor de planejamento energético, com um parecer sobre o público alvo e o consumo de energia elétrica; e para a sociedade, analisando as principais vantagens e desvantagens do uso do sistema pré-pago de tarifação.

#### 1.4 ESTRUTURA

Este trabalho foi dividido em seis etapas. No capítulo introdutório foram descritos os objetivos geral e específico que se procura atingir, além da justificativa de sua realização.

No capítulo dois será apresentada a fundamentação teórica sobre o tema, destacando inicialmente as características do sistema de tarifação e faturamento de energia elétrica, atualmente em vigor no Brasil. Enfocando os conceitos necessários para a composição das tarifas, ressaltando as particularidades das modalidades e bandeiras tarifárias. Na sequência, será discutido o conceito do sistema pré-pago de energia elétrica, abordando suas características tecnológicas e regulatórias, e, explorando as experiências internacionais com o uso dessa modalidade.

O capítulo três expõe a metodologia utilizada para a realização desta pesquisa, com as etapas adotadas durante o processo.

O capítulo quatro faz menção aos resultados obtidos através da coleta e análise dos dados. Inicialmente apresenta a discussão referente ao marco regulatório internacional, seguido pelo marco tecnológico internacional. Por fim, trata das características do sistema pré-pago no Brasil.

O capítulo cinco traz uma análise e discussão sobre as condições e características apresentadas no capítulo anterior, detalhando as vantagens e desvantagens do sistema pré-pago.

No capítulo seis encontram-se as conclusões e as considerações finais do trabalho, assim como sugestões para trabalhos futuros com o intuito de enriquecer a pesquisa realizada.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 O SISTEMA NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO, TARIFICAÇÃO E FATURAMENTO DE ENERGIA

O Sistema Interligado Nacional – SIN, é caracterizado pelo sistema de geração conectado aos centros de consumo, através das linhas de transmissão, que são interligadas ao longo do Brasil, com exceção de algumas poucas regiões. De acordo com o ONS (2015), apenas 1,7% da capacidade de geração de energia elétrica do país encontra-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados, localizados principalmente na região norte do país.

O sistema de distribuição de energia elétrica delimita-se entre o sistema de transmissão e a entrada de energia dos consumidores. É caracterizado como “o conjunto de instalações e equipamentos elétricos que operam, geralmente, em tensões inferiores a 230 kV, incluindo os sistemas de baixa tensão” (ANEEL, 2016).

A ANEEL é responsável pela regulamentação e fiscalização do sistema de distribuição de energia elétrica. Um conjunto de regras, dispostas em documentos chamados de Procedimentos de Distribuição - PRODIST, normatizam e padronizam as atividades técnicas relacionadas aos sistemas de distribuição. O PRODIST também estabelece critérios e índices de qualidade para os geradores e distribuidores de energia elétrica.

Conforme dados da ANEEL (2016), atualmente o Brasil possui 63 concessionárias e 38 permissionárias de distribuição de energia elétrica espalhadas pelo país, elas são responsáveis pelo fornecimento de energia elétrica para mais de 78 milhões de unidades consumidoras.

Os consumidores são divididos em quatro grupos: os consumidores cativos, consumidores livres, consumidores especiais e os consumidores potencialmente livres. A principal diferença entre eles está na forma de comercialização da energia.

Os consumidores cativos compram a energia diretamente da concessionária ou permissionária que esteja conectada à rede em sua região, estando condicionados a pagar tarifas regulamentadas.

Os consumidores livres compram a energia elétrica diretamente dos fornecedores ou comercializadores de energia, através de contratos livremente negociados. Para se enquadrar na categoria de consumidor livre, a demanda mínima de consumo deve ser igual ou superior a 3 MW, independentemente do valor de tensão concedida. Os custos de transmissão e distribuição não estão inclusos no preço de compra da energia (ANACE, 2016).

Os consumidores especiais são aqueles que possuem demanda entre 500 kW e 3 MW. Esse grupo de consumidores têm o direito de adquirir energia elétrica de qualquer fornecedor, desde que a energia adquirida seja oriunda de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) ou de fontes incentivadas especiais (eólica, biomassa ou solar) (CCEE, 2015).

O consumidor potencialmente livre atende os requisitos necessários da categoria de consumidor livre, porém, ainda não efetua a compra de energia no mercado livre e sim diretamente da concessionária, como consumidor cativo.

Os consumidores cativos recebem mensalmente as tarifas de energia elétrica, que são emitidas após o consumo de energia. As tarifas são divididas em grupos específicos de consumidores, conforme detalhado na sequência.

## 2.2 ESTRUTURA TARIFÁRIA DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

A tarifa de energia elétrica no Brasil representa o valor ou preço cobrado pela energia elétrica. É transmitida em forma de um documento que contém os custos com a geração da energia, custos com o transporte, através do sistema de transmissão e distribuição, e os custos com os encargos e impostos destinados ao consumidor final.

A ANEEL é o órgão responsável pelo controle e fiscalização das tarifas. Periodicamente, realiza revisões tarifárias para adequá-las às necessidades dos consumidores e dos agentes do setor elétrico.

Para os consumidores cativos, as tarifas são emitidas mensalmente pelas concessionárias, e são estruturadas em dois principais grupos de consumidores: grupo A e grupo B. Os grupos A e B são divididos em subgrupos de acordo com o Quadro 1.

<b>Grupo A – Alta Tensão</b>	<b>Grupo B – Baixa Tensão</b>
Subgrupo A1 – tensão de fornecimento igual ou superior a 230kV;	Subgrupo B1 – residencial;
Subgrupo A2 – tensão de fornecimento de 88 a 138kV;	Subgrupo B1 – residencial baixa renda;
Subgrupo A3 – tensão de fornecimento de 69kV;	Subgrupo B2 – rural;
Subgrupo A3a – tensão de fornecimento de 30 a 44kV;	Subgrupo B2 – cooperativa de eletrificação rural;
Subgrupo A4 – tensão de fornecimento de 2,3 a 25kV;	Subgrupo B2 – serviço público de irrigação;
Subgrupo AS – tensão de fornecimento inferior a 2,3kV, atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição e faturadas neste grupo em caráter opcional.	Subgrupo B3 – demais classes;
	Subgrupo B4 – iluminação pública.

**Quadro 1 – Classificação dos grupos tarifários.**  
**Fonte: Adaptado de Procel (2011).**

O grupo A, representa os consumidores atendidos pela rede de alta tensão, de 2,3 a 230 kV. O grupo B compreende os consumidores atendidos em tensão inferior a 2,3 kV. Essa divisão é fundamental para compor a estrutura tarifária.

Segundo a ANEEL (2010b), estrutura tarifária é um conjunto de regras e tarifas destinadas ao mercado de distribuição de energia. Em suma, a estrutura tarifária é a forma como os grupos de consumidores efetuam o pagamento pelo uso da energia elétrica, é dividida em modalidades, de acordo com os grupos A e B, localização e horas de uso.

### **2.2.1 Modalidades tarifárias – Grupo A**

Cada um dos grupos possui um modelo de tarifa, os consumidores do grupo A possuem tarifa binômia, e os consumidores do grupo B, tarifa monômia.

A tarifação convencional da estrutura binômia, referente ao grupo A, é composta pela aplicação das tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência, sem diferenciação por período do dia, ou do ano. Exige contrato

específico com a concessionária onde define-se valor da demanda contratada<sup>1</sup>, independentemente das horas do dia ou período do ano.

Os consumidores do grupo A inferiores a 69 kV podem ser enquadrados na tarifa convencional desde que a demanda contratada seja inferior a 300 kW, e não tenha ocorrido nos 11 meses anteriores pelo menos três registros consecutivos ou seis registros alternados de demanda superior a 300 kW.

A fatura de energia elétrica desses consumidores consiste na soma das parcelas referentes ao consumo, demanda, excesso de reativos, e, caso exista, demanda de ultrapassagem<sup>2</sup> (PROCEL, 2011).

De acordo com o artigo 57 da Resolução nº 414 da ANEEL (2010d) as unidades consumidoras atualmente faturadas na modalidade tarifária convencional binômia, deverão escolher entre as modalidades tarifárias horária azul ou horária verde até junho de 2016. Se não houver manifestação da nova opção de enquadramento com até 90 dias de antecedência do final do prazo estabelecido pela ANEEL, a distribuidora encaminhará um termo aditivo ao contrato de fornecimento com a alteração compulsória da modalidade tarifária, conforme a demanda contratada pelo consumidor.

As modalidades tarifárias horárias, são caracterizadas pela variação no preço das tarifas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, conforme as horas de utilização do dia e também os períodos do ano, essa classificação é chamada de posto tarifário.

De acordo com a resolução normativa da ANEEL nº 414 (ANEEL, 2010d), posto tarifário é dividido em: posto tarifário ponta, posto tarifário intermediário e posto tarifário fora de ponta. Segundo essa resolução, são caracterizados da seguinte maneira:

- Posto tarifário ponta – é o período composto por três horas diárias consecutivas que são definidas pela distribuidora local de acordo com a curva de carga do sistema elétrico, com exceção dos sábados, domingos e os principais feriados nacionais ao longo do ano.

---

<sup>1</sup> Demanda contratada é por definição a demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados em contrato, e que deve ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW) (ANEEL, 2010d).

<sup>2</sup> Demanda de ultrapassagem é definida como a parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada, expressa em quilowatts (kW) (ANEEL, 2010d).



- Posto tarifário intermediário – é o período de horas que agrupa o posto tarifário ponta, sendo uma hora imediatamente anterior e outra imediatamente posterior.
- Posto tarifário fora de ponta – é o período formado pelo conjunto de horas diárias consecutivas com exceção do período do posto tarifário ponta.

Essas tarifas diferenciadas, têm como objetivo racionalizar o consumo de energia elétrica ao longo do dia e do ano, através de incentivo financeiro aos consumidores, alterando o valor das tarifas. São divididas em duas modalidades: Modalidade Tarifária Horária Azul e Modalidade Tarifária Horária Verde.

#### *2.2.1.1 Tarifa Horária Azul*

A modalidade tarifária azul é formada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, em decorrência das horas de utilização durante o dia. Essa tarifa exige contrato específico com a concessionária, o qual estabelece o valor da demanda pretendida pelo consumidor no posto tarifário ponta e fora de ponta (ANEEL, 2016).

A tarifa azul é destinada aos consumidores do grupo A. É indicada para aqueles que possuem alto fator de carga<sup>3</sup> no posto tarifário ponta, e demanda contratada igual ou superior a 300 kW (ANEEL, 2010d).

O cálculo da fatura de energia elétrica desses consumidores é efetuado através da soma de parcelas referentes ao consumo, demanda, e caso ocorra, demanda de ultrapassagem. Analisa-se a diferença entre os horários do posto tarifário ponta e fora de ponta (PROCEL, 2011).

---

<sup>3</sup> Fator de carga é definido como sendo a razão entre a demanda média e a demanda máxima da unidade consumidora ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado (ANEEL, 2010d).

### *2.2.1.2 Tarifa Horária Verde*

A tarifa verde é baseada na mesma premissa da azul, onde aplicam-se tarifas diferenciadas de consumo de energia de acordo com as horas de utilização do dia. A modalidade tarifária horária verde também exige contrato específico com a concessionária, entretanto, estabelece apenas o valor de demanda pretendida pelo consumidor, independente do posto tarifário, ou seja, possui valor fixo para qualquer nível de demanda de potência contratada (ANEEL, 2010d).

A opção de enquadramento na estrutura tarifária verde é designada aos consumidores atendidos em tensão inferior a 69 kV com demanda contratada superior a 300 kW, que caracteriza os consumidores do grupo A subgrupos A3a, A4 e AS (PROCEL, 2011).

### **2.2.2 Modalidade Tarifária – Grupo B**

A tarifa aplicada aos consumidores do grupo B (tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV), incluindo todos os seus subgrupos, chama-se monômnia. É constituída independentemente das horas de utilização do dia e pelo valor monetário aplicado exclusivamente ao consumo de energia elétrica ativa, associada pela componente de demanda de potência e de consumo de energia elétrica que compõem a tarifa binômnia (ANEEL, 2010d).

Em resumo, as tarifas aplicadas aos consumidores do grupo B são estabelecidas somente para o componente de consumo de energia, em reais por megawatt-hora, considerando que o custo da demanda de potência está incorporado ao custo do fornecimento de energia em megawatt-hora.

Através de resolução normativa da ANEEL (2010d), os consumidores do grupo B que atendam ao menos um dos requisitos citados a seguir, se enquadram na categoria da tarifa social de energia elétrica: possuir inscrição no cadastro único para programas sociais do governo federal; possuir renda familiar mensal ou per capita menor ou igual a meio salário mínimo nacional; receber benefício de prestação continuada da assistência social; possuir família com renda de até 3 salários mínimos mas que tenha um portador de doença ou defi-

ciência cujo tratamento necessite de instrumentos que demandem energia elétrica; comprove pertencer a família indígena ou quilombola inscrita no cadastro único do governo.

Cada um dos consumidores pertencentes ao grupo da tarifa social, receberá desconto conforme o valor consumido de energia, que pode variar em um desconto de 65%, para um consumo menor ou igual a 30kWh/mês, a um desconto de 10%, para o consumo entre 101 kWh/mês e 220 kWh/mês (ANEEL, 2016c).

### *2.2.2.1 Tarifa Convencional*

No Brasil, os consumidores cativos e aqueles que compram a energia diretamente da concessionária ou permissionária, com valor único de demanda contratada, utilizam a tarifa convencional como método de pagamento. A tarifa convencional é baseada no sistema pós-pago de cobrança. Nesse processo, as tarifas são multiplicadas pelo valor consumido de kWh, referente ao valor acumulado pelo uso da potência elétrica disponibilizada pela concessionária, determinando assim o valor a ser cobrado do consumidor normalmente num período de consumo de 30 dias, esse valor é transmitido aos consumidores em forma de documento de fatura.

No sistema convencional, as concessionárias garantem o funcionamento ininterrupto da energia elétrica, porém, mesmo em casos onde o consumidor não fez uso da energia elétrica durante o mês, uma taxa mínima é cobrada pela disponibilidade do serviço.

Em casos de inadimplência por parte dos consumidores, a concessionária poderá suspender a prestação do serviço. Após decorridos 90 dias da data de vencimento da fatura, a concessionária poderá efetuar o corte do fornecimento de energia, porém, deve inicialmente seguir alguns procedimentos: emitir as próximas via da fatura informando sobre a possibilidade de suspensão de energia; em seguida, caso a situação perdure, a concessionária deve emitir um aviso de desconexão ao consumidor com no mínimo 15 dias de antecedência.

Se a concessionária não cumprir com esses procedimentos, o corte será indevido e a mesma estará sujeita a pagar uma indenização ao consumidor (ANEEL, 2012c).

#### *2.2.2.2 Tarifa Branca*

A tarifa branca é uma nova opção de faturamento de energia elétrica. Seu valor é obtido conforme o consumo de energia em diferentes horas do dia. Essa modalidade é oferecida apenas para instalações em baixa tensão (127, 220, 380 ou 440 Volts).

Através desse sistema, o consumidor passa a pagar valores diferentes em função da hora e do dia da semana. Horários nos quais o posto tarifário é de ponta (das 19:00 às 21:00 horas) ou intermediário (das 18:00 às 19:00 e das 22:00 às 23:00 horas), o custo da energia é mais elevado; ao contrário do horário onde o posto tarifário é fora de ponta que apresenta custo reduzido, permitindo ao consumidor utilizar a energia nesses horários de maneira a reduzir o valor pago pelo consumo. Ainda, em feriados e finais de semana, o valor é mantido no posto tarifário fora de ponta. (ANEEL, 2015b)

Essa modalidade ainda não está em funcionamento, pois depende do certificado e homologação dos medidores eletrônicos realizada pelo Inmetro (RUFINO, 2015). De acordo com a ANEEL (2016), a partir de janeiro de 2018, todas as distribuidoras do país deverão atender aos pedidos de adesão à tarifa branca das novas ligações e dos consumidores com média mensal superior a 500 kWh. Em 2019, unidades com consumo médio superior a 250 kWh/mês e, em 2020, para os consumidores de baixa tensão, qualquer que seja o consumo.

#### **2.2.3 Bandeiras tarifárias**

No início de 2015, entrou em funcionamento o sistema de bandeiras tarifárias, que sinaliza aos consumidores os custos reais da geração de energia elétrica, inserindo uma indicação nas tarifas, que são chamadas de bandeiras tarifárias, dispostas nas cores verde, amarela e vermelha.

As cores de bandeiras representam as seguintes situações: bandeira verde quando há condições hidrológicas favoráveis para geração de energia elétrica, caso em que não há qualquer acréscimo nas contas; bandeira amarela, quando as condições de geração são menos favoráveis, havendo uma cobrança adicional, proporcional ao consumo; e bandeira vermelha, quando as condições forem ainda menos favoráveis para a geração, o que também implica em cobrança adicional, proporcional ao consumo.

Em fevereiro de 2016 uma modificação foi aplicada ao sistema de bandeiras tarifárias. O valor referente à bandeira amarela, que era na razão de R\$ 2,50 por 100 (kWh) (ou suas frações), passou a ser de R\$ 1,50. A bandeira vermelha também sofreu alterações: o valor de R\$ 4,50 para 100 kWh (ou suas frações, atualizado no dia 1º de setembro de 2015) foi mantido e um novo patamar foi criado, o qual indica o valor de R\$ 3,00 para 100 kWh (ou suas frações). Portanto, atualmente, a bandeira vermelha possui dois níveis: um de menor custo, que estabelece cobrança adicional de R\$ 3,00; e um mais oneroso, com o valor de R\$ 4,50. A esses valores são acrescentados os impostos vigentes (ANEEL, 2016b).

### 2.3 O SISTEMA PRÉ-PAGO NO FATURAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

O sistema de pré-pagamento é conhecido no Brasil através da rede de telefonia móvel, em que o consumidor pode optar pela modalidade não paga pela assinatura do serviço e sim pelo tempo de uso, na forma de créditos, que são comprados antes do uso. Desse modo o consumidor utiliza o serviço até o esgotamento do valor adquirido de crédito.

Semelhante ao modelo aplicado à telefonia celular, o sistema de pré-pagamento também é aplicado no faturamento de energia elétrica, em que o consumidor efetua a compra dos créditos, ora de energia, para posteriormente fazer uso do serviço.

Esse procedimento já é utilizado por diversos países internacionais. No Brasil, no entanto, tal prática ainda não está consolidada no comércio de energia elétrica; contudo, no ano de 2014 o órgão responsável pelo controle e

fiscalização das tarifas, a ANEEL, elaborou uma norma regulamentando a modalidade de pré-pagamento de energia elétrica.

A primeira regulamentação do sistema pré-pago brasileiro foi baseada em projetos pilotos desenvolvidos no Brasil e através de análise das experiências internacionais.

Assim, para um maior esclarecimento sobre o tema, uma vez que essa modalidade de faturamento é ainda incipiente no Brasil, torna-se conveniente estudar tanto as características regulatórias e tecnológicas do sistema pré-pago desenvolvidas nacionalmente, quanto as experiências internacionais existentes.

### **2.3.1 Dimensão regulatória**

Através da Nota Técnica nº 014 (ANEEL, 2012d), a primeira experiência no setor elétrico brasileiro com atividades referentes ao sistema de pré-pagamento de energia elétrica iniciou no dia 22 de dezembro de 2005, com a resolução autorizativa nº 391, redigida pela ANEEL, que autorizava a AMPLA Energia e Serviços S.A., uma concessionária de distribuição de energia elétrica do estado do Rio de Janeiro, a implantar o sistema de faturamento na modalidade pré-paga, em caráter experimental, para atender aos consumidores localizados em sua área de concessão.

Ainda, segundo a mesma nota técnica, em 3 de março de 2009 uma nova resolução autorizativa foi concedida pela ANEEL: a Resolução nº 1822, autorizava a Centrais Elétricas do Pará S.A. – CELPA, uma empresa de distribuição e geração de energia elétrica, a implantar dois projetos-piloto para o atendimento a comunidades isoladas, localizadas no estado do Pará. A comunidade de Araras, localizada no município de Currálinhos, e a comunidade de Santo Antônio, localizada no município de Breves, foram as escolhidas, em que ao menos uma das duas deveria receber o sistema de pré-pagamento de energia elétrica.

No mesmo ano, no dia 4 de novembro, uma resolução similar foi autorizada à Amazonas Distribuidora de Energia S.A. – ADESA: a resolução autorizativa nº 2150, que assentia à implantação do projeto-piloto com a adesão ao

faturamento pré-pago para o atendimento de 13 comunidades isoladas situadas no Estado do Amazonas (ANEEL, 2012d).

Durante o período de desenvolvimento desses projetos, a ANEEL solicitou às distribuidoras, relatórios trimestrais de acompanhamento, que lhe serviram como base de dados para o estudo do sistema de pré-pagamento implantado.

No ano de 2010, a ANEEL aprovou na Resolução Normativa nº 414 um artigo sobre a possibilidade de atendimento provisório, com o sistema pré-pago, à consumidores localizados em assentamentos informais de baixa renda.

Em 2011, realizou seminário internacional sobre o Pré-Pagamento de Energia Elétrica e, no ano seguinte, realizou visita às comunidades isoladas do Amazonas, atendidas com o sistema pré-pago, com o objetivo de verificar *in loco* o modelo de pré-pagamento, sua forma de operação e monitoramento e também a repercussão na população envolvida. Através dos projetos-piloto implantados, com dados locais, e também dados internacionais, a ANEEL elaborou um regulamento para aplicação da atividade de pré-pagamento de energia elétrica no Brasil.

Assim, a ANEEL apresentou no dia 1º de abril de 2014 a resolução normativa nº 610, que regulamenta as modalidades de pré-pagamento e pós-pagamento eletrônico de energia elétrica. De acordo com tal normativa, o sistema de faturamento pré-pago de energia elétrica pode ser aplicado apenas a unidades consumidoras pertencentes ao grupo B, desde que não utilizem transformadores de corrente, demande corrente elétrica superior a 100 A e/ou seja classificada como Iluminação Pública, os demais requisitos serão discutidos no capítulo 4.

Em 12 de dezembro de 2014, o Inmetro, através do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, publicou a portaria nº 545, que considera a resolução normativa nº 610/2014 da ANEEL, para aprovação das características técnicas dos medidores eletrônicos para o pré-pagamento de energia elétrica (DIART, 2014). Esse documento apresenta os requisitos e considerações técnicas que devem ser aplicados nos medidores eletrônicos pré-pagos.

### 2.3.2 Dimensão tecnológica

O uso do sistema pré-pago na telefonia móvel é muito amplo ao redor do mundo. A crescente aceitação do pré-pagamento como um método normal de pagamento por serviços telefônicos, viagens e também outras atividades, ajudam a reduzir os pré-conceitos em relação ao pré-pagamento de energia elétrica.

O sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica teve início no século XX, tornando-se bastante popular em 1930 e nos primeiros anos da década 40 na Europa, especialmente no Reino Unido (DAY, 2012). No sistema pré-pago, inicialmente o consumidor efetua a compra dos créditos de energia elétrica para posteriormente poder utilizá-la. Os pontos de venda dos créditos podem ser, bancos, postos de gasolina, farmácias, lojas, supermercados, estabelecimentos dedicados e, para os medidores com tecnologia mais avançada, a compra dos créditos pode ser realizada através da internet.

#### 2.3.2.1 Tecnologia em produtos e serviços

A principal ferramenta do sistema pré-pago de tarifação, é o medidor pré-pago, ele analisa o padrão de consumo de energia elétrica de maneira mais detalhada, comparado a um medidor convencional. Desde o seu surgimento até os dias de hoje, diferentes tecnologias foram implantadas nos medidores. Os tipos de comunicação disponíveis entre os pontos de venda e o servidor variam com as opções de venda dos créditos. A comunicação pode ser via GPRS<sup>4</sup>, GSM<sup>5</sup>, *Ethernet*<sup>6</sup>, PLC<sup>7</sup> ou ainda via satélite (ESTEVES, *et al.*, 2015).

---

<sup>4</sup> GPRS é a sigla de *General Packet Radio Services*, ou Serviços Gerais de Pacote por Rádio, é uma tecnologia que tem o objetivo de aumentar as taxas de transferência de dados entre celulares, facilitando a comunicação e o acesso a redes (TANENBAUM, 2011).

<sup>5</sup> GSM é a sigla de *Global System for Mobile Communications*, ou Sistema Global para Comunicações Móveis, é uma tecnologia de comunicação utilizada em celulares e outros aparelhos móveis (TANENBAUM, 2011).

<sup>6</sup> *Ethernet* é uma arquitetura de interconexão para redes locais, pode-se utilizar cabo coaxial, cabo de par trançado e fibra ótica, todos os computadores de uma rede *Ethernet* estão ligados a uma mesma linha de comunicação (TANENBAUM, 2011).

<sup>7</sup> PLC é a sigla para Power Line Communication, ou Comunicação Via Rede Elétrica, consiste em transmitir dados e voz em banda larga pela rede de energia elétrica (FACCIONI; TRICHEZ, 2008).



Para que o pré-pagamento seja bem-sucedido, é essencial ter várias opções de pontos de venda, de modo que o consumidor não necessite percorrer longas distâncias para comprar os créditos, reduzindo assim o risco de desconexão.

Os medidores de pré-pagamento podem ser divididos em um único aparelho ou em dois dispositivos independentes: a diferença depende da localização do *display* e do medidor. Medidores em peça única exibem o consumo e os créditos, e estão localizados em um único dispositivo, ao passo que nos medidores duplos, um está localizado no exterior da habitação (apenas o responsável da distribuidora de energia pode acessá-lo) e a exibição das informações sobre o crédito e o consumo de energia, estão localizados no outro aparelho que permanece dentro da residência.

Os medidores mais avançados apresentam informações sobre o consumo de eletricidade por hora e o total de créditos, também, emitem um alerta para o consumidor quando os créditos estão terminando. Em alguns casos, os consumidores também recebem SMS<sup>8</sup> e/ou *e-mail* quando eles estão prestes a ficar sem créditos (geralmente alguns dias antes do esgotamento dos créditos, de acordo com um inferido padrão de consumo) para que o consumidor tenha tempo suficiente para comprar créditos adicionais (ESTEVEES, *et al.*, 2015).

De acordo com os recursos de cada medidor, existem diversas formas para efetuar o pagamento pré-pago de energia elétrica que serão listadas a seguir:

- **Moedas:** Esta é a forma mais antiga, oferece um processo mecânico para fazer a recarga dos créditos. A principal desvantagem desse sistema é a vulnerabilidade do medidor, o qual apresenta risco de roubo de caixa, e também de fraude nas moedas. Outro impacto negativo vai para o fornecedor de energia, que tem a necessidade de realizar visitas regulares até o local para recolher o dinheiro (GEORGES, 2012). A figura 2 ilustra dois diferentes modelos de medidores pré-pagos que utilizam moeda:

---

<sup>8</sup> SMS – *Short Message Service*, que significa Serviço de Mensagens Curtas. SMS é um serviço utilizado para o envio de mensagens de texto curtos, através de telefones celulares (HORD, 2014).



**Figura 2 – Medidor pré-pago a base de moedas.**  
**Fonte: Bragatto (2012).**

- Chave eletrônica ou PIN (*Personal Identification Number*): O consumidor adquire uma chave eletrônica que contém dados necessários para efetuar a recarga de créditos no terminal. A figura 3 exibe o modelo de medidor com chave eletrônica. O consumidor pode realizar a compra dos créditos em pontos de venda credenciados. Um ponto negativo desse sistema é o caso de extravio da chave eletrônica, que poderá acarretar em desconexão do sistema (HIEDA, 2012).



**Figura 3 – Medidor pré-pago com chave eletrônica.**  
**Fonte: Bragatto (2012).**

- Cartão de memória e cartão magnético: É uma solução bastante conhecida, utilizada no pré-pagamento de água, gás e eletricidade. O seu *display* indica ao consumidor a quantidade de créditos disponíveis para o consumo. Os cartões podem ser recarregados nos postos de venda específicos e também em agentes credenciados, como, bancos, lotéricas, supermercado entre outros

(GEORGES, 2012). A figura 4 ilustra um medidor eletrônico movido a cartão, e seus respectivos cartões.



**Figura 4 – Medidor pré-pago com cartão magnético.**  
Fonte: Bragatto (2012).

- Cartão inteligente: Cartões com *chip*, de acordo com a figura 5, são semelhantes aos cartões de memória, mas com maior segurança. Uma autenticação mútua é realizada para garantir a operação de pagamento. As formas de pagamento podem ser através de cartão bancário de débito, cartão de crédito ou cartão de telefone pré-pago. Os cartões inteligentes estão disponíveis em lojas específicas e pontos de venda credenciados (GEORGES, 2012).



**Figura 5 – Medidor pré-pago de cartão inteligente.**  
Fonte: Argarwal (2013).

- Medidor com teclado: Com a implantação da mobilidade, os dispositivos móveis também podem ser utilizados como solução de pagamento pré-pago. Através de mensagem de texto, ou mesmo *online*, o consumidor recebe um código de crédito de 16 a 20 dígitos, que será inserido no medidor por meio do teclado numérico. Os

créditos ainda podem ser comprados em pontos de venda credenciados e lojas específicas (GEORGES, 2012). A figura 6 exhibe o medidor com teclado numérico.



**Figura 6 – Medidor com teclado numérico.**  
Fonte: Hieda (2012).

- Medidor inteligente: Com a inserção da tecnologia das redes inteligentes, os sistemas de comunicação operam de maneira bidirecional, com cobertura de diversos dispositivos de informação. Baseado nessa tecnologia, aplicativos de *smartphones* foram desenvolvidos, com várias informações sobre a conexão de energia elétrica, entre elas, a recarga dos créditos pré-pagos, que pode ser realizada *on-line* (PREPAID ENERGY HUB, 2015a). A Figura 7 exemplifica o medidor inteligente e também um aplicativo disponível para *smartphones*, referente ao sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica.



**Figura 7 – Medidor inteligente pré-pago e aplicativo para *smartphone*.**  
Fonte: Newton (2015).

Todas estas soluções de pagamento em algum momento estiveram disponíveis para o mercado pré-pago.

A atualização da tecnologia dos medidores coopera com o desenvolvimento do processo de adição dos créditos, tornando o sistema mais atrativo para o consumidor.

### 2.3.2.2 *Tecnologia em processos (gestão de operações)*

As formas de adquirir os créditos de energia elétrica referentes ao sistema pré-pago de tarifação, seguem na direção do sistema pré-pago de telefonia, como foi mencionado anteriormente: o crédito pode ser carregado a partir do telefone, através da internet, caixas eletrônicas, caixas de supermercado entre outros. Quanto maior o crescimento do mercado pré-pago, mais rentável pode ser para os fornecedores disponibilizar uma gama mais ampla de métodos de compra de créditos.

Os métodos de adição de créditos no medidor pré-pago variam de acordo com o tipo de medidor, uma das técnicas mais comuns, obriga os clientes a visitar um ponto de carregamento (chamada de *payzone* ou zona de pagamento, ou seja, uma loja credenciada) entregar seu cartão ou chave eletrônica e o dinheiro que deseja adicionar e em seguida, ao retornar para casa, devem inserir o cartão ou a chave recarregada no medidor, para adicionar os créditos. Esses estabelecimentos tornaram-se mais numerosos com o aumento dos consumidores do sistema de pré-pagamento de energia elétrica (e são muitas vezes localizados em lojas de esquina, com horas relativamente longas de abertura), entretanto, a necessidade de se deslocar para adicionar novos créditos pode gerar desconforto em alguns usuários, o que pode contribuir para a desconexão do serviço (OWEN; WARD, 2010).

Os medidores com tecnologia inteligente, que permitem ao consumidor efetuar a recarga dos créditos *on-line*, ou via SMS, estão disponíveis apenas em alguns países. Os aspectos singulares de cada país, com relação ao sistema pré-pago, necessitam de uma análise individual, que será discutida no próximo tópico.

### 2.3.3 Experiências internacionais

Atualmente, o sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica é utilizado em vários países, tendo como destaque os países que compõe a Grã-Bretanha, com mais de 5 milhões de consumidores (gás e energia elétrica), e a África do Sul, com mais de 4 milhões de consumidores. Outros países como Estados Unidos, Irlanda do Norte, Nova Zelândia entre outros, fazem uso desse sistema (OWEN; WARD, 2010).

Na América do Sul, as primeiras experiências com o pré-pagamento de energia elétrica iniciaram na década de 1990, nas cooperativas de eletrificação rural, e, posteriormente, foram ampliadas em 2005, com a aplicação em centros urbanos. Os principais países que utilizam o sistema pré-pago de tarifação na América do Sul são a Argentina, Colômbia e Peru, com destaque para a Argentina (ANEEL, 2012d).

De acordo com a empresa multinacional de consultoria e pesquisa *Navigant Research*, a base global de medidores de pré-pagamento de energia elétrica instalados em 2014 superou os 31 milhões. Pode-se estimar ainda, a partir de prospecção realizada pela *Navigant Research*, um crescimento anual de mais de 15%, de modo que, com essa previsão, os medidores de pré-pagamento instalados no mundo alcançarão a marca de aproximadamente 85 milhões em 2024 (NAVIGANT RESEARCH, 2014).

Cada país que faz uso do sistema pré-pago desenvolveu a tecnologia em um período diferente, e foram motivados pelos objetivos particulares de cada local. Diante disso, é importante analisar individualmente cada país, dando ênfase às similaridades entre eles. A quantidade, a tecnologia dos medidores e a tecnologia do processo de medição são aspectos relevantes que devem ser considerados.

### 2.3.3.1 Grã-Bretanha

Os países que compõem a Grã-Bretanha (Inglaterra, Escócia e País de Gales) são pioneiros no uso de sistemas pré-pagos de tarifação, tanto de gás como de energia elétrica.

De acordo com Owen e Ward (2010), em meados da década de 1980, os medidores eletrônicos foram inseridos no mercado inglês. Em 2009, aproximadamente 3,7 milhões de medidores eletrônicos pré-pagos já estavam instalados na região, equivalente a uma fatia de 14% de todos os clientes de energia elétrica.

A Grã-Bretanha estabelece crédito de emergência para seus consumidores (uma quantia equivalente a aproximadamente 5 Libras), que pode ser utilizado quando o consumidor julga necessário. O valor correspondente ao crédito de emergência é debitado na próxima compra de créditos, sem nenhum tipo de acréscimo, ou seja, com o mesmo valor do crédito usual (OWEN; WARD, 2010).

Empresas de energia (gás e eletricidade), defendem a utilização dos medidores inteligentes, esses, são programados com o crédito amigável e crédito de emergência, para que os clientes estejam menos propensos a desconexão. Esse sistema facilita a recarga dos créditos, que pode ser efetuada *on-line*, por telefone ou via SMS, e também através de aplicativo disponível para aparelhos *smartphone*, todos sem a necessidade de sair de casa.

O aplicativo armazena as informações do cliente e permite que eles efetuem a recarga de onde estiverem; também, através do aplicativo, é possível alterar detalhes da conta e ver seu histórico de recargas (PREPAID ENERGY HUB, 2015c).

### 2.3.3.2 África do Sul

As primeiras experiências na África do Sul iniciaram na década de 1990. Nesse período, um projeto piloto foi desenvolvido na cidade de Maputo, em Moçambique, que atendia cerca de 500 clientes. Após o projeto ser aprovado, a maioria dos medidores convencionais foi substituído por medidores pré-

pagos. No ano de 2010, na mesma localidade, 85% dos clientes estavam utilizando medidores pré-pagos (BAPTISTA, 2013).

De acordo com Merwe (2011), algumas empresas de energia elétrica calculam que, em 2011, aproximadamente 10 milhões de medidores pré-pagos de energia elétrica foram instalados na África do Sul. Na cidade do Cabo, por exemplo, mais de 485 mil haviam sido instalados, representando uma parcela de 75% da população local.

Os medidores da África do Sul possuem uma unidade de leitura que exibe o total de créditos disponíveis assim como o nível de consumo de energia, permitindo com que o consumidor tenha maior controle da utilização do serviço. Alguns medidores já possuem comunicação bidirecional entre o consumidor e a concessionária de energia, permitindo realizar leituras, conexão e desconexão de maneira remota.

Os clientes podem comprar os créditos através de diferentes pontos de venda, incluindo lojas, caixas eletrônicos, internet e *smartphone* (ESTEVES, *et al.*, 2015).

O governo da África do Sul fornece energia elétrica gratuita para as famílias mais carentes do país, disponibilizando a elas 50 kWh por mês, valor suficiente para atender a necessidades básicas, como refrigeração e iluminação, conforme apontam Owen e Ward (2010) e Merwe (2011).

### 2.3.3.3 Irlanda do Norte

De acordo com Gans, Alberini e Longo (2012), aproximadamente 35% de todos os clientes residenciais de energia elétrica da Irlanda do Norte começaram a utilizar o sistema pré-pago de tarifação no ano de 2010.

Os clientes Irlandeses do sistema pré-pago recebem um desconto de 2% em relação ao sistema convencional, desconto esse referente à redução de custos como: leitura dos medidores; redução da inadimplência; custos de *call center*, e custos de faturamento, conforme apontam Owen e Ward (2010). As mesmas autoras citam ainda que uma facilidade apresentada no sistema pré-pago Norte-Irlandês é o método de obtenção dos créditos de energia: além das lojas e pontos de venda específicos também é possível efetuar a compra dos

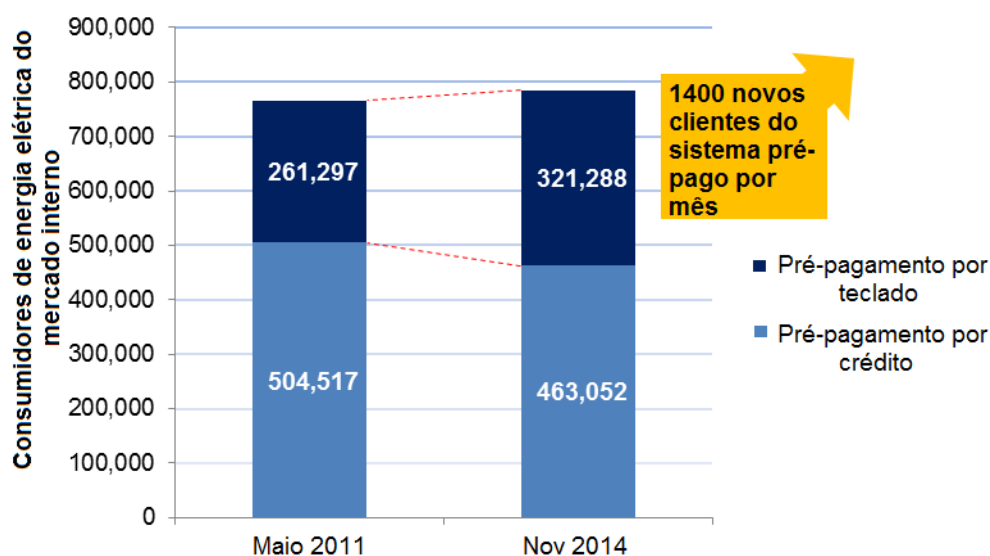


créditos através da internet e também por telefone, facilitando o acesso e atraindo novos clientes.

O medidor eletrônico possui algumas funções que podem ser configuradas pelo consumidor, como por exemplo ligar e desligar aparelhos individuais um de cada vez; e também emitir um sinal sonoro, alertando sobre o final dos créditos. Caso eles se esgotem, um pequeno crédito de uma libra é automaticamente concedido (GANS; ALBERINI; LONGO, 2012).

Além do crédito de emergência disponibilizado, o órgão regulador da Irlanda do Norte impôs uma espécie de “crédito amigo”, que significa que os usuários não podem ser desconectados da rede num período de quatro a oito horas, normalmente durante à noite e nos finais de semana, caso esse benefício seja utilizado, o valor consumido será debitado na próxima compra de créditos (OWEN; WARD, 2010).

Os medidores pré-pagos de cartões e também os de chave, da Irlanda do Norte, estão sendo substituídos pelos medidores de teclado com sistema semi-inteligente, como indica a figura 8. Esses medidores oferecem mais vantagens e segurança para os clientes (PREPAID ENERGY HUB, 2015b).



**Figura 8 – Mudança do sistema pré-pago de energia elétrica na Irlanda do Norte.**

Fonte: Adaptado de Prepaid Energy Hub (2015b).

De acordo com, com dados obtidos a partir de novembro de 2014, na Irlanda do Norte aproximadamente 785 mil clientes estão utilizando o sistema

pré-pago de energia elétrica, representando 41% do mercado nacional de eletricidade.

O governo da Irlanda do Norte está investindo na tecnologia de medição inteligente, a previsão é de que em 2018, aproximadamente 600 mil medidores inteligentes sejam instalados em todo o país, com o objetivo de 100% de conectividade (ADAMS, 2016).

#### 2.3.3.4 Nova Zelândia

De acordo com Edmunds (2015), mais de 40 mil famílias utilizam medidores pré-pagos de energia elétrica na Nova Zelândia. No final de 2008 a Nova Zelândia iniciou estudos para a aplicação dos medidores inteligentes no país, que começaram a serem introduzidos em 2010 (ELECTRICITY COMMISSION, 2009).

Os consumidores possuem flexibilidade na hora da compra de seus créditos: além de adquirir através de lojas e pontos específicos de venda, possuem a opção de débito direto, que lhes oferece desconto no pagamento. (O'SULLIVAN; HOWDEN-CHAPMAN; FOUGERE, 2010).

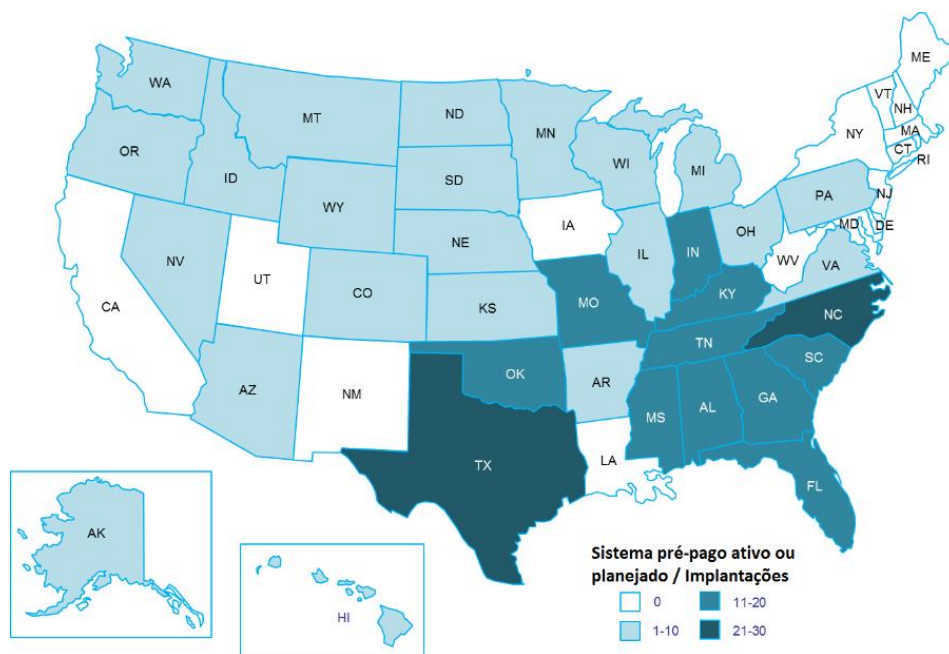
Conforme outro estudo realizado pelos mesmos autores, em 2012, os créditos são inseridos nos medidores através de um código de 20 dígitos. Quando estão por se esgotar, uma luz vermelha é acesa no painel do medidor e um sinal sonoro é disparado.

Cada medidor possui um display que apresenta os dados de consumo e as características da qualidade do fornecimento de energia elétrica, por possuírem comunicação bidirecional entre o consumidor e fornecedor, as informações também podem ser transmitidas *on-line*, por mensagens de texto, e através de aplicativos de *smartphone* (ELECTRICITY AUTHORITY, 2010).

#### 2.3.3.5 Estados Unidos

O sistema pré-pago de energia elétrica norte americano começou a ter relevância no final da década de 1980. Atualmente, mais de 200 empresas de energia elétrica estão disponibilizando o serviço em 34 estados americanos,

em conjunto com mais de 170 cooperativas de distribuição de energia elétrica (PREPAID ENERGY HUB, 2015a). A Figura 9 indica a utilização do sistema pré-pago em cada estado norte americano, apontando o número de projetos piloto ativos ou em fase de desenvolvimento.



### 2.3.3.6 Argentina

O sistema de tarifação de energia elétrica pré-paga surgiu na Argentina em 1995, através das Cooperativas de Serviços Elétricos e seus associados. O sistema é ofertado como um serviço alternativo, de livre escolha para os clientes. Em agosto de 2011, mais de 220.000 (duzentos e vinte mil) medidores eletrônicos foram instalados pelas cooperativas (AVANCINI, 2011).

Segundo Owen e Ward (2010), um tipo de tecnologia de medição adotada na Argentina permite o pagamento convencional de energia (pós-pago), com fatura fixa, e também a tecnologia de pré-pagamento. A opção de fatura fixa fornece uma quantidade limitada de energia elétrica para seus consumidores: a distribuidora disponibiliza a energia em pequenas frações (ela opera a cada 15 segundos, fornecendo 0.0008 kWh, acumulando 0,2 kWh por hora e 5 kWh por dia). Essa condição impede que o cliente utilize a energia em demasia num curto período de tempo. Ainda, caso seja necessário, o cliente tem a opção de comprar mais créditos através do sistema pré-pago.

Na Argentina, a maioria dos medidores pré-pagos utiliza a tecnologia do medidor com teclado. Em sua maioria, os medidores são divididos em dois aparelhos, um permanece fora da casa, inacessível para o usuário, e o outro permanece dentro da casa com um *display* que fornece as informações sobre o consumo e os créditos. A venda dos créditos de recarga é fornecida em sua maior parte por lojas credenciadas (ESTEVEZ, *et al.*, 2015).

Por meio de todas essas informações, pode-se observar que as tecnologias associadas ao sistema pré-pago de faturamento de energia elétrica estão em constante processo de inovação. Nota-se que a maioria dos países citados desenvolveram ferramentas específicas para promover o sistema pré-pago, como os aplicativos para *smartphone* e a atualização dos medidores, que transmitem mais informações ao usuário. Essas atualizações tendem a facilitar a aproximação do consumidor com o sistema, tornando-o cada vez mais atrativo e com maior potencial de expansão.

### 3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Para o desenvolvimento de uma pesquisa é necessário existir uma questão, ou dúvida, para a qual se quer encontrar uma resposta. Segundo Silva e Menezes (2005, p. 20) “pesquisa é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que tem por base procedimentos racionais e sistemáticos”. Pela ótica de Gil (2008, p. 26), “pesquisa é o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. ”

Ambos autores apontam para o desenvolvimento de uma organização metodológica da pesquisa, onde é necessário planejar e construir as etapas do processo investigativo, de maneira coerente com o propósito e contexto da pesquisa. Assim, esse processo pode ser classificado de acordo com a sua natureza, finalidade, abordagem, procedimentos técnicos e bases lógicas. É o que se apresenta, a seguir, neste capítulo.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Do ponto de vista da natureza da pesquisa, esta é caracterizada como aplicada, em que seu propósito é gerar conhecimentos para aplicação prática, utilizando seus resultados na solução de problemas reais, envolvendo verdades e interesses universais (UFRGS, 2009).

Conforme já mencionado, o sistema pré-pago de faturamento de energia elétrica ainda não está em funcionamento extensivo no Brasil. Por essa razão, e dada a limitação de informações operacionais e do ponto de vista do usuário, para este caso, a pesquisa assume finalidade exploratória, a qual, segundo Gil (2008), tem como principal intento, desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias a cerca de um problema, e, posteriormente, torná-lo explícito ou construir hipóteses a seu respeito.

De acordo com a problemática da pesquisa, uma abordagem predominantemente qualitativa será adotada, uma vez que a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são intrínsecos aos objetivos propostos

(SILVA; MENEZES, 2005). O caráter qualitativo permeia tanto a análise de conteúdo, aplicada sobre material teórico, quanto a pesquisa empírica de campo, na forma de consulta a especialistas.

Ainda, segundo as mesmas autoras, existe uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, que não pode ser mensurada, pois ambos são elementos indissociáveis, e, quando se trata do sujeito, deve-se levar em consideração seus traços subjetivos e suas particularidades. Nesta abordagem, o processo é o foco principal e não o resultado ou o produto. Assim, a análise dos dados é realizada de forma indutiva, ou seja, o pesquisador parte de fatos comprovados para obter uma conclusão ou demonstração da verdade, e tem como responsabilidade a interpretação de fenômenos e a atribuição de significados.

Em relação aos procedimentos técnicos, adotou-se levantamento bibliográfico e documental, os quais estão relacionados a materiais já publicados, constituído principalmente de artigos científicos, relatórios institucionais e acervo legal ou regulatório nacional. Utiliza-se também a coleta de dados primários, na forma de *survey*, envolvendo questões abertas e fechadas, dirigido a especialistas.

A pesquisa teórica principal, referente ao sistema pré-pago de energia, será baseada em sua maioria em artigos e relatórios internacionais, uma vez que o Brasil possui acervo reduzido de bibliografia específica.

Tomando como exemplo os países que utilizam essa tecnologia, será realizada uma análise pelo método hipotético-dedutivo, que tem por base, a formulação de conjecturas ou hipóteses de como o sistema pré-pago poderá ser introduzido no mercado brasileiro. Segundo Gil (2008), das hipóteses formuladas, deduzem-se consequências que deverão ser testadas ou falseadas, ou seja: procuram-se evidências empíricas para derrubar as hipóteses. Essa será a base para construção do questionário, bem como irão constitui-se em proposições para trabalhos futuros, esses, de finalidade potencialmente descritiva.

Uma vez caracterizada a pesquisa, deve-se abordar a unidade de análise e formas de levantamento e análise de dados. Antes disso, porém, para definir mais claramente o encadeamento dos procedimentos, descrevem-se as etapas transcorridas na pesquisa.

### 3.2 ETAPAS ADOTADAS PARA A ELABORAÇÃO DA PESQUISA

Conforme já definido no Capítulo 1, esta pesquisa objetivou caracterizar as condições tecnológicas e regulatórias do sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica.

Com relação às condições regulatórias, é necessário realizar um levantamento de todo o arcabouço legal da modalidade de pré-pagamento disponível no Brasil. Da mesma maneira, caracterizar aspectos relevantes da regulamentação internacional, examinar seus conteúdos e confrontá-los com a normatização brasileira.

Para analisar as condições tecnológicas, deve-se especificar a estrutura tarifária vigente no Brasil bem como os processos e artefatos envolvidos no faturamento; delimitar as tecnologias que já foram utilizadas no país, através dos projetos-piloto desenvolvidos e confrontá-las com as tecnologias em vigor nas experiências internacionais.

Após definido o assunto e tema de pesquisa, foi realizada uma pré-revisão de literatura, com a finalidade de delimitar o foco de interesse, o problema a ser abordado e obter referencial bibliográfico disponível sobre o tema.

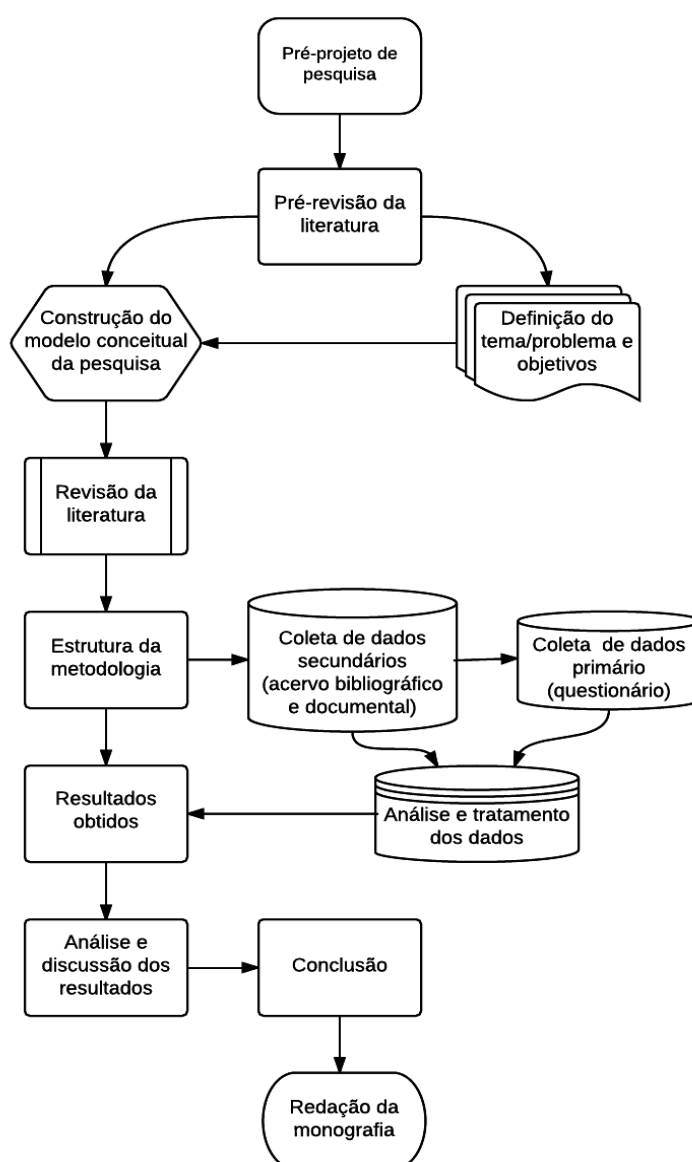
A busca pelo referencial teórico transcorreu de acordo com as seguintes etapas:

- Identificação de bases de dados científicas e fontes eletrônicas de pesquisa (ex. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações SiBi/UFPR; *iee xplora*; *Scielo Scientific Electronic Library On-line* etc.);
- Localização de publicações (artigos de periódicos e eventos, livros, dissertações, teses, relatórios técnicos etc.), utilizando palavras-chave predefinidas (ex. *prepayment energy*; *prepaid electricity*; *prepayment energy meters*; *smart meters*; *smart prepaid electric*; *smart grid*; energia pré-paga etc.);
- Pesquisa de dados quantitativos em relação à distribuição e consumo de energia elétrica no Brasil, através de fontes como: (Ministério de Minas e Energia (MME); Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS); Empresa de Pesquisa Energética (EPE); Agência Nacional de

Energia Elétrica (ANEEL); Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE);

- Processo de filtragem e fichamento do material encontrado, considerando o foco desta pesquisa;
- Análise das publicações selecionadas e classificadas.

A organização geral da pesquisa é representada pela Figura 13, que expressa as etapas de execução, cuja descrição continua sendo detalhada na sequência.



**Figura 10 – Etapas da pesquisa.**  
**Fonte: Autoria própria.**



Através dos dados obtidos na pré-revisão de literatura, foi delimitado o tema, o problema e os objetivos da pesquisa. O tema referente ao sistema pré-pago de tarifação, pode ser discutido sob diferentes perspectivas, tornando-o propenso a um desvio dos principais objetivos do trabalho. Em vista disso, elabora-se um modelo de referência conceitual, que serve como guia durante a construção da pesquisa. A partir da definição da direção a ser tomada, é realizada a revisão de literatura, baseada nos objetivos gerais e específicos estabelecidos, de modo a dar às ao delineamento metodológico da pesquisa, conforme se discute no presente capítulo. Os fundamentos teóricos descritos no Capítulo 2 passaram a permear as definições acerca da coleta e análise de dados, bem como as discussões que as sucedem.

Em seguida, a coleta de dados é realizada a partir das pesquisas bibliográficas e documentais, e também por meio de questionário semiestruturado, direcionado a especialistas da área. Os instrumentos de coleta e análise dos dados são detalhados no item 3.3.

Da análise realizada, decorrem os resultados, apresentados prioritariamente na forma de quadros sintéticos, visando facilitar o relato comparativo e/ou ilustrativo das informações pertinentes e a compreensão do leitor.

Por fim, realizando uma análise geral dos resultados, são elaboradas as conclusões finais da pesquisa, respondendo a seus objetivos.

### 3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A coleta dos dados é realizada de acordo com os procedimentos técnicos aplicados: pesquisa bibliográfica e documental e o questionário semiestruturado.

O questionário semiestruturado combina perguntas fechadas com perguntas abertas. As questões fechadas atribuem maior uniformidade às respostas e são facilmente processadas; as questões abertas, proporcionam ao entrevistado a possibilidade de discorrer sobre o tema, explorando os aspectos que considere mais relevantes.

A primeira etapa iniciou-se com a obtenção do referencial teórico, através de pesquisas realizadas principalmente por meio da internet, seguindo as etapas discutidas anteriormente. Em seguida, munido de diversos documentos sobre o sistema pré-pago de tarifação, foi realizada a filtragem, fichamento e análise de conteúdo, selecionando itens específicos que se coadunam aos objetivos da pesquisa.

A segunda etapa abarcou a seleção de profissionais especialistas na área de engenharia elétrica, com ênfase em *smart grids* e, principalmente, nos medidores eletrônicos de energia elétrica (que caracterizam o sistema pré-pago de tarifação).

A seleção dos profissionais especialistas foi realizada através de uma análise bibliográfica e documental, referente ao desenvolvimento de pesquisas e projetos; participação efetiva em congressos, simpósios ou seminários sobre o sistema pré-pago de tarifação, sobre os medidores eletrônicos, e também sobre as redes inteligentes. Dentre esses, priorizou-se profissionais que representem instituições ligadas de forma direta e indireta com o desenvolvimento do sistema pré-pago de tarifação.

Assim, foram selecionados profissionais que atuam na Aneel, Inmetro, Abradee, Siemens, Copel e demais concessionárias de energia elétrica.

Para aplicação de um questionário semiestruturado, desenvolvido com perguntas abertas, semi-abertas e fechadas, sendo essas últimas de escolha única, múltipla ou em escala *Likert* de 5 pontos, que apresenta grau de concordância ou discordância de acordo com as variáveis relacionadas à questão, utilizou-se a ferramenta Formulários *Google* para elaborar e enviar as questões aos profissionais. O período disponibilizado para respostas foi de 10 dias. O formulário do questionário está disponível no Apêndice A.

Para a análise do questionário, utilizou-se média simples para as questões fechadas de escolha única; média de 5 pontos para as questões de escala *Likert* e análise de frequência para as questões de múltipla escolha. Já para as questões abertas, procedeu-se análise de conteúdo.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O capítulo 4 apresenta os resultados da pesquisa bibliográfica e documental, e também do questionário direcionado aos especialistas. Está subdividido em 3 itens: o primeiro deles, trata do marco regulatório internacional, que evidencia as primeiras regulamentações que serviram de base para o desenvolvimento do sistema de pré-pagamento de energia elétrica nos países do exterior.

O segundo item diz respeito ao marco tecnológico internacional, e está subdividido em três subitens, abordagem do produto, abordagem do processo e abordagem do serviço. Cada um deles compreende uma parcela da tecnologia do sistema de pré-pagamento.

O terceiro e último item desse capítulo relata as características do sistema pré-pago no Brasil, evidenciando os aspectos regulatórios e tecnológicos abordados. Neste caso, destaca-se separadamente o conteúdo resultante das análises documental e da pesquisa de campo.

### 4.1. MARCO REGULATÓRIO INTERNACIONAL

As primeiras regulamentações para os medidores pré-pagos de energia elétrica começaram no Reino Unido e na África do Sul, portanto, esses dois países serão o alvo da análise sobre a regulamentação internacional.

No ano de 1989 o governo do Reino Unido atualizou e publicou uma nova Lei de Eletricidade (*Electricity Act 1989*), com diversas atribuições acerca do seu sistema de energia elétrica. Com relação ao sistema pré-pago, essa lei faz menção ao uso dos medidores de eletricidade, e às disposições especiais para os medidores pré-pagos de energia elétrica. De acordo com a lei, o medidor de eletricidade deve ser aprovado nos termos da legislação nacional do Reino Unido, que são dispostos sob a forma de documentos, posteriormente chamados de Instrumentos Legais (*Statutory Instruments - SI*).

Os principais documentos SI publicados no Reino Unido com relação ao sistema pré-pago de energia elétrica são:

- Os Instrumentos de Medição (Medidores de Energia Elétrica) SI 1995 n° 2607;
- Regulamentação dos Medidores (Aprovação do Padrão de Construção e Forma de Instalação) SI 1998 n° 1565;
- Regulamentação dos Medidores (Certificação) SI 1998 n°1566;
- Regulamentação dos Instrumentos de Medição (Requisitos dos Medidores de Energia Elétrica) SI 2002 n° 3082;
- Regulamentação de Eletricidade (Aprovação do padrão de Construção, Instalação e Certificação) SI 2002 n° 3129;
- Regulamentação dos Instrumentos de Medição (Medidores de Energia Elétrica) SI 2006 n° 1679;

Seguindo as atualizações das normas regulamentadoras, todos os medidores de energia elétrica do Reino Unido, para efeito de faturamento, devem se enquadrar na legislação nacional e possuir certificado de aprovação (NMRO, 2014).

Paralelamente, em 1988, a principal empresa geradora e distribuidora de energia elétrica da África do Sul, a Eskom, desenvolveu um projeto chamado "*Electricity for All*" (Eletricidade para Todos), destinado a fornecer energia elétrica principalmente para a população que não tinha acesso. Foi desenvolvido então na África do Sul, a base do sistema de pré-pagamento de energia elétrica que está vigorando até hoje (ESTEVEES, *et al.*, 2015).

A primeira especificação técnica foi emitida em 1989, pela própria Eskom, e atualizada em 1990, chamada de NRS 009-1, *National Regulation Standards*, ou seja, Normas Nacionais de Regulamentação, com o tema *Electricity Sales Systems – System Overview* (Sistema de Vendas de Energia Elétrica – Visão Geral do Sistema), juntamente com a NRS 009-2 e NRS 009-3, *Functional and Performance Requirements*, e *Database format*, respectivamente, Requisitos Funcionais e de Desempenho e Formato da Base de Dados.

No mesmo ano, em 1990, o Escritório de Normas Sul Africano, (*The South African Bureau of Standard – SABS*) baseado nas NRS 009, produziu uma nova especificação nacional para os medidores de pré-pagamento, que foi atualizada em 1994.

Em 1993, após diversas campanhas e propagandas nacionais promovendo a nova tecnologia, mais medidores foram instalados, e com o aumento do volume, surgiram problemas técnicos nos medidores e no fornecimento de energia em geral, tornando necessário o desenvolvimento de uma padronização do sistema pré-pago e seus medidores.

Foi então que a companhia Eskom desenvolveu o sistema STS – *Standard Transfer Specification*, padrão ou norma de especificação da transferência de dados, ou seja, um sistema de transferência seguro para o transporte de informações entre e os medidores e os pontos de venda. No mesmo ano, publicou outra especificação, chamada de MC 171, *Particular Requirements for Prepayment Meters*, Requisitos Particulares para os Medidores de Pré-pagamento, que em conjunto com a STS serviram como base para a próxima especificação (ESKOM, 2002).

De acordo com Eskom (2002), em 1994, o Escritório de Normas Sul Africano, (*The South African Bureau of Standard – SABS*) produziu uma nova especificação para os medidores de pré-pagamento, chamada de SANS 1524, (*SANS – South African National Standard*), que se referia aos Sistemas de Pagamento de Eletricidade (*Electricity Payment Systems*), essa norma era constituída pelas NRS 009 produzidas inicialmente pela Eskom.

A norma SANS 1524 foi utilizada como principal fonte para o desenvolvimento das normas internacionais do sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica (ESKOM, 2002).

O Quadro 2 reúne as regulamentações mencionadas, que serviram de base para o desenvolvimento do sistema pré-pago na África do Sul e no Reino Unido.

Ano	País	Lei/Norma		Objetivo
		Código	Título	
1988	África do Sul	<i>Electricity for All</i>	Eletricidade Para Todos	- Fornecer energia elétrica para a população mais carente. Base para o sistema pré-pago atual Sul Africano
1989	Reino Unido	<i>Electricity Act 1989</i>	Lei de Eletricidade	- Padronização de todo o sistema energético do Reino Unido

Ano	País	Lei/Norma		Objetivo
		Código	Título	
1990	África do Sul	NRS 009-1	Sistemas de Venda de Energia Elétrica – Visão Geral do Sistema	- Especificar os critérios para o uso do sistema, os métodos de montagem e os principais requisitos que compõe os medidores
1990	África do Sul	NRS 009-2	Requisitos Funcionais e de Desempenho	- Especificar os requisitos necessários para os sistemas de venda de energia
1990	África do Sul	NRS 009-3	Formato da Base de Dados	- Especificar a comunicação das unidades de distribuição créditos
1993	África do Sul	STS	Padrão de Especificação de Transferência de Dados	- Tornar o sistema de transferência de dados seguro
1993	África do Sul	MC 171	Requisitos Particulares para os Medidores de Pré-Pagamento	- Especificar os requisitos particulares para os Distribuidores de Energia Elétrica que tem fornecimento da ESKOM - Apresentar os requisitos básicos para os medidores pré-pagos polifásicos
1994	África do Sul	SANS 1524	Sistemas de Pagamento de Eletricidade	- Atualização das Normas NRS 009 produzidas pela ESKOM - Atualmente em vigor
1995	Reino Unido	SI 1995 n°2607	Os Instrumentos de Medição (Medição de Energia Elétrica)	- Padronizar os medidores de energia elétrica
1998	Reino Unido	SI 1998 n° 1565	Regulamentação dos Medidores (Aprovação do Padrão de Construção e Forma de Instalação)	- Padronização dos modelos de medidores e de sua instalação
1998	Reino Unido	SI 1998 n° 1566	Regulamentação dos Medidores (Certificação)	- Conceder autorização para a fabricação, manutenção e fiscalização dos medidores de energia
2002	Reino Unido	SI 2002 n°3082	Regulamentação dos Instrumentos de Medição (Requisitos dos Medidores de Energia Elétrica)	- Apresentar os requisitos necessários para a padronização dos medidores eletrônicos de energia
2002	Reino Unido	SI 2002 n° 3129	Regulamentação de Eletricidade (Aprovação do Padrão de Construção, Instalação e Certificação)	- Padronização dos medidores eletrônicos, modelo e instalação
2006	Reino Unido	SI 2006 n° 1679	Regulamentação dos Instrumentos de Medição (Medidores de Energia Elétrica)	- Critérios sobre a construção e aplicação dos modelos de medidores - Análise dos efeitos ambientais, eletromagnéticos, demanda, entre outros

**Quadro 2 – Marco regulatório internacional.**

Fonte: Elaboração própria.

Em 2005, a Comissão Internacional de Eletrotécnica IEC, responsável pelas normas internacionais e a avaliação e conformidade das tecnologias elétricas, constatou a necessidade de uma padronização internacional dos medidores pré-pagos. A IEC desenvolveu e publicou uma série de normas para o sistema de pré-pagamento de energia elétrica. Foi adicionada junto à classe de medição e controle de energia elétrica chamada de TC13, a subclasse W15, chamada de sistemas de pagamento, dentro dela, foi desenvolvida a série 62055, que trata dos medidores e do sistema de medição pré-pago.

As normas IEC 62055-21 e IEC 62055-31 foram as primeiras a serem desenvolvidas, e informam, respectivamente, a normalização da estrutura do sistema, e a normalização dos medidores estáticos de energia ativa, conforme apontam Eskom (2002) e Hill (2011).

O padrão STS, desenvolvido pela Eskom, também foi adotado pela IEC, e em 2007 foi atualizada a especificação denominada IEC 62055-41, que normatiza o sistema de transferência STS e especifica o protocolo de comunicação nos medidores com sistema unidirecional. No mesmo ano, foi publicada a IEC 62055-51, também com relação ao sistema de transferência STS, mas com a regulamentação para os medidores de cartão magnético e teclado numérico. No ano seguinte em 2008, foi publicada a IEC 62055-52, com o sistema STS e a normatização para os medidores inteligentes com tecnologia bidirecional (HILL, 2011).

Atualmente, a grande maioria dos países europeus e africanos que disponibilizam o sistema pré-pago de tarifação para o consumo de energia elétrica utilizam essas normas internacionais IEC como base para sua regulamentação (GEORGES, 2012; ESKOM, 2014).

Os Estados Unidos desenvolveram sua própria regulamentação, através do Instituto Americano de Normas Nacionais, chamado de ANSI – *American National Standards Institute*. A série ANSI C12, publicada em 2008, abrange toda tecnologia dos medidores, como protocolos de comunicação e equipamentos de medição.

Ambos os padrões, IEC e ANSI, fornecem um conjunto de documentos adequados para os órgãos reguladores de cada país, assim como para os fabricantes e consumidores (METERING & SMART ENERGY, 2005).

O ANSI C12.1 especifica o padrão geral dos medidores de energia elétrica. Inclui especificações de desempenho e procedimentos de teste. A subclasse C12.10, determina as características físicas dos medidores, como dimensões e terminais. Ao contrário da norma IEC, os medidores da norma ANSI têm padrão redondo e permitem diferentes conexões de terminais, ao passo que o medidor IEC é retangular. A norma ANSI C12.20 especifica a precisão dos medidores com maior desempenho, como desempenho da carga, variações de tensão e frequência e também efeitos da temperatura no desempenho da medição. A ANSI C12.19 determina a estrutura para o transporte de dados, entre medidor e computador. Por fim, a norma ANSI C12.21 permite a utilização de canal de comunicação remoto ponto-a-ponto através dos sistemas de telefonia (METERING & SMART ENERGY, 2005). O Quadro 3 apresenta as normas IEC 62055 e ANSI C12 direcionadas ao sistema de pré-pagamento.

Norma		IEC		ANSI
	Série	62055	Série	C12
Requisito Geral		Medição de Energia Elétrica – Sistemas de Pagamento		Código para Medição de Energia Elétrica
Requisito Particular	62055-21	Estrutura para normalização	C12.1	Padrão de desempenho global de equipamentos para medidores de energia elétrica
	62055-31	Medidores estáticos de pagamento de energia ativa	C12.10	Aspectos físicos do medidor quilowatt-hora – Padrão de Segurança
	62055-41	Norma de especificação de transferências – Protocolo unidirecional	C12.18	Especificação do Protocolo de comunicação – Porta óptica
	62055-51	Norma de especificação de transferências – Protocolo unidirecional para medidores com cartão magnético e teclado	C12.19	Utilização Industrial – Tabela de dados e dispositivo final
	62055-52	Norma de especificação de transferências – Protocolo para sistemas bidirecionais	C12.20	Medidores de energia – Classe de precisão 0.2 e 0.5
				C12.21

**Quadro 3 – Normas internacionais IEC e ANSI**

Fonte: Autoria própria.

Além dos países da África e da Europa, segundo Avancini (2011), o sistema de medição Argentino também segue as normas IEC 62055, com comunicação baseada no sistema STS de 20 dígitos. No Brasil, a ANEEL publicou a



Resolução Normativa nº610/2014, que regulamenta o processo e o serviço de medição pré-pago, e o Inmetro publicou a portaria nº 545 que especifica detalhes da tecnologia dos medidores, cujas características serão discutidas no tópico 4.3.

## 4.2. MARCO TECNOLÓGICO INTERNACIONAL

Durante o período de implantação do sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica, diversas técnicas de medição foram implementadas, conforme o progresso e desenvolvimento das ferramentas tecnológicas na sua data de produção. Os primeiros medidores pré-pagos utilizavam tecnologia à base de moedas, que foram sendo substituídos gradativamente por outras tecnologias, como chave eletrônica, cartão magnético, cartão inteligente, medidores com teclado e os medidores inteligentes.

Atualmente, com o incremento da tecnologia das redes inteligentes, novas ferramentas estão sendo desenvolvidas no mercado de energia elétrica. A aplicação das redes inteligentes deve permitir a evolução de todos os processos de operação e comercialização de energia, além de oferecer soluções inovadoras para atender à crescente demanda de energia elétrica, com qualidade e uso eficiente.

Esse tópico diz respeito às tecnologias do sistema pré-pago, que são adotadas nos países que servem de referência para essa pesquisa. Visando abranger os principais enfoques ou implicações da tecnologia, esse tema é abordado sob três perspectivas: produtos, processos e serviços.

### 4.2.1 Abordagem do produto

Os medidores pré-pagos têm uma longa história de uso na Grã-Bretanha. Os primeiros medidores utilizavam moedas e foram empregados até o final da década de 1980; porém, devido a fraudes e à necessidade de recolher periodicamente as moedas, os medidores foram substituídos gradativamente

pela tecnologia de cartão magnético, pelas chaves eletrônicas, no início dos anos 90, e em seguida pelos cartões inteligentes e pela tecnologia de teclado (OWEN; WARD, 2010).

De acordo com o relatório anual do Departamento de Energia do Reino Unido (2015), que trata da implementação dos medidores inteligentes, os medidores de eletricidade da Grã-Bretanha estão sendo substituídos por versões inteligentes, com comunicação bidirecional, que passam automaticamente e com precisão as leituras do medidor para os fornecedores de energia.

Em 23 de setembro de 2013, a Empresa de Comunicação de Dados, (*Date Communications Company – DCC*) foi licenciada juntamente com os seus prestadores de serviços, o Provedor de Serviços de Dados (*Data Service Provider - DSP*) e o Provedor de Serviços de Comunicações, (*Communications Service Providers - CSPs*), para fornecer o serviço de comunicação remota entre os medidores inteligentes e os fornecedores de energia elétrica da Grã-Bretanha (DEPARTMENT OF ENERGY AND CLIMATE, 2015).

Os medidores possuem um display que apresentam informações sobre quantidade de energia que está sendo consumida e quanto está custando, praticamente em tempo real. O display também exibe informações sobre a quantidade de energia que já foi utilizada, dividida por dia, semana, mês e ano.

O mesmo relatório anual aponta que em junho de 2015, 1.193.200 (um milhão cento e noventa e três mil e duzentos) medidores inteligentes estavam operando nas residências da Grã-Bretanha, e que o objetivo do governo é padronizar todo o sistema de energia com medidores inteligentes até o final de 2020, destacando que os consumidores não terão nenhuma espécie de obrigação legal de possuir o sistema.

Na Irlanda do Norte as companhias de energia elétrica utilizam um sistema de medição semi-inteligente, onde o medidor envia os dados de consumo diretamente para o fornecedor de energia, eliminando o processo de leitura manual. A coleta desses dados permite ao fornecedor faturar com precisão o seu cliente e analisar seu padrão de consumo. Essa tecnologia é chamada de *Advanced Meter Reading – AMR* (Medidor Avançado de Leitura), que estabelece um canal de comunicação unidirecional entre o medidor e seu fornecedor de energia (ADAMS, 2016).

O órgão regulador de energia elétrica da Irlanda do Norte está investindo nas redes inteligentes, para isso, estão avaliando quais as funcionalidades e qual tecnologia de comunicação irão apresentar um custo benefício positivo para a implementação em nível nacional, semelhante ao que acontece na Grã-Bretanha (ADAMS, 2016).

A África do Sul iniciou recentemente a aplicação da tecnologia de medição inteligente. De acordo com SAMSET (2015) a tecnologia que está sendo aplicada na África do Sul é semelhante à estrutura utilizada na Grã-Bretanha, e é chamada de *Advanced Metering Infrastructure* AMI, ou seja, Infraestrutura de Medição Avançada. Essa tecnologia utiliza um dispositivo de medição eletrônico que oferece comunicação bidirecional, o que significa que o medidor pode enviar automaticamente informações sobre o consumo, qualidade de energia e as estatísticas atuais do consumidor para a concessionária. Além disso, diferentemente da tecnologia AMR, a distribuidora pode enviar comandos para o medidor, como cortar o fornecimento, avisar o usuário se exceder determinado limite de consumo e permitir ou não o uso da eletricidade em quaisquer horários específicos (IMRAN, 2015).

Ainda, segundo Imran (2015), a Infraestrutura de Medição Avançada é composta por um conjunto de hardwares, incluindo os medidores inteligentes, modems, roteadores, servidores; tecnologias de comunicação, como radiofrequência, GSM, GPRS, PLC; e componentes de software, que são como bases de dados e aplicações.

O sistema de medição avançada da África do Sul deve apresentar as seguintes características:

- realizar a medição de energia consumida numa base de intervalo de tempo;
- permitir a comunicação bidirecional entre o cliente ou usuário final e a concessionária de energia elétrica;
- armazenar os dados e efetuar a transferência remota para o fornecedor de energia;
- gerenciamento de carga remoto;

- disponibilizar aos consumidores uma unidade portátil de interface direta com o fornecedor de energia, capaz de receber informações, além das apresentadas nos medidores.

Para além dos dados de faturamento, também é especificado que o medidor deve ser capaz de registrar eventos diferentes tais como: adulterações; interrupções de fornecimento; sub e sobretensões; informações de quando o comando de desconexão for efetuado e de quando o controle de carga for feito a partir da central do fornecedor (SAMSET, 2015).

No final de 2010 a Nova Zelândia deu início ao uso dos medidores inteligentes, adotando a tecnologia AMI. Os principais requisitos mínimos para a utilização da tecnologia AMI segundo a entidade *Electricity Authority* (2010) responsável pelo mercado de eletricidade da Nova Zelândia são:

- o medidor deve gravar a cada 30 minutos os dados de consumo e as demais informações do consumidor;
- permitir a comunicação bidirecional entre o cliente ou usuário final e o fornecedor de energia;
- armazenar os dados e efetuar a transferência remota para o fornecedor de energia;
- possuir no mínimo um dispositivo de controle de carga remoto por residência.

A tecnologia AMI está se desenvolvendo rapidamente na Nova Zelândia. As novas ofertas de tarifas, informações detalhadas sobre o consumo de energia, aumento da capacidade de controle e monitoramento e o desenvolvimento da tecnologia de informação, são aspectos positivos que estão motivando os consumidores a adquirirem o sistema. Algumas companhias estão disponibilizando um aplicativo para *smartphone* onde é possível monitorar a conta e efetuar a recarga dos créditos, que também pode ser realizada *on-line* ou em lojas físicas (ELECTRICITY AUTHORITY, 2010; GLOBUG, 2016).

Nos Estados Unidos, o sistema pré-pago que vem ganhando destaque também utiliza a Infraestrutura de Medição Avançada - AMI. O consumidor pode obter as informações de leitura da central de 5 maneiras diferentes:

- IVR – *Interactive Voice Response* (resposta interativa de voz), por meio de telefone, onde um áudio pré-gravado instrui o interlocutor quais ações ele deve tomar;
- *e-mail*;
- *website* (página na internet);
- mensagem de texto;
- *display* do aparelho.

Dessa maneira, o cliente possui um maior envolvimento com a fornecedora de energia elétrica, facilitando o gerenciamento e a eficiência de sua conta. Os consumidores podem efetuar a compra de novos créditos de diferentes maneiras, além dos tradicionais pontos de venda, podem realizar *on-line* pelo computador ou ainda por meio de aplicativo de *smartphone* (DAY, 2012). A Figura 11 exemplifica a interface de um aplicativo para *smartphone*, utilizado no sistema de pré-pagamento de energia.



**Figura 11 – Interface do aplicativo Myusage.**  
**Fonte: Myusage Powers Awareness (2016).**

Na Argentina, a tecnologia aplicada nos medidores do sistema pré-pago de energia elétrica, utiliza o sistema AMR, semelhante ao processo utilizado na Irlanda do Norte, onde o medidor registra o consumo de energia em intervalos de tempo pré-definidos, e estabelece uma comunicação unidirecional para envio dos dados entre o consumidor e o fornecedor de energia (AVANCINI, 2011).

De acordo com Tripaldi e Moreno (2015), no final de 2012, por iniciativa da Secretaria de Energia e embasado em experiências internacionais, um projeto piloto foi desenvolvido na Argentina para a implantação da Infraestrutura

de Medição Avançada, com o objetivo de analisar o impacto técnico-econômico e social com a implantação do sistema. A Argentina está estudando a viabilidade de implantação do sistema nas cidades de Buenos Aires e Córdoba.

O Quadro 4 reúne as informações sobre a tecnologia dos medidores que foram apresentadas até aqui.

	Grã-Bretanha	África do Sul	Irlanda do Norte	Nova Zelândia	Estados Unidos	Argentina
Funcionalidades	Tecnologias					
Interface de Leitura	-Display -On-line -SMS -Smartphone	-Display -On-line -SMS -Smartphone	-Display -On-line -SMS	-Display -On-line -SMS -Smartphone	-Display -On-line -SMS -Smartphone	-Display
Interface de Operação	-Primeiros medidores em moeda -Cartão magnético -Chave eletrônica -Medidor com cartão inteligente -Medidores inteligentes	-Medidores com cartão inteligente -Medidores com teclado -Medidores inteligentes	-Medidores com cartão -Chave magnética -Teclado	-Medidores com teclado -Medidores inteligentes	-Medidores de cartão inteligente -Medidores inteligentes	-Medidores com teclado
Tecnologia de Comunicação	AMI	AMI	AMR com previsão de implantação do AMI até 2018	AMI	AMI	AMR com projetos pilotos AMI

**Quadro 4 – Marco regulatório internacional – Abordagem do produto**

Fonte: Autoria própria

Nota-se que a maioria dos países citados já está utilizando ou está em processo de implantação da infraestrutura de medição avançada, a partir das redes inteligentes.

Da mesma forma, grande parte dos países citados disponibiliza diversas tecnologias para leitura das informações sobre o consumo de energia, promovendo o uso racional da energia e, conseqüentemente, ocasionando a redução do consumo e também do valor da fatura.

As redes inteligentes tendem a simplificar a participação do consumidor no mercado de energia elétrica, a partir de uma maior interação com a con-

cessionária, tornando possível a viabilização de uma nova era de serviços integrados, maior controle da demanda e aumento da possibilidade de micro geração.

Outra questão associada às tecnologias incorporadas nos medidores, diz respeito aos seus impactos ambientais. Nesse sentido, o medidor AMI é considerado um medidor verde, porque ele permite um controle de carga, que colabora com a redução das emissões de carbono. Ele promove o aumento da eficiência energética devido ao aumento de informações disponibilizadas para os consumidores, que tendem a aumentar o controle do consumo, reduzindo o uso da energia elétrica (CHITTY, 2012).

Na Argentina, foram encontrados relatos sobre o desenvolvimento de um projeto piloto do sistema AMI e, segundo os autores Tripaldi e Moreno (2015), projetos da mesma natureza foram aprovados para as cidades de General San Martin e Salta na Argentina.

#### **4.2.2 Abordagem do processo**

Os fatores que impulsionaram a implantação do sistema pré-pago em diversos países possuem algumas similaridades: a principal delas diz respeito à inadimplência. Tanto nos países europeus com situação econômica favorável quando nos países mais pobres, da África, o número de consumidores em débito com as empresas é visto como um problema grave. Apesar disso, alguns aspectos são divergentes em cada região.

Os países mais desenvolvidos economicamente observam o sistema pré-pago como uma ferramenta para reduzir o desperdício de energia e melhorar a qualidade do serviço, além de disponibilizar para seus consumidores um mecanismo que colabora com o aumento do controle energético. No caso dos países menos desenvolvidos economicamente, o sistema pré-pago é visto como um instrumento de acessibilidade para as famílias mais carentes e aquelas que habitam em áreas isoladas.

Na Grã-Bretanha o sistema pré-pago foi adotado como medida para a redução das perdas não técnicas, sobretudo o furto de energia e a garantia de

pagamento do serviço; contudo, elevou as tarifas em relação ao sistema pós-pago (OWEN; WARD, 2010; ESTEVES, *et al.*, 2015).

Outros países economicamente desenvolvidos, como é o caso da Nova Zelândia, apresentaram iniciativas na promoção do sistema pré-pago, principalmente para a população localizada em áreas de baixa renda, onde, apesar da alta taxa de satisfação entre os usuários, as taxas de desconexão são elevadas. Muitos consumidores restringem o uso da energia, realizando uma espécie de “auto racionamento”, preocupante em famílias com crianças, idosos e pessoas doentes, devido ao fato das famílias permanecerem sem aquecimento nos períodos de baixas temperaturas (O’SULLIVAN, *et al.*, 2012).

De acordo com Esteves (2015), na Irlanda do Norte, o foco da inserção do sistema pré-pago foi na redução do número de inadimplentes e na garantia de pagamento do serviço. A propagação do sistema deu-se devido a uma série de descontos nas tarifas e na instalação dos medidores, que foi realizada de maneira gratuita, somando-se às garantias de não desconexão em determinados períodos do dia e nos finais de semana.

Novamente, seguindo o estudo das autoras Owen e Ward (2010) e Esteves (2015), nos países africanos o sistema pré-pago foi introduzido como uma maneira de fornecer energia elétrica para a população carente, através do programa “energia para todos”, realizado no final da década de 80, que também tinha como objetivo combater os furtos de energia e reduzir o número de devedores.

A instalação dos novos medidores foi realizada pela companhia de energia Eskom, sem custos adicionais para as famílias de baixa renda. Os demais grupos consumidores tiveram de fazer um depósito com três meses de antecedência para mudar para o sistema pré-pago. Alguns consumidores apresentaram resistência ao novo sistema, pois acreditavam ser um instrumento governamental de segregação racial, tendo em vista que as comunidades carentes eram compostas predominantemente pela população negra (ESTEVES, *et al.*, 2015).

Recentemente a África do Sul começou a implantar a tecnologia dos medidores inteligentes, e além de seus objetivos primordiais como a redução de problemas de cobrança e a redução das taxas de inadimplência, atualmente o



país busca melhorar a confiabilidade na rede; reduzir as perdas de energia elétrica; melhorar a gestão de receitas e promover a eficiência energética (SAMSET, 2015).

Na Argentina o desenvolvimento do sistema pré-pago de tarifação começou através das cooperativas de energia, com o propósito de reduzir as taxas de inadimplência, as fraudes no sistema e o atraso nos pagamentos, fatores que foram acentuados com a crise econômica que o país enfrentou no ano de 2001. O sistema de pré-pagamento argentino é visto como uma alternativa de pagamento com tarifas mais acessíveis, principalmente para os consumidores de baixa renda, que recebem descontos das cooperativas de crédito (AVANCINI, 2011; ESTEVES, *et al.*, 2015).

Embasado em tais afirmações, o Quadro 5 destaca as motivações e características de cada país no incremento da técnica de medição pré-paga de energia elétrica.

	Grã-Bretanha	África do Sul	Estados Unidos	Nova Zelândia	Argentina	Irlanda do Norte
Ano de surgimento do sistema pré-pago com maior relevância	1980	1990	1990	1995	1995	1999
Motivação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redução do número de inadimplentes</li> <li>- Garantir o pagamento da dívida</li> <li>- Redução de perdas não técnicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento do acesso à energia elétrica para população carente e de difícil acesso</li> <li>- Redução de fraudes e roubo de energia</li> <li>- Redução de inadimplentes</li> <li>- Reorganização do setor de energia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduzir os níveis de falta de pagamento</li> <li>- Adicionar um mecanismo para cobrar dívidas</li> <li>- Melhorar os níveis de desconexão</li> <li>- Melhor atender os clientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acesso à energia para a população de baixa renda</li> <li>- Redução das taxas de inadimplência</li> <li>- Assegurar o pagamento da dívida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crise econômica</li> <li>- Aumento das taxas de inadimplência e fraude</li> <li>- Acesso à energia para a população carente</li> <li>- Níveis elevados de atraso nas faturas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assegurar o pagamento da dívida</li> <li>- Redução das taxas de inadimplência</li> </ul>
Abrangência	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aproximadamente 3,7 milhões de medidores instalados em 2009</li> <li>- Cerca de 27 milhões de consumidores, equivalente a 14% de todos os clientes de energia elétrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aproximadamente 10 milhões de medidores pré-pagos foram instalados na África do Sul em 2011</li> <li>- 485 mil consumidores na cidade do Cabo, equivalente a 75% da população local</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mais de 15 milhões de medidores inteligentes</li> <li>- Mais de 200 empresas de energia</li> <li>- Mais de 170 cooperativas de distribuição de energia elétrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mais de 40 mil medidores em 2015</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mais de 220 mil medidores pré-pagos instalados pelas cooperativas até 2011</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 41% de todos os consumidores residenciais da Irlanda do Norte</li> <li>- Aproximadamente 785 mil clientes em 2014</li> </ul>
Características	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevou o valor das tarifas</li> <li>- A maioria dos créditos de pré-pagamento de energia podem ser comprados em lojas credenciadas e em pontos específicos (como supermercados, farmácias etc)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvido no âmbito do programa energia elétrica para todos com propagandas na mídia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 34 estados operando ou em estado pré-operacional no sistema de pré-pagamento de energia elétrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta taxa de satisfação entre os clientes atendidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Início em 1995 com cooperativas de energia e associados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporciona desconto nas tarifas</li> <li>- Número elevado de locais para adquirir créditos para o medidor</li> </ul>

	Grã-Bretanha	África do Sul	Estados Unidos	Nova Zelândia	Argentina	Irlanda do Norte
Características		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de venda <i>on-line</i></li> <li>- O governo Africano fornece 50 kWh/mês gratuitamente para famílias carentes</li> <li>- No início enfrentou resistência da população</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medidores inteligentes com maior destaque</li> <li>- Flexibilidade na compra dos créditos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Famílias com crianças apresentaram mais dificuldades com o novo sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atualmente 150 cooperativas utilizam o sistema pré-pago de tarifação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Créditos podem ser comprados através da internet</li> </ul>
Público Alvo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consumidores com histórico de problemas no pagamento e/ou em débito com a distribuidora de energia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- População de baixa renda</li> <li>- Áreas remotas e áreas rurais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos os consumidores principalmente os de baixa renda e a população hispânica</li> <li>- Os consumidores inadimplentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A maioria da população de baixa renda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- População da zona rural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toda a população</li> </ul>
Opções de compra/venda dos créditos de energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lojas dedicadas</li> <li>- Bancos</li> <li>- Caixa eletrônico</li> <li>- Supermercado</li> <li>- Farmácias</li> <li>- Postos de combustível</li> <li>- Lojas</li> <li>- Telefone</li> <li>- SMS</li> <li>- <i>On-line</i></li> <li>- Aplicativos de <i>smartphone</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lojas dedicadas</li> <li>- Bancos</li> <li>- Caixa eletrônico</li> <li>- Supermercado</li> <li>- Farmácias</li> <li>- Postos de combustível</li> <li>- Lojas</li> <li>- Telefone</li> <li>- SMS</li> <li>- <i>On-line</i></li> <li>- Aplicativos de <i>smartphone</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lojas dedicadas</li> <li>- Bancos</li> <li>- Caixa eletrônico</li> <li>- Supermercado</li> <li>- Farmácias</li> <li>- Postos de combustível</li> <li>- Lojas</li> <li>- Telefone</li> <li>- SMS</li> <li>- <i>On-line</i></li> <li>- Aplicativos de <i>smartphone</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lojas dedicadas</li> <li>- Bancos</li> <li>- Caixa eletrônico</li> <li>- Supermercado</li> <li>- Farmácias</li> <li>- Postos de combustível</li> <li>- Lojas</li> <li>- Telefone</li> <li>- SMS</li> <li>- <i>On-line</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lojas dedicadas</li> <li>- Bancos</li> <li>- Caixa eletrônico</li> <li>- Supermercado</li> <li>- Farmácias</li> <li>- Postos de combustível</li> <li>- Lojas</li> <li>- Telefone</li> <li>- SMS</li> <li>- <i>On-line</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lojas dedicadas</li> <li>- Bancos</li> <li>- Caixa eletrônico</li> <li>- Supermercado</li> <li>- Farmácias</li> <li>- Postos de combustível</li> <li>- Lojas</li> <li>- Telefone</li> <li>- SMS</li> <li>- <i>On-line</i></li> <li>- Aplicativos de <i>smartphone</i></li> </ul>

Quadro 5 – Marco tecnológico internacional – Abordagem do processo

Fonte: Autoria própria.

De acordo com Day (2013), os objetivos que levaram os Estados Unidos a implantar o sistema foram a falta ou atraso nos pagamentos das faturas e a opção de fornecer um mecanismo para cobrar essas dívidas, além de reduzir as perdas de energia e melhorar a satisfação dos consumidores.

Conforme supracitado, é possível notar através do Quadro 5 que um dos fatores iniciais que motivou a implantação do sistema pré-pago na grande maioria dos países está diretamente relacionado com a redução do número de inadimplentes. Em seguida, a disponibilização de energia elétrica para a população que habita em áreas de baixa renda e de difícil acesso é outro fator em comum em alguns países.

O público alvo é, de certa maneira, semelhante em todas as regiões, englobando principalmente a população de baixa renda e os consumidores localizados em zonas rurais.

Como os países mencionados nessa pesquisa possuem experiência de alguns anos com a utilização do sistema pré-pago, e grande parte deles já utiliza os medidores inteligentes, tais países disponibilizam uma série de opções de compra/venda dos créditos de energia, tornando o mercado mais atrativo para os consumidores.

Atualmente, com a inserção das redes inteligentes, e após ter atendido os objetivos iniciais (destacados no Quadro 5), novas motivações estão surgindo no mercado internacional, como: melhorar a gestão de receitas; promover a eficiência energética; preocupações relacionadas ao meio ambiente; satisfação dos consumidores; desenvolvimento tecnológico, entre outras.

#### **4.2.3 Abordagem do Serviço**

Uma das principais características dos medidores pré-pagos é a facilidade da interrupção no fornecimento de energia elétrica. Quando os créditos se esgotam ocorre a desconexão. Para minimizar essa possibilidade e evitar desconexões indesejadas, algum tipo de serviço complementar é aplicado.

Um dos principais é o crédito de emergência, que consiste em um valor fixo de crédito disponibilizado pela distribuidora em situações de ausência

de créditos, que pode ser utilizado em qualquer hora do dia, e posteriormente pago pelo consumidor.

Outra forma de manter a conexão do serviço é o crédito amigo. É aquele onde o fornecedor de energia elétrica garante que não ocorrerá desconexão em determinados períodos do dia, independentemente do saldo de crédito. Caso necessite utilizar esse serviço, o consumidor pode desfrutar da energia elétrica sem limite de consumo. O valor monetário correspondente utilizado será debitado na próxima compra de créditos. Tipicamente, o período do crédito amigo cobre as horas da noite e, em alguns casos, também durante o dia nos finais de semana.

Ambos os métodos podem ser utilizados em conjunto: o crédito de emergência e crédito amigável, juntos, apresentam-se como opção mais segura para garantir sempre o funcionamento do serviço, mesmo fora do período crédito amigável. No entanto, é importante que os clientes estejam cientes de que a utilização significativa da alimentação usada durante a emergência e no período de crédito amigável devem ser pagos na próxima recarga. Nesses casos, para garantir que a oferta ainda seja mantida, o medidor pode ser configurado para tomar apenas uma proporção de cada nova parcela agregada de crédito, para recuperar a dívida depois de reestabelecido o crédito de emergência e o de período amigável.

Alguns países apresentam a opção de gestão de carga, onde um limitador permite uma quantidade mínima de kWh (por exemplo, o suficiente para manter as luzes acesas) que estará disponível em todos os momentos, independentemente do saldo de crédito.

Os medidores inteligentes, como já mencionado anteriormente, apresentam ferramentas para o controle de carga, sendo capazes de desconectar, conectar ou limitar a carga. Alguns medidores AMI possuem um interruptor de controle de carga interno, ou ainda, podem operar através de um relé no painel de comando, que, nos países mais gélidos, geralmente são utilizados no controle de água quente (ELECTRICITY AUTHORITY, 2010). Entretanto, é um serviço que compete à concessionária: proporcionar a gestão de carga ou não aos seus usuários.

O Quadro 6 apresenta os países em que essas técnicas são aplicadas e quais são as principais características de cada uma delas.

	Grã-Bretanha	África do Sul	Irlanda do Norte	Nova Zelândia	Estados Unidos	Argentina
Crédito de emergência	- Valor mínimo de 5,00 libras	- Valor mínimo de 5,00 unidades da moeda local	- Valor mínimo de 5,00 Euros	- Valor mínimo de 20,00 dólares Neozelandeses	- Valor mínimo de 10,00 dólares americanos	- Não foram encontradas referências
Crédito amigo	- Durante a semana a partir das 4:00 horas da manhã até às 10:00 horas. Nos finais de semana a partir das 17:00 horas da sexta feira até as 10:00 horas da segunda-feira	- Não foram encontradas referências sobre o crédito amigo	- Durante a semana, de segunda a quinta feira após as 16:00 horas da tarde, até as 9 horas da manhã do dia seguinte. Nos finais de semana das 16:00 horas da tarde até as 9:00 horas da manhã da segunda feira. Incluindo alguns feriados. - No verão o horário inicia as 17:00 horas da tarde e vai até as 10:00 horas da manhã.	- Não foram encontradas referências sobre o crédito amigo	- A partir das 18:00 horas da noite até 06:00 horas da manhã do dia seguinte, sete dias por semana	- Não foram encontradas referências sobre o crédito amigo
Gestão de Carga	- Alguns medidores apresentam a opção de disparar um alarme caso exceda um determinado valor de kWh. - Os medidores inteligentes realizam a gestão da carga, podem desconectar, conectar ou limitar a carga de maneira remota	- O limitador de carga permite uma quantidade predeterminada de energia para cada consumidor. Se o uso de energia exceder tal valor, o serviço será interrompido automaticamente no medidor. - Os medidores inteligentes realizam a gestão da carga, podem desconectar, conectar ou limitar a carga de maneira remota	- Alguns medidores apresentam a opção de disparar um alarme caso exceda um determinado valor de kWh.	- Os medidores inteligentes realizam a gestão da carga, podem desconectar, conectar ou limitar a carga de maneira remota	- O limitador de carga permite uma quantidade predeterminada de energia para cada consumidor. Se o uso de energia exceder tal valor, o serviço será interrompido automaticamente no medidor. - Os medidores inteligentes realizam a gestão da carga, podem desconectar, conectar ou limitar a carga de maneira remota	- A distribuidora de energia fornece uma quantidade limite de kWh para o consumidor

**Quadro 6 – Marco tecnológico internacional – Abordagem do serviço.**

Fonte: Autoria própria.

Nota-se que os países mais desenvolvidos como os Estados Unidos, Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, apresentam mais instrumentos para reduzir a desconexão do sistema. Como a Grã-Bretanha já possui uma certa experiência com o uso do sistema pré-pago, é natural que o país apresente mais soluções para os problemas de desconexão que foram detectados ao longo dos anos.

De acordo com Owen e Ward (2010), a Irlanda do Norte foi a pioneira no uso do sistema de crédito amigo em conjunto com o crédito de emergência, reduzindo significativamente os problemas de desconexão no país, em seguida, esse modelo foi adotado pelos ingleses e também pelos norte-americanos.

O sistema pré-pago utilizado nos Estados Unidos é baseado fundamentalmente no sistema inglês, e assim como a Irlanda do Norte, alguns planos pré-pagos oferecem proteção para garantir que os desligamentos não ocorram nos finais de semana, feriados ou em períodos específicos.

Apesar de não encontrar relatos com o crédito amigo na África do Sul, o país possui um sistema pré-pago bem estruturado, e oferece as opções de crédito de emergência e limitador de carga.

De acordo com a pesquisa realizada, não foram encontradas referências sobre a aplicação do crédito de emergência e do crédito amigo na Argentina, segundo Hieda (2012), o país não possui essa ferramenta. A respeito das opções de compra e venda dos créditos de energia, com o desenvolvimento dos projetos-piloto e a inserção da tecnologia AMI, novas opções poderão ser disponibilizadas.

Também não foi encontrado relatos de crédito amigo e limitador de carga na Nova Zelândia. No Brasil, a única regulamentação vigente até o momento indica somente a necessidade de aplicação do crédito de emergência, o que será discutido com maior profundidade no tópico a seguir.

#### 4.3 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA PRÉ-PAGO NO BRASIL

Esse tópico apresenta as condições do sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica no Brasil. A análise prossegue da mesma maneira, evidenciando inicialmente as características regulatórias em seguida os aspectos tecnológicos.

Os resultados serão separados em documentais e de campo, com objetivo de facilitar a percepção do leitor e cumprir uma finalidade mais descritiva a partir dos

dados secundários e, depois, focar o detalhamento obtido com a pesquisa primária, de finalidade exploratória.

#### **4.3.1 Resultados da pesquisa documental**

De acordo com Hieda (2012) e ANEEL (2012b), os principais objetivos para o desenvolvimento do sistema pré-pago no Brasil estão em aumentar o acesso à energia elétrica para a população mais carente ou de baixa renda, proporcionar maior eficiência energética e promover o desenvolvimento tecnológico.

Seguindo tais premissas, os primeiros passos para a regulamentação brasileira remontam a 2011, quando a ANEEL iniciou discussão em um seminário internacional, que tratava do pré-pagamento de energia elétrica.

Baseado nas experiências de outros países e nos projetos piloto desenvolvidos no Brasil, em 2012 foram realizadas diversas audiências públicas em várias cidades brasileiras, onde discutiu-se sobre o sistema pré-pago; e, algum tempo depois, em 2014, após uma análise das partes interessadas, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº610/2014, que regulamenta as modalidades de pré-pagamento de energia elétrica no Brasil.

As distribuidoras de energia elétrica não são obrigadas a desenvolver o sistema em toda área de concessão, entretanto, recomenda-se o desenvolvimento do sistema para o atendimento de comunidades e povoados isolados, que utilizem sistemas coletivos ou individuais de geração, conforme indica a seção dois da resolução da ANEEL (2014).

Mesmo quando a distribuidora de energia decidir introduzir o sistema de pré-pagamento, os consumidores têm a opção de escolher entre os sistemas pré-pago e pós-pago, com exceção de alguns consumidores, por apresentarem alguma das seguintes características:

- sistema de micro geração ou mini geração distribuída;
- possuam descontos tarifários em virtude de atividade destinada à irrigação e aquicultura;
- estejam enquadrados na modalidade de tarifa branca;
- sejam classificados como iluminação pública;
- demandem corrente elétrica superior a 100 ampères;
- utilizem transformadores de corrente.



De acordo com a mesma normativa da ANEEL, todos os sistemas devem ser instalados com um crédito inicial de 20 kWh, que será cobrado do consumidor na aquisição da primeira compra de créditos de energia.

Os novos medidores devem ser disponibilizados gratuitamente para os consumidores, logo, todo o investimento e custo de instalação vai diretamente para as distribuidoras de energia, o que representa um risco, tendo em vista o alto investimento da nova tecnologia, sem a garantia de que esses custos serão agregados na determinação do valor do crédito a ser cobrado.

Contudo, é importante analisar os potenciais de redução dos custos operacionais que o sistema pré-pago irá proporcionar, a redução das perdas de energia e a melhora na gestão do consumo.

A resolução nº 610/2014 determina que as distribuidoras devem permitir a aquisição de um valor mínimo de créditos, referente a 5 kWh; além disso, a distribuidora pode compensar débitos vencidos ou efetuar o parcelamento de dívidas para aqueles consumidores que estão com pendências no pagamento, com uma compensação de 10% no valor da compra dos créditos.

Existem algumas preocupações com as maneiras de adquirir os créditos de energia pelos consumidores, seja por meio da venda em lojas físicas ou através de operações *on-line*; o fato é que a ANEEL permitirá que cada empresa de distribuição defina a tecnologia de seus medidores, o que implica diretamente nas maneiras de realizar a recarga dos créditos e na segurança dos dados de cada cliente.

Observando-se as experiências internacionais, pode-se concluir que quanto mais padronizado são os sistemas pré-pagos e os seus medidores, melhor é o seu desempenho e menores são os problemas técnicos enfrentados pelos consumidores e pelas empresas envolvidas. Os únicos parâmetros definidos pela ANEEL em relação aos medidores referem-se a requisitos mínimos que cada um deve apresentar, entre eles:

- disponibilizar a visualização da quantidade de créditos disponíveis, em kWh, através de interface homem-máquina instalada no interior da residência do consumidor;
- possuir alarme visual e sonoro que informe ao consumidor a proximidade do esgotamento dos créditos, permitindo ao usuário definir o valor de referência para o disparo dos alarmes;
- o crédito de emergência pode ser acionado sempre que necessário e será descontado na próxima recarga dos créditos.

Se o consumidor fizer uma reclamação devido a problemas técnicos, a distribuidora deve verificar e regularizar o problema em até 6 horas, em áreas urbanas, 24 horas em áreas rurais e 72 horas em locais de isolados. Caso o consumidor deseje retornar ao sistema pós-pago, a distribuidora deve realizar a alteração da modalidade sem quaisquer ônus para o consumidor, em um prazo de até 30 dias.

O Quadro 7 reúne as características da regulamentação brasileira para o sistema pré-pago de tarifação que foram apresentadas ao longo dessa pesquisa.

ASPECTOS REGULATÓRIOS		
Ano	Lei/Norma	Objetivo
2005	Resolução Autorizativa nº 391	- Autoriza a AMPLA – Energia e Serviços S.A. a implantar o sistema de faturamento pré-pago, em caráter experimental, para atender aos consumidores localizados na sua área de concessão.
2009	Resolução Autorizativa nº 1822	- Autoriza a Centrais Elétricas do Pará S.A - CELPA a implantar dois projetos - piloto para o atendimento das comunidades isoladas de Araras e Santo Antônio, respectivamente nos municípios de Curralinho e Breves, (PA), utilizando o sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica.
2009	Resolução Autorizativa nº 2150	- Autoriza a Amazonas Energia, a implantar treze projetos piloto, para o atendimento das comunidades isoladas relacionadas, com faturamento pré-pago, no Estado do Amazonas.
2012	Portaria Inmetro nº 586 e nº 587	- Estabelecer critérios para os dispositivos eletrônicos de medição de energia elétrica.
2014	Resolução Normativa nº 610	- Regulamenta as modalidades de pré-pagamento e pós-pagamento eletrônico de energia elétrica no Brasil.
	Implantação e abrangência	- Unidades consumidoras do grupo B - Comunidades e povoados isolados que utilizem sistemas coletivos ou individuais de geração de energia - A distribuidora deve atender, sem ônus, o consumidor que solicitar a adesão a qualquer uma das modalidades de faturamento, com 30 (trinta) dias contados da solicitação de adesão.
	Unidades consumidoras que não poderão aderir a nova modalidade	- Possua medição que utilize transformadores de corrente - Demande corrente elétrica superior a 100 A - Seja classificada como iluminação pública - Possua sistema de microgeração ou minigeração - Seja enquadrada na modalidade tarifária horária branca - Possua descontos tarifários em virtude de atividade destinada à irrigação e aqüicultura.
	Alteração da modalidade	- O consumidor pode solicitar, a qualquer momento e sem ônus, o regresso para a modalidade de faturamento convencional, devendo a distribuidora providenciar a alteração em até 30 (trinta) dias, contados a partir da solicitação - Caso o consumidor possua créditos ou débitos remanescentes, este valor deve ser revertido e incluído de forma discriminada no faturamento posterior à mudança de modalidade - Caso o crédito remanescente seja superior ao valor da fatura, a diferença deve ser incluída de forma discriminada nos ciclos de faturamento subsequentes.

ASPECTOS REGULATÓRIOS		
Ano	Lei/Norma	Objetivo
2014	Portaria Inmetro n° 373	- Proposta de Regulamento Técnico Metrológico que estabelece exigências aos requisitos estabelecidos no RTM de medidores eletrônicos de energia elétrica, publicado mediante a Portaria 587, de 05 de novembro de 2012, que devem ser observadas pelos medidores monofásicos e polifásicos usados em sistemas de pré-pagamento de energia elétrica ativa.
2014	Portaria Inmetro n° 545	- Apresenta os requisitos que se aplicam a medidores que incorporam um relé de carga com capacidade de interrupção até 100 A, que permite ligar e desligar o fornecimento de eletricidade de acordo com os créditos disponíveis na função pré-pagamento.
	Requisitos de construção	- Dimensões - Display - Suporte a intempérie - Relé de carga.
	Informações apresentadas no display	- Consumo de energia (kWh) - Valor do crédito disponível em kWh - Dados da última recarga de créditos (data, hora e valor).
	Disposição sobre ensaios	- As perdas de potência ativa e aparente no circuito de potencial em cada fase do medidor não deve exceder 3 W e 10 VA, incluindo o consumo dos circuitos auxiliares - As perdas de potência aparente no circuito de corrente, não devem exceder um valor em VA, equivalente a 0,08% da tensão nominal multiplicado pela corrente máxima - Para medidores de pré-pagamento com contatos no circuito de corrente, as sobrecargas de curta duração não devem danificar o relé de carga, sendo que o relé deve ainda operar sobre as condições especificadas.
	<i>Tokens</i>	- Informações referente aos créditos, tarifa ou instruções de configuração, a ser transferida para o medidor de pré-pagamento com um nível de segurança apropriado.

**Quadro 7 – Caracterização regulatória do sistema de tarifação pré-pago no Brasil.**  
**Fonte: Autoria própria.**

A Resolução Normativa n°610 e a Portaria do Inmetro n°545 estão destacadas no Quadro 7 pois, atualmente, são as principais regulamentações em vigor no Brasil para o sistema pré-pago de tarifação.

O Quadro 8 apresenta os aspectos tecnológicos do sistema de pré-pagamento no Brasil. Salienta-se, no entanto, que como o sistema brasileiro ainda não está vigorando, os aspectos tecnológicos mencionados são de acordo com os requisitos apresentados na resolução normativa n° 610/2014.

ASPECTOS TECNOLÓGICOS		
	Funcionalidade ou enfoque	Características
Produto	Interface de Leitura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O sistema de pré-pagamento deve permitir no mínimo a visualização da quantidade de créditos disponíveis, em kWh</li> <li>- O sistema deve possuir alarme visual e sonoro que informe o consumidor a proximidade do esgotamento dos créditos, deve ser acionado 15 (quinze) dias antes da data prevista para a suspensão do fornecimento</li> <li>- As informações e os alarmes devem ser disponibilizadas por meio de equipamento a ser instalado no interior do imóvel do consumidor</li> </ul>
	Interface de Operação	- Faculta-se à distribuidora definir a tecnologia do sistema de medição que será utilizado nas modalidades de faturamento
	Tecnologia de Comunicação	- Indefinido
Processo	Motivação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar o acesso à energia elétrica da população mais carente ou de baixa renda</li> <li>- Promover o desenvolvimento tecnológico</li> <li>- Promover a eficiência energética</li> </ul>
	Características	- A distribuidora deve proporcionar formas adicionais de aviso que informem ao consumidor o saldo de créditos
Serviço	Crédito de emergência	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valor mínimo equivalente a 20 kWh, que poderá ser descontado na próxima compra dos créditos, pode ser utilizado sempre que necessário, observados eventuais valores máximos estabelecidos pela distribuidora, sendo vedado o acúmulo de créditos ainda não quitados</li> <li>- O sistema de medição deve permitir a alteração do valor de referência a partir do qual se iniciam os alarmes</li> </ul>
	Crédito amigo	- Indefinido
	Gestão de carga	- Indefinido
	Opções de compra dos créditos de energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A distribuidora deve disponibilizar estrutura que permita ao consumidor realizar a compra de créditos do sistema de pré-pagamento ou efetuar pagamentos do sistema pós-pagamento eletrônico</li> <li>- A distribuidora deve permitir ao consumidor a compra de qualquer valor igual ou superior a 5 kWh</li> <li>- A distribuidora pode, mediante anuência do consumidor, compensar débitos vencidos ou parcelamento de dívidas quando da compra de créditos na modalidade de pré-pagamento, limitando-se tal compensação a um percentual máximo de 10% do valor da compra</li> <li>- Faculta-se à distribuidora estabelecer os valores das tarifas</li> <li>- A aplicação de descontos deve considerar a totalidade dos créditos adquiridos no decorrer do mês civil, não sendo o crédito remanescente de meses anteriores objeto da aplicação de novos descontos subsequentes</li> </ul>

**Quadro 8 – Caracterização tecnológica do sistema de tarifação pré-pago no Brasil.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Através dos dados exibidos no Quadro 8, é possível observar que a regulamentação brasileira aborda de maneira sucinta os aspectos tecnológicos dos medidores, designando para as concessionárias de energia, a escolha da tecnologia do

sistema de medição. Tal fato pode ser visto como um aspecto positivo, pois as concessionárias podem optar por um sistema que lhe seja mais atrativo, em aspectos de instalação e manutenção, por exemplo. Por outro lado, a falta de informações e o fato de não constar nenhuma especificação sobre a tecnologia de comunicação na norma, pode gerar questionamentos e indefinições por parte das concessionárias, o que pode ser considerando um ponto negativo.

A portaria nº 545 do Inmetro apresenta as características construtivas dos medidores; os procedimentos e características que o relé de carga deve suportar; requisitos e ensaios das funcionalidades básicas dos medidores, como consumo e alerta do final dos créditos. No que diz respeito à interface de comunicação, a portaria diz que qualquer tipo de interface que habilite a transferência de informações entre os dispositivos/instrumentos de medição (óptica, rádio, eletrônica etc.), ou com dispositivos externos, serão analisadas e, após a determinação da arquitetura do sistema/instrumento de medição, poderá aplicar as devidas especificações.

Com relação às características e funcionalidades opcionais dos medidores, a mesma portaria do Inmetro diz o seguinte:

As funcionalidades opcionais dos medidores de pré-pagamento dependem da aplicação específica e das necessidades da concessionária que usará o sistema pré-pagamento, portanto, é necessário realizar ensaios específicos para verificar o correto desempenho de uma determinada funcionalidade. (DIART, 2014, p. 14)

Como nenhum modelo de medidor foi aprovado pelo Inmetro até o momento, questões referentes à tecnologia de comunicação e funções opcionais, como crédito amigo e gestão de carga, por exemplo, ainda não estão definidas.

#### **4.3.2 Resultados da pesquisa de campo**

Através de uma análise em torno dos projetos e estudos referente ao sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica brasileiro, um total de 20 (vinte) profissionais especialistas foram selecionados para participar de uma pesquisa de campo acerca das motivações, limitações e condições, regulatórias e tecnológicas, para funcionamento do sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica no Brasil.

O questionário submetido a esses especialistas assume forma semiestruturada, conforme especificado no Capítulo 3, e cujo formulário consta no Apêndice A.

De todos os especialistas selecionados e abordados, 25% participaram efetivamente da pesquisa, respondendo ao questionário. Apesar de ser uma baixa porcentagem de participantes, a representatividade estatística não é significativa neste caso, por tratar-se de pesquisa qualitativa e exploratória. Além disso, e em contraponto, os profissionais que colaboraram com suas respostas, representam entidades importantes no setor elétrico brasileiro, como é o caso da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE); Copel Distribuição S/A; Companhia Energética de Pernambuco (Celpe); a empresa multinacional de energia Enel Brasil (*Ente Nazionale per l'energia elettrica*); e o Inmetro.

Todos os profissionais que participaram da pesquisa são graduados em engenharia elétrica. O primeiro especialista, considera seu nível de conhecimento acerca da normatização do sistema pré-pago no Brasil como profundo. Participou na definição dos termos da regulamentação do sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica brasileiro, através de decisão em pautas técnicas.

O segundo profissional que participou do questionário possui mestrado acadêmico e atua em pesquisa e desenvolvimento a aproximadamente 3 anos, seu tempo de experiência profissional em função semelhante é de mais de 10 anos. Segundo ele, possui conhecimento profundo sobre a regulamentação do sistema pré-pago de tarifação de energia no Brasil e colaborou na definição dos termos da regulamentação existente através de discussão em pautas técnicas.

O terceiro profissional selecionado, possui mestrado profissional e, segundo afirmativa, possui conhecimento intermediário sobre os termos da regulamentação e não participou na aprovação dos termos da regulamentação.

Outro especialista que colaborou com a pesquisa possui mais de 10 anos de experiência no setor elétrico. Julga possuir conhecimento profundo sobre a normatização da regulamentação brasileira, e participou da definição dos termos da regulamentação existente discutindo as pautas técnicas.

O último especialista que participou do questionário possui mais de 10 anos de experiência profissional no setor de energia. Considera possuir conhecimento avançado sobre a regulamentação do sistema de pré-pagamento brasileiro e participou de decisões em pautas técnicas sobre os termos da regulamentação.

As indagações iniciais abordam a regulamentação do sistema. Com relação aos aspectos mais destacados positivamente na normatização brasileira, os participantes acreditam que a indicação e responsabilidades das instituições gestoras seja

o fator mais forte na regulamentação, e, como aspecto mais fraco, a previsão de um plano de sensibilização e capacitação dos clientes-alvo.

Os participantes acreditam também que o governo, nos termos das políticas de infraestrutura e fiscal, juntamente com as instituições gestoras e reguladoras associadas ao SIN, sejam as instituições melhor atingidas pela regulamentação. Complementarmente, 100% deles concordam que as concessionárias e distribuidoras de energia elétrica são as entidades menos atingidas, em suas necessidades, pela norma vigente, seguidos pela sociedade como um todo. Seguindo o mesmo raciocínio, todos os participantes concordam que a norma brasileira atual não atende às necessidades para a implantação efetiva e gestão do sistema pré-pago.

Segundo um dos respondentes “apesar do sistema ser interessante, a ANEEL não oferece incentivos para as concessionárias investirem no sistema pré-pago, e embora o regulamento do Inmetro esteja vigente, nenhum fabricante apresentou modelos para aprovação, mostrando falta de interesse dos fabricantes e das concessionárias”.

Ainda, de acordo com a opinião de um dos profissionais, a elaboração da regulamentação não levou em consideração os interesses dos consumidores nem das concessionárias; e segundo ele, se o sistema for implantado como foi proposto, não atenderá aos interesses de ambas as partes.

Questionados sobre os aspectos tecnológicos (inicialmente tratando dos medidores), os especialistas comentam que diversas tecnologias podem ser aplicadas, e que mais experiências concretas devem ser realizadas para avaliar melhor as soluções. Como sugestão, recomendam para aplicação no sistema brasileiro a tecnologia dos medidores inteligentes com comunicação bidirecional, destinado para as áreas urbanas, mesmo que demore certo tempo para a implantação. Para as áreas rurais, recomendam os medidores inteligentes com tecnologia unidirecional, com aplicação compulsória imediata, resolvendo os problemas de leitura em áreas rurais.

No Brasil, segundo os especialistas, nenhum modelo de medidor eletrônico para operação no sistema pré-pago está aprovado. Um dos especialistas afirma que “apesar do regulamento do Inmetro estar vigente desde 2014, nenhum fabricante mostrou interesse em aprovar modelos de medidores no Inmetro, significando falta de interesse em implementar o sistema, seguindo as atuais regras da ANEEL”. Para os especialistas, os fatores necessários para a certificação dos dispositivos dependem de estímulos comerciais que atraiam os *stakeholders*, partindo essencialmente por viabilizar a sua aplicação no mercado.

No que se refere à abordagem do serviço, os respondentes se dizem favoráveis à utilização de um modo de gestão de carga, preferencialmente através da comunicação bidirecional, no qual o fornecedor é capaz de limitar a carga, conectar/desconectar a energia de maneira remota. Os especialistas citam ainda que, se futuramente o governo subsidiar o consumo de um determinado valor de kWh/mês, fornecendo de graça energia para a população mais carente por exemplo (50 kWh/mês aplicado na África), é interessante controlar a carga desses usuários para que não consumam toda a energia em um curto intervalo de tempo.

Sobre as opções de crédito complementar, que garante a conexão durante a noite e nos finais de semana, todos os especialistas se mostraram favoráveis a essa ferramenta como um diferencial a ser aplicado, ressaltando que com a possibilidade da compra remota dos créditos, o risco de desconexão fica reduzido, e esse método passa a ser uma prerrogativa de cada concessionária.

Os métodos de compra e venda de créditos devem seguir a tecnologia aplicada aos medidores. De acordo com os especialistas, as vendas *on-line*, via SMS, e aplicativos para *smartphone* são as técnicas recomendadas, além da venda em bancos, caixa eletrônico e cooperativas de crédito. Afirmam também que o valor do kWh deverá sofrer variação conforme o tipo de pagamento e medidor, pois deve incluir os custos de operação, bem como a instalação da infraestrutura. Conforme mencionado no Quadro 8, de acordo com a norma atual, faculta-se à distribuidora estabelecer os valores das tarifas.

Em conformidade com a escala de avaliação dos especialistas, os fatores que proporcionarão maiores benefícios aos consumidores com o uso dos medidores inteligentes, são respectivamente: o aumento do acesso às informações de consumo de energia, proporcionando maior eficiência energética (considerando a escala de 1 a 5, a média foi de 4,8); aumento da interação do consumidor com o mercado de energia elétrica (média de 4,6 na escala de 1 a 5); aumento das soluções flexíveis para o faturamento de energia (com média de 4,4 na escala de 1 a 5) ; acesso à energia elétrica em comunidades isoladas e de difícil circulação (com média de 4,2 na escala de 1 a 5); a eliminação da cobrança por reconexão; avanços na área de tecnologia de informação em favor de melhores práticas em termos econômicos e ambientais (com média de 4,2 na escala de 1 a 5); a possibilidade de programação dos medidores, para atuar em determinados períodos de tempo; maior confiabilidade no valor consumido e na precisão da leitura (com média de 4,2 na escala de 1 a 5).



Destacando os elementos referentes ao processo, os aspectos que devem ser priorizados na sensibilização dos consumidores para migração para a modalidade de tarifação pré-paga de energia devem ser, segundo opinião dos especialistas: a flexibilidade que o consumidor passa a ter na hora de comprar os créditos (com média de 4,8 na escala de 1 a 5), pois decide quando e quanto comprar; seguido do número de informações adicionais disponibilizadas para os consumidores (com média de 4,4 na escala de 1 a 5), proporcionando-lhes aumento da eficiência energética.

Os especialistas reconhecem que, apesar de se possuir capacidade técnica para a instalação de medidores adequados ao sistema pré-pago, atualmente não há capacidade operacional para a instalação do sistema no Brasil, e afirmam que não existe atualmente nenhum plano de capacitação para os prestadores de serviços ou para promover o sistema para os consumidores. Como sugestão, os profissionais citam que programas educacionais e projetos de esclarecimento devem ser desenvolvidos, demonstrando as vantagens do sistema para os consumidores.

As motivações e oportunidades para a gestão pública e o SIN, com o desenvolvimento do sistema pré-pago de tarifação, segundo os profissionais que participaram da pesquisa, encontram-se na capacidade de melhorar a gestão de informações sobre a demanda energética (com média 3, na escala de 1 a 5) e também na redução no consumo total de energia (com média de 2,8, na escala de 1 a 5), acarretando um melhor aproveitamento da capacidade energética instalada.

Para as concessionárias de energia, a redução da inadimplência segue como principal aspecto motivacional para a implantação do sistema, o que, segundo os especialistas, não é atraente o suficiente. Em relação aos consumidores, o maior controle sobre o consumo de energia, através do aumento do número de informações disponibilizadas é, de acordo com os especialistas, o aspecto mais interessante para a obtenção do sistema.

As principais limitações e desafios para a implantação do sistema, para a gestão pública e o SIN, de acordo com os especialistas, está na necessidade de um grande investimento inicial, e na necessidade da sensibilização da população. De modo similar acontece com as concessionárias de energia, onde o custo da tecnologia e da prestação de serviços é apontado como maior fator limitante. Para o consumidor final, as dificuldades operacionais e os custos extras para a prestação de informações, são considerados os maiores desafios.

## 5. DISCUSSÃO E ANÁLISE

O Capítulo 5 indica qual a condição do sistema de pré-pagamento de energia elétrica no Brasil, discutindo os resultados apresentados e identificando o que já está disponível, e o que ainda precisa ser desenvolvido para aplicar efetivamente o sistema no Brasil. Ao final, apresenta-se uma análise das vantagens e desvantagens desse sistema frente ao sistema de pós-pagamento.

O Brasil enfrenta um impasse no desenvolvimento do sistema de pré-pagamento de tarifação de energia elétrica. Apesar de possuir regulamentação para o desenvolvimento da modalidade, e a regulamentação dos medidores eletrônicos estar aprovada pelo Inmetro, o sistema encontra-se em um estado estacionário.

Por ser um método inovador no Brasil, existem ainda alguns aspectos que não estão bem definidos com relação à regulamentação e as condições tecnológicas para sua implementação. Os Quadros 9 e 10, apresentados a seguir, apontam alguns requisitos que já estão estabelecidos, e outros que ainda necessitam de desenvolvimento. Mantendo a sequência adotada ao longo da pesquisa, o Quadro 9 retrata as condições regulatórias brasileiras e o Quadro 10 as condições tecnológicas.

Abordagem regulatória brasileira			
Requisitos	Atende	Não atende	Observações
Indicação das instituições gestoras e responsabilidades	X		A normativa apresenta uma seção tratando das responsabilidades
Existência de um cronograma de implantação		X	Existe um cronograma parcial, que indica que a distribuidora deve atender à solicitação de alteração da modalidade em até 30 dias, porém não baliza métricas temporais para migração, referindo-se a percentuais de consumidores atendidos.
Identificação dos clientes-alvo	X		A normativa apresenta uma seção tratando dos critérios de adesão
Plano de sensibilização e capacitação para os clientes-alvo		X	Inexistente. Necessário para esclarecer aos consumidores e demonstrar as vantagens do sistema
Plano de capacitação para a gestão de operações, prestadores de serviços		X	Não existe plano de capacitação. Necessário para o desenvolvimento da infraestrutura e manutenção do sistema
Delimitação tecnológica dos dispositivos de leitura		X	A norma menciona que a escolha da tecnologia é critério das concessionárias
Definições acerca dos créditos (validade, emergência, etc)	X		A normativa contempla os prazos de validade e os critérios para o crédito de emergência

**Quadro 9 – Análise das condições regulatórias brasileiras.**

Fonte: Autoria própria.

A norma brasileira apresenta com clareza os deveres e direitos que são cabíveis às instituições responsáveis, como a ANEEL, as concessionárias e também os consumidores. No que diz respeito ao cronograma de implantação, a norma determina que as concessionárias devem atender ao prazo de 30 dias para a instalação dos medidores, conforme a data do pedido. Entretanto, não existe um cronograma que informe um plano de implantação em grande escala do sistema pré-pago, ou com os objetivos e perspectivas de instalação, nem mesmo em determinada região.

A respeito do público alvo, de acordo com as características da norma, os consumidores pertencentes ao grupo B, com ênfase nos consumidores residenciais, serão os beneficiários em um primeiro momento.

O Brasil ainda não possui e não tem previsão de aplicação de nenhum plano de capacitação operacional para atender a nova infraestrutura e também para informar e apresentar as características e benefícios do sistema pré-pago de tarifação para os consumidores. Esse pode ser um dos motivos que colabore com a estagnação do sistema no Brasil.

No tocante ao tipo de dispositivo de leitura a ser utilizado, a norma deixa a opção em aberto, e determina que cada concessionária escolha a sua tecnologia. De acordo com as informações obtidas com as experiências internacionais, um dos principais problemas encontrados na utilização do sistema pré-pago é a falta de padronização. Para evitar problemas técnicos futuros, em uma variedade de medidores, e até mesmo reduzir futuras padronizações, seria interessante sinalizar ou até mesmo predefinir quais as opções de tecnologia de informação e comunicação devem ser utilizadas, para então delimitar a regulamentação do Inmetro.

A regulamentação define como funcionam as questões de validade dos créditos, e também os critérios para o crédito de emergência, que é uma ferramenta primordial para evitar desconexões.

Como foi mencionado, além do problema da padronização, os relatos internacionais apontam que as dificuldades associadas ao sistema pré-pago estão também relacionadas com a parte financeira, devido aos altos investimentos iniciais. E, além disso, em alguns casos, segundo relatos, a população perdeu o interesse ou rejeitou o novo sistema devido ao aumento das tarifas de energia. Adicionalmente, o fato do sistema pré-pago possibilitar a desconexão com maior facilidade também é um fator de preocupação pelos órgãos de proteção aos direitos do consumidor.

No Brasil, esses problemas também são vistos como aspectos adversos para a implantação do sistema. O investimento da tecnologia dos medidores e da infraestrutura para o sistema de medição são fatores decisivos para a viabilidade da execução do sistema. Ainda, a regulamentação vigente indica que os consumidores não terão ônus ao solicitar a mudança do sistema pós-pago para o pré-pago (nem para o regresso à modalidade convencional após alteração), conseqüentemente é provável que haja aumento no valor das tarifas para liquidar os investimentos, o que é considerado um aspecto negativo.

No que diz respeito às motivações para a aplicação do sistema, as referências apontam na mesma direção das questões abordadas atualmente nos países internacionais, mencionando o acesso à energia elétrica, a eficiência energética e o desenvolvimento tecnológico. A norma da ANEEL nº 610/2014 menciona ainda que as distribuidoras podem utilizar o sistema como ferramenta para quitar eventuais dívidas por parte dos consumidores. Todos esses aspectos são relevantes e significativos na promoção do sistema pré-pago.

De modo geral, é essencial para o sucesso do sistema pré-pago no Brasil, que os órgãos regulamentadores sigam os projetos internacionais que estão consolidados, e extraíam as informações pertinentes com relação às especificações dos medidores.

Com base nas informações apresentadas, torna-se importante que a regulamentação da ANEEL forneça mais incentivos para as concessionárias, como um plano de subsídios por exemplo, além de disponibilizar um plano de sensibilização para os consumidores, divulgando os benefícios do sistema pré-pago.

O Quadro 10 aponta as condições tecnológicas do Brasil, quanto ao que já está definido, e sobre o que ainda carece de definição.

A regulamentação exige que os medidores disponibilizem para os consumidores no mínimo a visualização quantidade de créditos disponíveis, em kWh, e possuam alarme visual e sonoro que informe ao consumidor a proximidade do esgotamento dos créditos. Contudo, após explorar as características técnicas dos modelos internacionais, como é o caso da tecnologia AMI por exemplo, sabe-se que diversas informações podem ser disponibilizadas para os usuários.

Abordagem tecnológica (produto/processo/serviços)				
Requisitos	Definido	Indefinido	Especificações e viabilidade	Observações
Definições acerca da interface de leitura	X		A forma de como operar e as demais orientações sobre a utilização do medidor, são direitos do consumidor e são de responsabilidade da concessionária	A normativa apresenta os requisitos mínimos para a interface de leitura
Definições acerca da tecnologia de comunicação e operação		X	As concessionárias podem adotar diversas tecnologias, entretanto, é recomendável a realização de experiências concretas para avaliar as melhores soluções	Ainda não foi definida uma tecnologia de comunicação específica. Conforme o estudo, a tecnologia de medição inteligente bidirecional seria o ideal
Definições acerca da gestão de manutenção		X	Necessária capacitação dos profissionais	Essencial assim que o sistema entrar em funcionamento
Definições acerca da gestão dos serviços de atendimento ao consumidor		X	Inserir informações nos serviços de atendimento atuais	Os serviços adicionais terão custos extras à distribuidora, portanto, as alterações que devem ser incorporadas aos serviços de atendimento ao consumidor devem ser pontuais
Definições referentes a gestão de carga		X	É viável através de um relé de carga instalado na residência. Caso o medidor inteligente seja instalado o controle é realizado através dele.	Essencial para viabilizar uma tarifa diferenciada, onde, através da capacidade de gerenciamento remoto ou automático é possível realizar o controle do consumo
Definições referentes ao crédito amigo		X	A concessionária deve estipular os limites de horário e consumo	Será considerado um diferencial, e pode ser utilizado como opção de garantia de conexão, como forma de promover o sistema pré-pago
Definições a respeito da compra e venda dos créditos	X		Com os medidores inteligentes, diversas formas de compra e venda de créditos serão ofertadas	Os critérios essenciais já estão definidos na norma. Os métodos de compra e venda irão depender da tecnologia de comunicação aplicada nos medidores

**Quadro 10 – Análise das condições tecnológicas brasileiras**

Fonte: Autoria própria.

Considerando o fato de que a norma cita que esses são os requisitos mínimos, pode-se dizer que a interface de leitura está definida. Como as opções de tecnologia de comunicação e operação podem variar, a quantidade de informações também pode mudar, essas são características que podem ser consideradas como indefinidas.

Sobre a abordagem do processo e do serviço, a gestão de manutenção e os serviços de atendimento ao consumidor, dependem do funcionamento efetivo do sistema para entrar em atividade. No entanto, os profissionais devem ser capacitados

antes do sistema entrar em vigor, para que tudo funcione da maneira correta no decorrer da implantação. Atualmente nenhum plano de capacitação está previsto para aplicação.

Com relação a gestão de carga e o crédito amigo, sua utilização ou não, é critério de escolha das concessionárias. Ressaltando que, essas são ferramentas que podem auxiliar na divulgação e promoção do sistema pré-pago, pois reduzem os riscos de desconexão. Essas características não possuem previsão de regulamentação e implantação. No que se refere às opções de compra e venda dos créditos, torna-se necessário conhecer a tecnologia que será aplicada nos medidores. Seguindo as tendências internacionais, o modelo ideal deve disponibilizar diversas opções para o consumidor, entre elas os aplicativos para *smartphone*.

Com base nos resultados apresentados, o Brasil possui capacidade técnica para a instalação do sistema pré-pago. Entretanto, experiências definitivas deveriam ser realizadas, para preencher as lacunas que ainda estão indefinidas e também o que não é contemplado pela norma, para então, ser capaz de promover a estrutura operacional do sistema. Além dessas questões, através de um projeto experimental sólido, poderão avaliar quais as principais dificuldades encontradas e também os benefícios relacionados a nova sistemática.

O sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica apresenta vantagens para os consumidores e para as empresas. Para o consumidor, a utilização do pré-pagamento leva a um maior controle e consciência do uso da energia elétrica, gera subsídios para gerenciar melhor o orçamento familiar e para promover a conservação da energia, utilizando-a com maior eficiência. É também, uma maneira de evitar receber faturas com valor elevado e ficar em dívida com os fornecedores de energia elétrica.

Do ponto de vista das concessionárias, apesar dos custos de investimento com a aquisição dos medidores e também com a instalação das redes inteligentes, os benefícios resultantes da eliminação dos custos operacionais com leitura e medição, faturamento, procedimentos de desconexão e conexão e também a redução de funcionários operacionais, podem ser capazes de superar o investimento inicial. Além disso, o sistema pré-pago promove a recuperação de dívidas incobráveis, proporciona uma melhor gestão de receitas, e melhora o fluxo de caixa das empresas, quando comparado com o sistema pós-pago de tarifação.

De toda a forma, o sistema pré-pago apresenta diversas características positivas, capaz de proporcionar benefícios para os consumidores e para as empresas

do ramo. O Quadro 11 reúne algumas das principais vantagens e desvantagens do sistema pré-pago de tarifação.

<b>Sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica</b>	
<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Consumidor adequa a utilização de energia com o nível de sua renda	Tarifas mais elevadas
Redução das perdas não técnicas de energia	Risco de desconexão e inconveniência para o consumidor
Aumento do acesso à energia elétrica	Altos custos de investimento para substituir os medidores
Eliminação dos custos de conexão e reconexão	Falta de funcionários especializados para instalação e manutenção dos equipamentos
Melhor gestão do consumo pelos clientes	Compra de créditos com frequência
Melhor gestão de receitas para as concessionárias	Possíveis dificuldades operacionais com a compra dos créditos
Possibilidade de recuperação de dívidas	Problemas técnicos relacionados aos sistemas de comunicação e dispositivos móveis
Melhor controle de gastos e gerenciamento das tarifas	
Redução da inadimplência para as distribuidoras	
Potencial de aprimoramento da gestão do SIN	
Melhor aproveitamento da capacidade de potência instalada	
Melhor gestão de informações sobre a demanda energética	

**Quadro 11 – Vantagens e desvantagens do sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Pode-se observar que o sistema pré-pago apresenta aspectos positivos que atendem de alguma forma todo o segmento de energia elétrica. Com o aumento das informações sobre consumo e demanda por exemplo, as distribuidoras de energia serão capazes de adquirir dados detalhados sobre os hábitos de cada residência na utilização da eletricidade. Por intermédio de tais informações, o sistema interligado nacional pode aprimorar sua gestão de dados e também as usufruir no direcionamento da geração de energia.

Com a utilização dos medidores inteligentes, será possível identificar fatores externos que estejam causando algum tipo de perturbação na rede, e também na identificação de possíveis fraudes por exemplo, tornando-o o sistema mais confiável e de qualidade.

Sobre as desvantagens, o principal fator a ser considerado no Brasil, são os altos custos da implantação da tecnologia e infraestrutura. Em seguida, os problemas de dificuldades operacionais, técnicas e especialização de mão-de-obra, são fatores que necessitam do funcionamento do sistema.

As empresas de energia e os órgãos governamentais responsáveis, devem efetuar uma análise profunda no que diz respeito ao peso de cada um desses aspectos, associando a nova modalidade com o sistema que está em vigor no país, para então, promover ou não o sistema pré-pago de forma definitiva.

De tal forma, o Quadro 12 faz o comparativo entre o sistema atual, e o sistema pré-pago, apontando as características de cada um.

<b>Características e atributos</b>	
<b>Sistema pós-pago</b>	<b>Sistema pré-pago</b>
Necessidade de leitura e operação de faturamento das tarifas	Eliminação das leituras e do processo de faturamento
Necessidade de executar procedimentos de conexão e desconexão	Processo de conexão e reconexão de maneira remota
Aplicação de multa, para pagamentos fora dos prazos determinados	Eliminação de multas por atraso de pagamento
Entre o consumo e o prazo da fatura há um período de crédito ao cliente	Eliminação do período de crédito ao cliente
Dificuldades na recuperação de dívidas	Fácil recuperação da dívida através do desconto na compra dos créditos
Dificuldades para garantir um bom índice de cobrança	Melhoramento do índice de cobrança
Elevadas perdas administrativas	Redução de perdas administrativas
Não é eficaz para persuadir o uso racional de energia	Estimula o uso racional
A fatura chega ao cliente depois do consumo	Facilidade para o cliente gerir a despesa com energia
A concessionária é que calcula a fatura e define a data limite de pagamento	O cliente é que define o valor e a frequência das compras
Ausência de transparência na fatura na ótica do cliente, provocando reclamações	Maior transparência e redução significativa das reclamações
O cliente questiona sobre a qualidade do serviço	Melhoria da qualidade de serviços e relacionamento empresa-cliente
Sistema consolidado, com investimento inicial relativamente baixo para novas instalações	Sistema inovador, necessário um grande investimento inicial para implantar a infraestrutura e os medidores
Longa vida útil dos medidores convencionais	Medidores eletrônicos possuem vida útil menor
Menor frequência de reposição de equipamentos e medidores	Maior frequência de reposição de equipamentos e medidores
Baixo custo médio de manutenção por cliente	Elevado custo médio de manutenção por cliente

**Quadro 12 – Comparativo sistema pré-pago versus sistema pós-pago.**

Fonte: Autoria própria.



A partir da análise do Quadro 12, constata-se que o sistema pós-pago apresenta certa vantagem em relação ao pré-pago apenas em alguns aspectos. Por se tratar de um sistema instalado e consolidado, os custos operacionais com novas instalações e manutenção, são inferiores ao proposto pela nova tecnologia. No que se refere a vida útil dos medidores, segundo nota técnica nº 0044 publicada pela ANEEL (2010c), os medidores convencionais eletromecânicos apresentam vida útil de 25 anos. Para os medidores eletrônicos, a ANEEL estabelece uma vida útil aproximadamente metade da atual, cerca de 13 anos (AMORES, 2015). Resultando em uma maior frequência de reposição e manutenção dos medidores.

Realçando os prós do sistema pré-pago em comparação com o convencional, as distribuidoras serão beneficiadas com a redução dos custos de cobrança, faturamento, conexão e reconexão, redução da inadimplência e possível recuperação de dívidas. Os principais benefícios para os consumidores estão na possibilidade de utilizar a energia de maneira eficiente, facilitando sua gestão orçamentária, tornando-o capaz de decidir quando e quanto comprar. O consumidor recebe o serviço com mais qualidade e confiança no processo, melhorando assim, sua relação com o fornecedor de energia.

Com base nas experiências internacionais, a maioria das empresas revela que, de maneira geral, seus consumidores estão satisfeitos com o sistema pré-pago de tarifação de energia elétrica. No entanto, os principais fatores que têm limitado a capacidade de atração do sistema pré-pago, são:

- Preços mais altos pagos pelos clientes com medidor pré-pago;
- Inconveniente para adquirir os créditos;
- Risco de desconexão;

De acordo com o estudo, as duas principais razões para a desconexão são a falta de dinheiro ou o esquecimento de efetuar a recarga dos créditos. Fatos que podem ser solucionados de forma acessível. Períodos prolongados dos créditos de emergência e também do crédito amigável, seriam susceptíveis a ajudar aqueles que se esquecem de carregar ou que ficam sem dinheiro nos finais de semana por exemplo.

Uma maior flexibilidade no crédito e também através de programas sociais, podem fornecer ajuda para uma minoria que têm grave falta de dinheiro ou problemas no orçamento.

Os mecanismos de promoção mais utilizados tem sido os descontos tarifários, substituição de medidores de forma gratuita, e, algumas empresas oferecem créditos para os usuários que migram do sistema pós-pago para o pré-pago. De acordo com as informações obtidas na pesquisa, campanhas de mídia são importantes para o conhecimento e a aproximação da população com tecnologia de pré-pagamento.

É possível observar que a quantidade de benefícios que o sistema pré-pago oferece é significativamente superior ao sistema atual. Essas características devem ser de conhecimento público. É necessário que a população seja informada e seja capaz de debater a respeito da nova modalidade.

## 6. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral dessa pesquisa constituiu em caracterizar as condições tecnológicas e regulatórias para a implantação do sistema pré-pago de cobrança de energia elétrica no Brasil. Para atender esse propósito, foram traçados alguns objetivos específicos, que serviram de suporte para o desenvolvimento do trabalho.

Apesar de não ser amplamente conhecido no Brasil, o sistema pré-pago de tarifação é utilizado por vários países no âmbito internacional. Essa pesquisa utilizou as experiências de seis nações para auxiliar no estudo sobre o desenvolvimento do sistema de pré-pagamento de energia elétrica. Os países que fizeram parte dessa investigação são: Grã-Bretanha; África do Sul; Irlanda do Norte; Nova Zelândia; Estados Unidos e Argentina.

A princípio, algumas características gerais sobre cada país na utilização do sistema pré-pago de energia elétrica foram apresentadas, tais como: ano de surgimento; quantidade de medidores instalados; projeções de instalações futuras; Incentivos e programas governamentais; além de algumas características técnicas relacionadas aos medidores.

No decorrer da pesquisa, foram abordadas as questões regulatórias e tecnológicas do sistema pré-pago. Conforme foi apontado, o Reino Unido e a África do Sul foram os precursores do desenvolvimento das regulamentações do sistema de pré-pagamento. As principais leis e normas elaboradas por esses países serviram de base para o desenvolvimento do sistema pré-pago atual, e foram destacadas no tópico 4.1. Contudo, foram encontradas dificuldades para acessar às informações de tais normas, gerando obstáculos no detalhamento das mesmas.

No Brasil, a regulamentação desenvolvida pela ANEEL foi o foco da análise normativa. As principais características foram apresentadas, desde o seu processo preparatório de desenvolvimento, como o detalhamento dos critérios da nova modalidade. Os atributos tecnológicos do sistema de pré-pagamento foram discutidos em três segmentos: produto, processo e serviço.

A abordagem do produto, tratou das principais características tecnológicas dos medidores, como interface de leitura, interface de operação e a tecnologia de comunicação. A abordagem do processo, mencionou os principais fatores que serviram de motivação para a implantação do sistema pré-pago, além de destacar as características que cada país adotou no desenvolvimento do sistema. Na sequência, a

abordagem do serviço trouxe alguns métodos que são utilizados internacionalmente para evitar a desconexão do sistema, como o crédito amigo e a gestão de carga.

Como no Brasil o sistema pré-pago ainda não está em vigor, todos os aspectos tecnológicos foram tratados seguindo as informações contidas na regulamentação da Aneel e na portaria do Inmetro.

Além de todos os dados obtidas através da pesquisa documental, também foi desenvolvida a pesquisa de campo, com o objetivo de aprimorar a discussão sobre o assunto. O questionário aplicado aos especialistas auxiliou na dissolução das interrogações a respeito das motivações e limitações do sistema pré-pago no cenário brasileiro.

Dessa forma, conclui-se que o trabalho proposto atendeu o objetivo geral. Através do estudo da regulamentação brasileira, foi possível notar que existem algumas lacunas abertas relacionadas à padronização da tecnologia de comunicação dos medidores, e na gestão da operação do sistema. Pode-se dizer que, essa análise contribui para o setor elétrico brasileiro e de gestão operacional, onde, a partir das informações encontradas, julga-se necessário o desenvolvimento de um plano de capacitação e sensibilização para os consumidores e para os prestadores de serviços, para apresentar as características e benefícios do sistema pré-pago para a população, e também reduzir possíveis problemas técnicos durante a implantação.

Essa pesquisa contribui ainda, com a indústria, através da análise da tecnologia aplicada nos medidores de pré-pagamento desenvolvida nos países internacionais. Com o setor de planejamento energético, com um parecer sobre as principais motivações adotadas pelos países no uso do sistema pré-pago, e também sobre o seu público-alvo. E, finalmente, para a sociedade em geral, através da análise das principais vantagens e desvantagens do sistema pré-pago, comparado ao sistema convencional atual.

Algumas dificuldades foram encontradas no decorrer da pesquisa. Por se tratar de uma pesquisa bibliográfica a nível internacional, muitas informações não foram encontradas de forma direta. Grande parte das referências estava em língua estrangeira, o que acarretou um tempo maior para discriminá-las, e também, na falta de aprofundamento de alguns pontos. Como no Brasil a tecnologia não está implantada em escala, o estudo exploratório também ficou um pouco limitado. Com relação à pesquisa de campo, dada à especificidade tema, e também ao tempo disponível, poucos retornos foram obtidos por parte dos especialistas.

Com objetivo de aprofundar o desenvolvimento desse tema, algumas propostas para novas pesquisas são apresentadas a seguir:

- Efetuar a análise da portaria nº 545 do Inmetro para os medidores eletrônicos destinados ao sistema pré-pago, após uma primeira homologação;
- Realizar estudo técnico de um projeto-piloto do sistema pré-pago implantado no Brasil;
- Analisar a viabilidade de aplicação das regulamentações internacionais ANSI C12 e IEC 62055 no cenário brasileiro;

Baseado nas informações apresentadas, é seguro dizer que, no Brasil, o maior entrave para o progresso da implantação do sistema pré-pago, está no custo do investimento inicial e na falta de informação para os consumidores. Atualmente os investidores não são capazes de quantificar a demanda e conseqüentemente o tempo de retorno do investimento, tornando inviável o prosseguimento do sistema.

Por fim, vale ressaltar que o sistema pré-pago de tarifação é uma ferramenta inovadora no setor energético brasileiro, e apresenta diversas características positivas. No entanto, o Brasil necessita de mais experiências concretas no desenvolvimento do sistema para ser capaz de avaliar quais técnicas de comunicação e operação atendem os consumidores e fornecedores de forma satisfatória.

## 7. REFERÊNCIAS

ABRACEEL. **Relatório Anual 2014**. Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia. Brasília - DF, 2014. 38-40 p.

ADAMS, Neil. A smart grid needs connected smart meters. **Energy Central**, Abril 2016. Disponível em: <<http://www.energycentral.com/community/intelligent-utility/smart-grid-needs-connected-smart-meters>>. Acesso em: 20 Agosto 2016.

AMORES, Érica. Conteúdo Empresarial. **Companhias elétricas aprimoram testes de confiabilidade para garantir medição eficiente de energia**, 23 Julho 2015. Disponível em: <<http://www.conteudoempresarial.com/release/companhias-eletricas-aprimoram-testes-de-confiabilidade-para-garantir-medicao-eficiente-de-energia/>>. Acesso em: 28 Setembro 2016.

ANACE, Associação Nacional dos Consumidores de Energia. Energia Elétrica. **ANACE - Associação Nacional dos Consumidores de Energia**, 2016. Disponível em: <<http://www.anacebrasil.org.br/portal/index.php/faqs/1-energia-eletrica>>. Acesso em: 8 Janeiro 2016.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. **Direitos e Deveres do Consumidor de Energia Elétrica**, Brasília-DF, 2010.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Estrutura Tarifária para o Serviço de Distribuição de Energia Elétrica. **Sumário Executivo - Ótica do Consumidor**, Brasília - DF, p. 12, 16 Dezembro 2010b.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Instauração de Audiência Pública no intuito de coletar subsídios para Resolução Normativa acerca da implantação de medidores eletrônicos em unidades consumidoras do Grupo B. **Nota Técnica nº 0044/2010-SRD/ANEEL**, Brasília-DF, p. 14, 17 Setembro 2010c.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 414. **Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada**, Brasília - DF, 09 Setembro 2010d.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Proposta de regulamento para as modalidades de pré-pagamento e pós-pagamento eletrônico de energia elétrica. **Nota Técnica nº 014/2012-SRC/ANEEL**, Brasília-DF, p. 13, 19 Junho 2012a.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. ANEEL visita comunidades atendidas com sistema de pré-pagamento de energia no Amazonas. **Últimas Notícias**, 2012b.

Disponível em:  
<[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output\\_Noticias.cfm?Identidade=5730&id\\_area=90](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=5730&id_area=90)>. Acesso em: 22 set. 2015.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. **Resolução Normativa 414/2010**, Brasília - DF, p. 202, 2012c.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Proposta de regulamento para as modalidades de pré-pagamento e pós-pagamento eletrônico de energia elétrica. **Nota Técnica nº 014/2012-SRC/ANEEL**, Brasília - DF, junho 2012d.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº610. **Regulamenta as modalidades de pré-pagamento e pós-pagamento eletrônico de energia elétrica.**, Brasília - DF, 1 abril 2014.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Capacidade de geração do Brasil. **BIG - Banco de Informações de Geração**, Brasília, p. 64, 2015a. Disponível em:  
<<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>.  
Acesso em: 12 Setembro 2015

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Informações Técnicas. **Bandeiras Tarifárias**, Brasília - DF, 2015b. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 22 Setembro 2015.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Distribuição de Energia Elétrica. **Informações Técnicas**, 2016. Disponível em:  
<<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=77>>. Acesso em: 08 Janeiro 2016.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Acompanhe a Evolução das Bandeiras Tarifárias. **Informações Técnicas**, Brasília - DF, 05 Fevereiro 2016b.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Tarifa Social de Energia Elétrica-TSEE. **Informações Técnicas**, 2016c. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/tarifa-social-baixa-renda>>. Acesso em: 20 Julho 2016.

.ARGARWAL, Tarun. **Prepaid Energy Meter**. Disponível em:  
<<https://www.elprocus.com/prepaid-energy-meter/>>. Acesso em: 11 abril 2016.

AVANCINI, Armando. Apresentação CELO - Cooperativa Eléctrica Limitada Oberá. **Seminário Internacional Sobre Pré-Pagamento de Energia Elétrica**, Brasília - DF, 21 Setembro 2011.

BAPTISTA, Idalina. **Everyday Practices of Prepaid Electricity in Maputo, Mozambique**. Institute for Science, Innovation and Society (InSIS) University of Oxford. Oxford, UK, 2013.

BRAGATTO, Marcos. **Pré-Pagamento de Energia Elétrica - Proposta de regulamentação**. ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Belém - PA, 2012.

CERQUEIRA, Gustavo A. **A Crise Hídrica e suas Consequências**. Nucleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado. Brasília - DF, 2015. 2-4 p. (27).

CHITTY, Martin. Smart Metering Programme Technical Review. **DNV KEMA Enegy and Sustainability**, Londres, 28 Novembro 2012.

DAY, Mark. Prepaid Metering Analytical Report. **Cooperative Research Network - National Rural Electric Cooperative Association**, Lafayette, California, Junho 2012.

DAY, Mark. Conservation Impact of Prepaid Metering - Motivation and Incentives for Pre-Pay Systems. **Cooperative Research Network - National Rural Electric Cooperative Association**, Arlington - Virginia, 15 Novembro 2013.

DEFG'S PREPAY ENERGY WORKING GROUP. **The Effect of Prepayment on Energy Use**. Distributed Energy Financial Group LLC - DEFG. Washington DC, 2013. 2 p.

DEPARTMENT OF ENERGY AND CLIMATE. **Smart Metering Implementation Programme**. Government UK. Londres: The Crown Estate, 2015.

DIART, Divisão de Articulação e Regulamentação Técnica Metrológica. **Portaria nº 545**. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. Duque de Caxias - Rio de Janeiro, 2014.

EDMUNDS, Susan. **Businessday**. Prepaid power budgeting means families turn off heaters. Disponível em: <<http://www.stuff.co.nz/business/money/71856315/prepaid-power-budgeting-means-families-turn-off-heaters>>. Acesso em: 2 março 2016. stuff.co.nz.

ELECTRICITY AUTHORITY. **Guidelines on Advanced Metering Infrastructure**. Electricity Authority. Wellington - New Zealand, 2010. 13-14 p. (648995-4).

ELECTRICITY COMMISSION. **Advanced Metering Infrastructure in Nez Zealand: Roll-out and Requirements**. The Electricity Commission of New Zealand. 2009. 4 p. (616820-19).



EPE, Empresa D. P. E. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2023**. Ministério de Minas e Energia - MME. Brasília - DF, 2014. 33-37 p.

ESKOM. Prepayment electricity. **Eskom Holdings Limited**, 2002. ISSN 2002/015527/06. Disponível em: <<http://www.prepayment.eskom.co.za/history.asp>>. Acesso em: 19 abril 2016.

ESKOM. Standard for Particular Requirements of Prepayment Meters. **Metering and Measurements** , África do Sul, 06 Julho 2014.

ESTEVEES, Gheisa R. T. et al. An overview of electricity prepayment experiences and the Brazilian new regulatory framework. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Rio de Janeiro, Brasil, 12 Janeiro 2015.

FACCIONI, André U.; TRICHEZ, Lucar M. **Análise sobre a Tecnologia PLC (Power Line Communication)**. SENAI/SC. Florianópolis - SC, 2008.

GANS, Will; ALBERINI, Anna; LONGO, Alberto. Smart meter devices and the effect of feedback on residential electricity consumption: Evidence from a natural experiment in Northern Ireland. **Elsevier Energy Economics**, Belfast, Reino Unido, Dezembro 2012.

GEORGES, Jean N. All you need to know about the benefits of prepaid meters. **Frost & Sullivan**, Londres, Reino Unido, 31 Maio 2012.

GIL, Antonio C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6a. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2008.

GLOBUG. How it works. **Glo Bug**, 2016. Disponível em: <[www.globug.co.nz](http://www.globug.co.nz)>. Acesso em: 18 abril 2016.

HIEDA, Fabio Y. **Análise Técnica e Regulatória do Sistema Pré-Pago de Energia Elétrica do Brasil**. Universidade Federal do Paraná - UFPR. CURITIBA: Trabalho de Conclusão de Curso, 2012.

HILL, Roland. **IEC TC13 Overview**. South African National Committee of the IEC. Nairobi, 2011.

HORD, Jennifer. **Como funciona o SMS**. Disponível em: <<http://tecnologia.hsw.uol.com.br/sms.htm>>. Acesso em: 14 abril 2016.

IMRAN, Adnan. Smart Meters: are they here for good? **MIT Technology Review Pakistan**, Lahore - Paquistão, Agosto 2015.

MERWE, Christy V. D. Once despised, prepayment electricity meters are gaining market acceptance. **Creamer Media's Engineering News**, South Africa, n. Creamer Media Reporter, Setembro 2011.

METERING & SMART ENERGY. A comparative introduction to ANSI metering standards. **Regulatory**, Africa do Sul, 30 Setembro 2005.

MIYOGO, Carolyne N.; NYANAMBA, Steve O.; NYANGWESO, Gaster N. An Assessment of the Effect of Prepaid Service Transition in Electricity Bill Payment on KP Customers, a Survey of Kenya Power, West Kenya Kisumu. **American International Journal of Contemporary Research**, v. 3, p. 89-91, set. 2013. ISSN ISSN 2162-142X.

MYUSAGE Powers Awareness Web Portal & Mobile Apps. Disponível em: <<http://www.exceleron.com/features/web-portal-mobile-apps/>>. Acesso em: 10 Março 2016.

NAVIGANT RESEARCH. **Prepaid Metering - Meters, Software, and Services: Opportunities, Challenges, and Global Market Analysis and Forecasts**. Navigant Research. Chicago, Estados Unidos: Navigant Research Team, 2014.

NEWTON, Thomas. **British Gas Trials my Energy Live: Real-time smart meter iOS & Android app**. Disponível em: <<https://recombu.com/digital/article/british-gas-trials-my-energy-live-real-time-smart-meter-ios-android-app>>. Acesso em: 11 abril 2016.

NMRO, National M. A. R. O. Gas and Electricity meter regulations. **GOV.UK**, 2014. Disponível em: <<https://www.gov.uk/guidance/gas-and-electricity-meter-regulations>>. Acesso em: 15 Agosto 2016.

ONS, OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. O que é o SIN. **ONS**, 2015. Disponível em: <[http://www.ons.org.br/conheca\\_sistema/o\\_que\\_e\\_sin.aspx](http://www.ons.org.br/conheca_sistema/o_que_e_sin.aspx)>. Acesso em: 5 Janeiro 2016.

O'SULLIVAN, Kimberley C. et al. Empowered? Examining self-disconnection in a postal survey of electricity prepayment meter consumers in New Zealand. **Energy Policy**, Wellington, New Zealand, Julho 2012.

O'SULLIVAN, Kimberley C.; HOWDEN-CHAPMAN, Philippa L.; FOUGERE, Geoff. Making the connection: The relationship between fuel poverty, electricity disconnection, and prepayment metering. **Energy Policy**, Wellington, New Zealand, Maio 2010.

OWEN, Gill; WARD, Judith. Smart pre-payment in Great Britain. **Sustainability First**, Londres, Março 2010. ISSN 1078994.

PREPAID ENERGY HUB. **Prepaid Energy Hub confirms rapid growth of prepaid utilities in the United States**. 2015a. Catherine Viola. Cambridge, Reino Unido, 2015a. Disponível em: <<http://prepaidenergyhub.com/prepaid-energy-hub-confirms-rapid-growth-of-prepaid-utilities-in-the-united-states/>>. Acesso em: 2 Março 2016.

PREPAID ENERGY HUB. Northern Ireland's keypad prepayment success story. In: 2015b, Cambridge, Reino Unido. Cambridge, Reino Unido: Catherine Viola, 2015b. Disponível em: <<http://prepaidenergyhub.com/northern-irelands-keypad-prepayment-success-story/>>. Acesso em: 2 Março 2016.

PREPAID ENERGY HUB. **Utilita launches mobile app for smart prepay energy**. 2015c. Catherine Viola. Cambridge, Reino Unido, 2015c. Disponível em: <<http://prepaidenergyhub.com/utilita-launches-mobile-app-for-smart-prepay-energy/>>. Acesso em: 10 março 2016.

PROCEL INFO, CENTRO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. **Aneel coloca em prática novo projeto de eficiência energética**. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br>>. Acesso em: 22 Setembro 2015.

PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Manual de Tarifação da Energia Elétrica**. PROCEL. Rio de Janeiro - RJ, 2011. 10 p.

RUFINO, Romeu D. Cenário e Perspectivas para o Setor Elétrico Brasileiro. **Energia em Foco - Estratégias e Desafios para o Futuro**, Rio de Janeiro, 27 Agosto 2015.

SAMSET, Supporting Sub-Saharan African Municipalities with Sustainable Energy Transitions. Smart Metering: Overview and Considerations for South African Municipalities. **Sustainable Energy Africa**, África do Sul, p. 2-18, Julho 2015.

SILVA, Edna L.; MENEZES, Estera M. **Metodologia de Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 2005. 4ª ed. - Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2005.

TRIPALDI, Juar C.; MORENO, Daniel A. AEA 92559-1: Towards an Argentinean Smart Grid Vision. **IEEE PES Innovate Smart Grid Technologies Latin America**, Argentina, p. 768-773, 2015.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. 5ª. ed. Amsterdam, Holanda: Campus, 2011

UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Métodos de Pesquisa. **EAD - Série Educação à Distância**, Porto Alegre, p. 120, 2009.

## APÊNDICE A

# Análise das Condições Regulatórias e Tecnológicas para a Implementação do Sistema Pré-pago de Tarifação e Faturamento de Energia Elétrica no Brasil

Bem vindo ao questionário sobre o sistema pré-pago de tarifação!

Essa pesquisa faz parte de um trabalho de conclusão de curso e serve como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em engenharia elétrica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Os principais objetivos dessa pesquisa são caracterizar as condições tecnológicas e regulatórias para a implantação do sistema pré-pago de cobrança de energia elétrica no Brasil; e avaliar as motivações e limitações para a implantação desse sistema.

\*Obrigatório

## Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Essa pesquisa pretende analisar as condições regulatórias e tecnológicas para a implantação do sistema pré-pago de tarifação e faturamento de energia elétrica no Brasil. Convidamos você para fazer parte dessa análise, uma vez que sua opinião é de grande importância para identificar os principais aspectos que integram o sistema pré-pago de medição.

A partir de sua percepção, em conjunto com os estudos de outros pesquisadores e especialistas no segmento, as informações obtidas servirão de subsídio para a elaboração de um trabalho de conclusão de curso que visa avaliar o contexto, demandas e implicações tecnológicas e regulatórias da modalidade de pré-pagamento de energia elétrica no Brasil.

A sua participação na pesquisa se dará por meio de resposta ao questionário eletrônico que aborda, em um primeiro momento, o arcabouço legal e regulatório brasileiro sobre a temática, seguindo-se com os aspectos tecnológicos, referentes ao produto, processo e serviço. Por fim, propõem-se questões relacionadas às motivações e desafios à implantação do sistema pré-pago.

O tempo médio de resposta é estimado em 15 minutos.

Garante-se sigilo e privacidade de todas as informações e dados particulares coletados por meio desta pesquisa, de acordo com as Resoluções nº 466, de 12 de dezembro 2012, e nº 510, de 07 de Abril de 2106, ambas do Conselho Nacional de Saúde. Todas as informações obtidas serão sigilosas e seu nome não será identificado em nenhum momento. Os dados serão guardados por cinco anos em local seguro e a divulgação dos resultados será feita de forma a não identificar os participantes, focalizando o seu conteúdo geral e os resultados estatísticos.

A sua participação não trará benefícios pessoais diretos, entretanto, irá contribuir para a elaboração de um trabalho de pesquisa consistente, que servirá como subsídio à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo, permitindo que os pesquisadores relacionados neste documento utilizem as minhas respostas ao questionário para fins de pesquisa científica/ educacional. Concordo que o material e as informações obtidas relacionadas à minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devo ser identificado por nome ou qualquer outra forma. Estou ciente que as informações obtidas e pertinentes ao estudo ficarão sob a guarda do grupo de pesquisadores. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado: Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR) - REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: (41)3310-4950, e-mail: [coep@utfpr.edu.br](mailto:coep@utfpr.edu.br)

1. Li e estou de acordo com os termos: \*

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Gilvan Augusto Nava, via e-mail: [gilvannava@alunos.utfpr.edu.br](mailto:gilvannava@alunos.utfpr.edu.br) ou telefone:(46)99710056.

Marcar apenas uma opção.

- Aceito participar
- Não aceito participar      Pare de preencher este formulário.

## Identificação

2. Nome completo \*

.....

3. Formação acadêmica/técnica: \*

.....

4. Maior titulação \*

Marcar apenas uma opção.

- Graduação
- Aperfeiçoamento
- Especialização
- Mestrado profissional
- Mestrado acadêmico
- Doutorado
- Pós-doutorado

5. Instituição de vínculo atual \*

6. Função ou cargo \*

7. Tempo de exercício da função \*

Marcar apenas uma opção.

- de 1 a 11 meses
- de 1 a 3 anos de
- 3 a 6 anos mais
- de 6 anos

8. Tempo de experiência profissional anterior em função semelhante \*

Marcar apenas uma opção.

- de 1 a 11 meses
- de 1 a 3 anos de
- 3 a 6 anos de 6 a
- 10 anos mais de
- 10 anos

## Aspectos Regulatórios

9. Como situa seu nível de conhecimento acerca da normatização ou regulamentação do sistema pré-pago de tarifação e faturamento de energia no Brasil? \*

Marcar apenas uma opção.

- Nulo
- Vago
- Superficial
- Intermediário
- Avançado
- Profundo

10. Teve alguma participação na definição dos termos da regulamentação existente? Se sim, de que forma? \*

Marcar apenas uma opção.

- Não
- Sim, discutindo as pautas técnicas
- Sim, discutindo políticas públicas
- Sim, participando da decisão em pautas técnicas
- Sim, participando da decisão em políticas públicas

11. Que aspectos considera mais destacados, positivamente, na regulamentação brasileira para o sistema pré-pago de tarifação e faturamento de energia elétrica? Avalie numa escala de 1 a 5 pontos (sendo 1 o fator mais fraco e 5 o fator mais forte) cada um dos itens a seguir. Caso não tenha conhecimento específico, assinale a opção de isenção. \*

Marcar apenas uma opção por linha.

	1	2	3	4	5
Indicação das instituições gestoras e responsabilidades	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Adequação da regulamentação às características do SIN	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aderência dos termos da regulamentação à uma política pública adequada para o setor elétrico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Existência e adequação de um cronograma de implantação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identificação dos clientes-alvo para o sistema pré-pago de energia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Delimitação tecnológica dos dispositivos de leitura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Previsão de um plano de sensibilização e capacitação dos clientes-alvo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Caracterização da gestão de operações (instalação, substituição, manutenção etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Definições acerca dos créditos (validade, crédito de emergência, etc)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- Isenção

12. Em que medida considera que a regulamentação brasileira para o sistema pré-pago de tarifação e faturamento de energia elétrica atende os interesses e características de cada uma das partes envolvidas no processo? Avalie numa escala de 1 a 5 pontos (sendo 1 o fator mais fraco e 5 o fator mais forte) cada um dos itens a seguir. Caso não tenha conhecimento específico, assinale a opção de isenção. \*

Marcar apenas uma opção por linha.

	1	2	3	4	5
Governo, nos termos das políticas de infraestrutura e fiscais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Instituições gestoras e reguladoras associadas ao SIN	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Concessionárias e distribuidoras de energia elétrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consumidor final efetivo, particularmente Sociedade, coletivamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> Isenção					

13. Considera que a regulamentação existente atende às particularidades e necessidades para implantação efetiva e gestão do sistema pré-pago de tarifação e faturamento de energia elétrica? Por favor, comente sua resposta, agregando algum comentário adicional no campo "comentário". \*

Marcar apenas uma opção.

- Atende plenamente
- Atende satisfatoriamente
- Atende parcialmente
- Atende de forma insuficiente
- Não atende
- Outro: .....

Comentário

.....

.....

.....

## Aspectos Tecnológicos

Abordagem do produto (medidor)

14 Qual das tecnologias listadas a seguir você considera mais adequada para o medidor a ser instalado nas unidades de consumo do mercado brasileiro? Por favor, comente sua resposta, agregando algum comentário adicional no campo "comentário".

Marcar apenas uma opção.

- Chave eletrônica (tecnologia de comunicação unidirecional)
- Cartão de memória ou cartão magnético (tecnologia de comunicação unidirecional)
- Cartão inteligente (tecnologia de comunicação unidirecional)
- Medidor com teclado (tecnologia de comunicação unidirecional)
- Medidor inteligente (tecnologia de comunicação unidirecional)
- Medidor inteligente (tecnologia de comunicação bidirecional)

Comentário

.....

.....

.....

15. Na sua opinião, o sistema de pré-pagamento deve ser implantado na forma unidirecional, mais de imediato, ou aguardar o desenvolvimento das redes inteligentes para aplicar o sistema bidirecional? Por favor, comente sua resposta, agregando algum comentário adicional no campo "comentário".

Marcar apenas uma opção.

- Unidirecional, de imediato e definitivamente
- Unidirecional, de imediato e transitoriamente
- Bidirecional, mesmo com demora
- Outro: .....

Comentário

.....

.....

.....

16. Dentro os tipos de medidores indicados a seguir, marque aqueles que já possuem aprovação pelo INMETRO para a instalação e operação no sistema pré-pago. Por favor, comente sua resposta, agregando algum comentário adicional no campo "comentário".

Marcar apenas uma opção.

- Chave eletrônica
- Cartão de memória ou cartão magnético
- Cartão inteligente
- Medidor com teclado
- Medidor inteligente (unidirecional)
- Medidor inteligente (bidirecional)
- Outro: .....

Comentário

.....

.....

.....

17. De que fatores se depende, hoje, para aprovar a certificação do dispositivo eletrônico que será utilizado no sistema pré-pago de energia elétrica brasileiro, realizada pelo INMETRO?

.....

.....

.....

.....



18. Quais aspectos relativos às tecnologias de comunicação devem ser incorporados aos primeiros medidores disponíveis? Por favor, comente sua resposta no campo "comentário".

Marcar apenas uma opção.

- GSM
- GPRS
- Ethernet
- PLC
- Radiofrequência
- Outro: .....

Comentário

.....

.....

.....

19. Os equipamentos em processo de certificação preveem a integração e compatibilização com outros equipamentos/tecnologias? Por que?

Marcar apenas uma opção.

- Sim
- Não
- Outro:

Comentário

.....

.....

.....

20. Em sua opinião, os medidores eletrônicos devem fornecer um algum modo de gestão de carga? Por favor, comente sua resposta no campo "comentário".

As questões a seguir são relacionadas a abordagem do serviço

Marcar apenas uma opção.

- Não
- Sim, disparar um alarme caso exceda um determinado valor de kWh
- Sim, modo limitador de carga, permitindo uma certa quantidade predeterminada de energia para cada consumidor
- Sim, através da comunicação bidirecional, o fornecedor de energia é capaz de limitar a carga e desconectar e conectar a energia de maneira remota
- Outro: .....

Comentário

.....

.....

.....

21.O valor do kWh deverá sofrer variação conforme o tipo de pagamento e medidor (pós-pago; pré-pago unidirecional; pré-pago bidirecional)? Por que?

Marcar apenas uma opção.

- Sim
- Não
- Outro: .....

Comentário

.....

.....

.....

.....

22.Em caso de desconexão por falta de recarga, será cobrado algum tipo de juros para reconexão?

Marcar apenas uma opção.

- Sim. Concorda
- Sim. Discorda
- Não. Concorda
- Não. Discorda
- Outro: .....

Comentário

.....

.....

23. Avalie numa escala de 1 a 5 (sendo 1 o fator mais fraco e 5 o fator mais forte) quais serviços adicionais proporcionarão maiores benefícios aos consumidores com o uso do medidor inteligente?

Marcar apenas uma opção por linha.

	1	2	3	4	5
Aumento do acesso às informações de consumo de energia, gerando maior eficiência energética	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maior confiabilidade no valor consumido e na precisão da leitura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possibilidade de programação dos medidores, para atuar em determinados períodos de tempo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gestão de dados de maneira online, via website ou através de aplicativos fornecidos para smartphone	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possibilidade de controle de carga online, via website ou através de aplicativos fornecidos para smartphone	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Proporcionar maior interação do consumidor no mercado de energia elétrica	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Proporcionar avanços na área de tecnologia de informação em favor de melhores práticas em termos econômicos e ambientais	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Eliminação da cobrança por reconexão	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Facilitar o acesso à energia elétrica em comunidades isoladas e de difícil acesso	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Proporcionar soluções flexíveis para o faturamento de energia	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>

24. Quais informações suplementares deverão estar disponíveis ao cliente, além do registro dos créditos, item obrigatório pela REN 610/2014?

.....

.....

.....

.....

25. A opção de "crédito amigo", que garanta a conexão durante a noite e nos finais de semana, deverá ser disponibilizada aos consumidores?

Marcar apenas uma opção.

- Sim. É uma ferramenta essencial
- Sim. Apenas como um diferencial
- Não. É favorável mas acredita que não será implantada
- Não. Acredita não ser relevante
- Outro: .....

Comentário

.....

.....

.....

.....

26. Que alterações deverão ser incorporadas aos Serviços de Atendimento ao Consumidor da modalidade de pré-pagamento?

.....

.....

.....

.....

27. Avalie numa escala de 1 a 5 (sendo 1 o fator mais fraco e 5 o fator mais forte) que aspectos devem ser priorizados na sensibilização dos consumidores para migração para a modalidade de tarifação pré-paga de energia? \*

As questões a seguir são referentes a abordagem do processo

Marcar apenas uma opção por linha.

	1	2	3	4	5
Aumento da precisão e confiabilidade na leitura das tarifas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O consumidor passa a ter maior flexibilidade na hora de comprar os créditos, decide quando e quanto comprar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aumento da eficiência energética, devido ao aumento de informações disponibilizadas para os consumidores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Questões referentes a preservação do meio ambiente, redução das emissões de carbono	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maior interação com o fornecedor de energia, tornando possível a viabilização de uma nova era de serviços integrados, com aumento da possibilidade e microgeração	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possibilidade de controlar aparelhos de maneira remota	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desenvolvimento e acesso ao conhecimento de novas tecnologias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possibilidade de quitar dívidas com o fornecedor de energia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Outro: .....

28. Atualmente, há capacidade técnica e operacional para a instalação de medidores adequados ao sistema pré-pago, nos mesmo prazos e termos dos medidores tradicionais?  
 Marcar apenas uma opção.

- Sim, tanto capacidade técnica como operacional
- Não, apenas capacidade técnica
- Não, apenas capacidade operacional
- Não, para ambos os casos
- Outro:

29. Há um plano de capacitação para prestadores de serviços, de modo que possam atuar na migração e assistência técnica para o sistema pré-pago?

.....

.....

.....

.....

.....

30. Que formas de capacitação para os clientes, acerca das características e benefícios potenciais do sistema pré-pago, devem ser adotadas?

.....

.....

.....

.....

31. Avalie numa escala de 1 a 5 (sendo 1 o fator mais fraco e 5 o fator mais forte) quais os métodos para adquirir os créditos de energia você considera mais compatível com o cenário brasileiro em relação ao sistema pré-pago. \*

Marcar apenas uma opção por linha.

	1	2	3	4	5
Pontos de venda específicos; lojas dedicadas;	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bancos; Caixa eletrônico; Cooperativas de crédito;	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Agentes credenciados como, supermercados, farmácias, posto de combustível	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Online; via SMS; Aplicativos para smartphone	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Outro

.....

## Motivações e Oportunidades

32. Avalie numa escala de 1 a 5 pontos (sendo 1 o fator mais fraco e 5 o fator mais forte) cada uma das assertivas a seguir, conforme considera que se constituem em motivações para a implantação/migração para o sistema pré-pago de tarifação e faturamento de energia elétrica no Brasil. Caso não tenha conhecimento específico, assinale a opção de isenção. \*

Para a gestão pública e o SIN  
Marcar apenas uma opção por linha.

	1	2	3	4	5
Potencial de aprimoramento da gestão do SIN	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhor aproveitamento da capacidade energética instalada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução no consumo total de energia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhorias na qualidade de energia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhor gestão de informações sobre demanda energética	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Isenção

33. Avalie numa escala de 1 a 5 pontos (sendo 1 o fator mais fraco e 5 o fator mais forte) cada uma das assertivas a seguir, conforme considera que se constituem em motivações para a implantação/migração para o sistema pré-pago de tarifação e faturamento de energia elétrica no Brasil. Caso não tenha conhecimento específico, assinale a opção de isenção. \*

Para as concessionárias de energia  
Marcar apenas uma opção por linha.

	1	2	3	4	5
Redução de inadimplência para as distribuidoras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de redução no preço da energia elétrica para o consumidor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eficientização na gestão de operações e atendimento ao consumidor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de implantação em grande escala	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial para recuperação de dívidas através de pagamentos pré-pagos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Isenção

34. Avalie numa escala de 1 a 5 pontos (sendo 1 o fator mais fraco e 5 o fator mais forte) cada uma das assertivas a seguir, conforme considera que se constituem em motivações para a implantação/migração para o sistema pré-pago de tarifação e faturamento de energia elétrica no Brasil. Caso não tenha conhecimento específico, assinale a opção de isenção.

\*  
Para o consumidor final

Marcar apenas uma opção por linha.

	1	2	3	4	5
Ampliação de informações específicas para o consumidor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Disponibilização de serviços complementares ao consumidor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maior controle sobre o consumo de energia para o consumidor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ferramenta de acessibilidade à energia elétrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhoria na qualidade de serviços e no relacionamento com o fornecedor de energia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Isenção

## Limitações e Desafios

35. Avalie numa escala de 1 a 5 pontos (sendo 1 o fator mais fraco e 5 o fator mais forte) cada uma das assertivas a seguir, conforme considera que se constituem em motivações para a migração para o sistema pré-pago de tarifação e faturamento de energia elétrica no Brasil. Caso não tenha conhecimento específico, assinale a opção de isenção. \*

Para a gestão pública e o SIN

Marcar apenas uma opção por linha.

	1	2	3	4	5
Complexidade funcional do medidor inteligente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cronograma de longo prazo de implantação/migração	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Necessidade de sensibilização da população	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Necessidade de informação/capacitação da população	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Necessidade de um grande investimento inicial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Isenção

36. Avalie numa escala de 1 a 5 pontos (sendo 1 o fator mais fraco e 5 o fator mais forte) cada uma das assertivas a seguir, conforme considera que se constituem em motivações para a migração para o sistema pré-pago de tarifação e faturamento de energia elétrica no Brasil. Caso não tenha conhecimento específico, assinale a opção de isenção.

Para as concessionárias de energia

Marcar apenas uma opção por linha.

1 2 3 4 5

Possibilidade de insatisfação do consumidor em caso de corte de energia no curto prazo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ocorrência de problemas técnicos nos sistemas de informação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Problemas técnicos relacionados aos sistemas de comunicação e de dispositivos móveis associados ao uso dos dispositivos inteligentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Especialização da mão-de-obra para as manutenções no sistema e nos medidores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Custo da tecnologia e da prestação de serviços que serão implantados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Isenção

37. Avalie numa escala de 1 a 5 pontos (sendo 1 o fator mais fraco e 5 o fator mais forte) cada uma das assertivas a seguir, conforme considera que se constituem em motivações para a migração para o sistema pré-pago de tarifação e faturamento de energia elétrica no Brasil. Caso não tenha conhecimento específico, assinale a opção de isenção. \*

Para o consumidor final

Marcar apenas uma opção por linha.

	1	2	3	4	5
Dificuldades operacionais com a compra dos créditos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Custos extras para a prestação de informações	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possível corte de energia em situações de emergência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Compra de créditos de energia com frequência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Isenção