



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE TECNONLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**MARIA YASMIN ALMEIDA SAMPAIO**

**ESTUDO DE VIABILIDADE DA ADESÃO DO METROFOR  
AO MERCADO LIVRE DE ENERGIA**

**FORTALEZA**

**2018**

MARIA YASMIN ALMEIDA SAMPAIO

ESTUDO DE VIABILIDADE DA ADESÃO DO METROFOR  
AO MERCADO LIVRE DE ENERGIA

Dissertação apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. MSc. Lucas Silveira Melo.  
Coorientador: Prof. Dr. Raimundo Furtado Sampaio.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S184e Sampaio, Maria Yasmin Almeida.  
ESTUDO DE VIABILIDADE DA ADESÃO DO METROFOR AO MERCADO LIVRE DE ENERGIA  
/ Maria Yasmin Almeida Sampaio. – 2018.  
66 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,  
Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Me. Lucas Silveira Melo.

Coorientação: Prof. Dr. Raimundo Furtado Sampaio.

1. Mercado Livre de Energia. 2. Viabilidade Econômica. 3. Procedimento de Adesão ao ACL. 4.  
Transporte Metroviário. I. Título.

CDD 621.3

---

MARIA YASMIN ALMEIDA SAMPAIO

ESTUDO DE VIABILIDADE DA ADESÃO DO METROFOR  
AO MERCADO LIVRE DE ENERGIA

Dissertação apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. MSc. Lucas Silveira Melo (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Raimundo Furtado Sampaio  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng.º Fellipe Saraiva Coutinho de Andrade  
METROFOR

*À Deus,  
Aos meus pais e irmão,  
Aos sinceros e eternos amigos.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me concedido o privilégio de vivenciar essa fantástica experiência que foram os anos da graduação, conservando até o aqui minha saúde física e parte da sanidade.

Aos meus pais, Cristina e Airton, por todo o esforço empenhado para que eu pudesse concluir meus estudos, fazendo sempre além do possível para me permitir aproveitar todas as oportunidades que surgiram. Também ao meu irmão Daniel e demais familiares, por todas as lembranças felizes, mesmo que só hoje eu veja a enorme importância desses momentos.

Ao meu namorado Lucas por todo o incentivo e carinho oferecidos nesta etapa final da graduação, me escutando e ajudando em todos os momentos de dificuldade, sempre com muita paciência e compreensão.

Aos meus eternos amigos da TELF, por todos os anos de convívio e as sinceras amizades. Em especial a Priscila e Amanda, por serem exatamente como são, e assim terem me proporcionado tantos momentos felizes.

Aos meus amigos do PET, pelos dois maravilhosos anos de convivência, com os quais adquiri conhecimentos que vão além das páginas dos livros e foram essenciais para compor meu caráter pessoal e profissional.

Aos demais sinceros amigos da faculdade, pelos momentos vividos nos corredores e salas do DEE, as noites viradas, horas de estudo e projetos concluídos.

Aos meus amigos “Strazileiros” pelo maravilhoso ano de intercâmbio, sendo como uma verdadeira família durante este período tão intenso da minha vida. Em especial a Amanda, Perry, Gui e Júlia, por todas as aventuras e risadas. Aussi à mes amis de l'INSA, pour la bonne réception et amitié, particulièrement a Paco et Afafe, la meilleur marraine qui je pourrais avoir.

Aos meus colegas de trabalho e amigos da GESIV, por todo conhecimento transmitido, os momentos de descontração e as lições e experiência repassadas durante os meses de estágio. Em especial ao meu chefe e amigo Felipe Saraiva por sua enorme paciência, dedicação e humildade ao repassar conhecimento sempre de forma clara e consciente, e pela confiança dedicada ao meu trabalho, com constantes incentivos e apoio.

Aos professores que acompanharam minha formação, por seus incontestáveis conhecimentos. Em especial os professores René, Luiz Henrique, Demercil, Fabrício, Sérgio Daher e Bismark, por todo o auxílio prestado durante as disciplinas, pela paciência diante das dúvidas e pela dedicação e esforço para garantir a compreensão da matéria.

Ao meu orientador, Lucas Melo, pelo auxílio prestado na elaboração deste trabalho, sempre bastante atencioso, sanando dúvidas e descrevendo todos os procedimentos necessários.

Aos técnicos e servidores do DEE por todo o trabalho desenvolvido para garantir o bom funcionamento do departamento, sem dúvida essenciais para a formação de inúmeros graduandos. Em especial a Adely, Emiliano, Mário Sérgio e Ernande.

Aos funcionários do RU pelo serviço prestado diariamente, essencial a formação de muitos alunos. Em especial a “Tia Nete” e Vanusa, pela amizade e infinita simpatia.

Por fim destaco mais uma vez o apoio e carinho incondicionais da minha mãe, que nunca me deixou desistir dos meus sonhos, enfrentando comigo todas as dificuldades que encontrei, e tantas outras que nunca cheguei sequer a saber. Foi o seu esforço que possibilitou todas as minhas conquistas, foi o seu exemplo de caráter que me ensinou a dar sempre o meu melhor, e é por você que eu continuarei progredindo, quero ser sempre seu motivo de orgulho. Devo tudo a você mãe.

*“São as nossas escolhas que revelam o  
que realmente somos, muito mais do que as  
nossas qualidades.”*

J. K. Rowling

*“O difícil não é simplesmente ganhar  
dinheiro, difícil é ganhá-lo fazendo algo que  
valha a pena dedicar a vida.”*

Carlos Ruiz Zafón

*“Há uma força motriz mais poderosa que o  
vapor, a eletricidade e a energia atômica  
A vontade.”*

Albert Einstein



## RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise de viabilidade da adesão da Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos (METROFOR) ao Mercado Livre de Energia (MLE). Inicialmente são descritas as duas formas de contratação de energia atualmente em vigor no Brasil, o Ambiente de Contratação Livre (ACL) e o Ambiente de Contratação Regulado (ACR), bem como os requisitos para participar de cada mercado, dando maior ênfase ao primeiro, visto que é o foco deste trabalho. Em seguida é feita uma apresentação do METROFOR, empresa administradora do sistema de transporte metroviário no estado do Ceará, com o detalhamento de seu sistema elétrico e modelo atual de contratação de energia, dando maior ênfase à linha Sul, única que atende aos requisitos para participar do ACL. Com as informações a respeito do sistema elétrico do METROFOR, são analisadas as simulações de faturamento no MLE realizadas por duas empresas comercializadoras de energia, a partir das quais infere-se a estimativa de economia proveniente da migração em diferentes momentos. Por fim, são discutidos os pontos mais relevantes no procedimento para a mudança de ambiente de contratação e os entraves burocráticos correspondentes, concluindo com a estimativa de uma programação para as próximas etapas do processo.

**Palavras-chave:** Mercado Livre de Energia, Viabilidade Econômica, Procedimento de Adesão ao ACL, Transporte Metroviário.

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis presents a feasibility analysis of the adhesion of Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos (METROFOR) to the Free Energy Market. Initially, the two contracted forms of energy currently existent in Brazil, the Free Contract Framework and the Regulated Contracting Framework are described, as well as the requirements to participate in each market, with more emphasis to the first, the focus of this work. METROFOR is therefore presented, the company manager of the subway transportation system in Ceará, detailing some characteristics of its electrical system and current model of energy contracting, giving more emphasis to the South line, which only meets the requirements to participate of the Free Energy Market. With the information about the METROFOR electrical system, we analyze the billing simulations carried out by two energy trading companies, from which we infer the estimated economy from the migration at different times. Finally, the most relevant points in the procedure for changing the contracting framework and others bureaucratic obstacles are discussed, concluding with an estimative of the next stages of the process.

**Keywords:** Free Energy Market, Economic Viability, Adherence Procedure to ACL, Subway Transport.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linhas do METROFOR (projeto completo).....	18
Figura 2 - SIN em 2017 .....	25
Figura 3 - Estrutura institucional do SEB.....	31
Figura 4 - Mapa das linhas metropolitanas do METROFOR.....	33
Figura 5 - Linha Cariri do METROFOR .....	35
Figura 6 - Metrô de Sobral: linhas Norte e Sul.....	36
Figura 7 - Modelo de composição dos trens elétricos TUE da linha Sul .....	38
Figura 8 - Diagrama Unifilar Simplificado do Sistema de Retificação.....	39
Figura 9 – Diagrama Unifilar da Catenária .....	40
Figura 10 - Previsão de preços da energia no ACL (COMERC).....	51
Figura 11 - Previsão Financeira para a UC 9007260-0 (Bandeira verde - 2019).....	52
Figura 12 - Previsão Financeira para a UC 9007916-7 (Bandeira verde - 2019).....	53
Figura 13 - Resultado do estudo de viabilidade COMERC (2019).....	54
Figura 14 - Previsão Financeira do ACL para a UC 9006406-2.....	55
Figura 15 – Resumo comparativo ACL x ACR (Prime Energy) .....	56
Figura 16 - Resultado do estudo de viabilidade Prime Energy .....	57
Figura 17- Quadro resumo do procedimento de adesão .....	60

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparativo de Consumo por Setor .....	43
Gráfico 2 - Consumo Total (kWh) - 2017 .....	43
Gráfico 3 – Pagamento por tarifa: Demanda x Consumo.....	43
Gráfico 4 - Pagamento Consumo por Cidade e Tarifa.....	44
Gráfico 5 - Pagamento Demanda por Cidade e Tarifa.....	44

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Informações das UCs com tarifa Convencional .....	41
Tabela 2 - Informações das UCs com tarifa Azul .....	41
Tabela 3 - Informações das UCs com tarifa Verde .....	42
Tabela 4 – Divisão do sistema elétrico do METROFOR no ACL.....	47
Tabela 5 – Investimentos relativos a adesão ao ACL .....	59

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulado
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CBTU	Companhia Brasileira de Trens Urbanos
CCEE	Comercialização de Energia Elétrica
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
CSPG	Concessionários de Serviço Público de Geração
MCP	Mercado de Curto Prazo
METROFOR	Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos
MLE	Mercado Livre de Energia
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PIEE	Produtor Independente de Energia Elétrica
PLD	Preço de Liquidação das Diferenças
PN	Passagens de Nível
RFFSA	Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima
SA	Subestações Auxiliares
SEB	Setor Elétrico Brasileiro
SIN	Sistema Interligado Nacional
SMF	Sistema de Medição de Faturamento
SSR	Subestações Retificadoras
TMF	Trem Metropolitano de Fortaleza
TUE	Trem Unidade Elétrico
TUSD	Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição
TUST	Tarifas de Uso do Sistema de Transmissão
UC	Unidade Consumidora
VLT	Veículo Leve sobre Trilhos

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO DO TRABALHO .....	17
1.1	<b>Introdução do Capítulo</b> .....	17
1.2	<b>Justificativa</b> .....	19
1.3	<b>Objetivos</b> .....	19
1.4	<b>Metodologia</b> .....	19
1.5	<b>Estrutura</b> .....	20
2.	O MERCADO LIVRE DE ENERGIA NO BRASIL.....	21
2.1	<b>Introdução do Capítulo</b> .....	21
2.2	<b>Ambiente de Contratação Regulado (ACR)</b> .....	21
2.3	<b>Ambiente de Contratação Livre (ACL)</b> .....	23
2.3.1	<b>Órgãos Reguladores</b> .....	23
2.3.1.1	<i>Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)</i> .....	23
2.3.1.2	<i>Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)</i> .....	24
2.3.1.3	<i>Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE)</i> .....	25
2.3.2	<b>Tipos de Energia Comercializada</b> .....	26
2.3.2.1	<i>Energia Convencional</i> .....	26
2.3.2.2	<i>Energia Especial</i> .....	27
2.3.3	<b>Agentes participantes do ACL (classificados pela CCEE)</b> .....	27
2.3.3.1	<i>Geradores</i> .....	27
2.3.3.2	<i>Distribuidores</i> .....	27
2.3.3.3	<i>Consumidores (Livres e Especiais)</i> .....	28
2.3.3.4	<i>Comercializadores</i> .....	29
2.3.4	<b>Procedimento de Adesão</b> .....	29
2.4	<b>Síntese e Considerações</b> .....	30
3.	METROFOR: ESTRUTURA E SISTEMA ELÉTRICO .....	32

<b>3.1</b>	<b>Introdução do Capítulo.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2</b>	<b>Sistema Elétrico do METROFOR .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.1</b>	<b><i>Fora Trecho – Administração e Manutenção .....</i></b>	<b>34</b>
<b>3.2.2</b>	<b><i>Linhas equipadas com VLT .....</i></b>	<b>34</b>
<b>3.2.2.1</b>	<b><i>Linha Cariri .....</i></b>	<b>34</b>
<b>3.2.2.2</b>	<b><i>Metrô de Sobral: Linhas Norte e Sul .....</i></b>	<b>35</b>
<b>3.2.2.3</b>	<b><i>Linha Oeste .....</i></b>	<b>37</b>
<b>3.2.3</b>	<b><i>Linhas equipadas com TUE.....</i></b>	<b>37</b>
<b>3.2.3.1</b>	<b><i>Linha Sul .....</i></b>	<b>37</b>
<b>3.3</b>	<b>Modelo atual de contratação de energia .....</b>	<b>40</b>
<b>3.4</b>	<b>Síntese e Considerações .....</b>	<b>43</b>
<b>4.</b>	<b>ESTUDO DE VIABILIDADE DA ADESÃO DO METROFOR AO MLE .....</b>	<b>45</b>
<b>4.1</b>	<b>Introdução do Capítulo.....</b>	<b>45</b>
<b>4.2</b>	<b>Base Tarifária Vigente no ACR – ENEL CEARÁ.....</b>	<b>45</b>
<b>4.3</b>	<b>Estudo de Caso METROFOR.....</b>	<b>47</b>
<b>4.3.1</b>	<b><i>Riscos e Investimentos.....</i></b>	<b>48</b>
<b>4.3.2</b>	<b><i>Custos Mensais no ACL.....</i></b>	<b>49</b>
<b>4.3.3</b>	<b><i>Análise das Consultoras .....</i></b>	<b>50</b>
<b>4.3.3.1</b>	<b><i>Estudo de Viabilidade: COMERC.....</i></b>	<b>51</b>
<b>4.3.3.2</b>	<b><i>Estudo de Viabilidade: Prime Energy.....</i></b>	<b>54</b>
<b>4.4</b>	<b>Síntese e Considerações .....</b>	<b>57</b>
<b>4.4.1</b>	<b><i>Payback Estimado .....</i></b>	<b>58</b>
<b>4.4.2</b>	<b><i>Processo de Licitação .....</i></b>	<b>59</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>61</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>64</b>



## 1. INTRODUÇÃO DO TRABALHO

### 1.1 Introdução do Capítulo

Diante da crescente demanda por energia elétrica em virtude do desenvolvimento do país, nos últimos anos as empresas brasileiras têm se mostrado cada vez mais preocupadas com consideráveis valores financeiros neste setor. Por esta razão, aumentou-se o interesse em implementar medidas para reduzir o consumo e as tarifas pagas pela compra de energia.

Uma grande contribuição para estes projetos foi a criação do Ambiente de Contratação Livre (ACL) de energia no Brasil, uma forma alternativa para compra de energia elétrica.<sup>1</sup> Neste mercado, o consumidor pode negociar a compra do contingente energético que planeja utilizar diretamente com os produtores de energia, possibilitando assim acordos entre gerador-cliente garantindo vantagens financeiras para ambos os lados (LORENZO, 2002).

De acordo com a legislação vigente, esse tipo de contratação é aberto apenas para grandes consumidores de média e alta tensão e com um limite mínimo de consumo mensal. Para os demais clientes, atendidos em baixa tensão ou pequenos consumidores, ainda se mantém a exclusividade do Ambiente de Contratação Regulado (ACR), no qual as tarifas são fixadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), restringindo-se a contratação unicamente dos serviços prestados pela distribuidora local, que incluem desde geração, transmissão, e distribuição de energia (CCEE, 2017d).

Além da citada possibilidade de negociação de valores e critérios contratuais, consequência da competitividade entre os inúmeros fornecedores, outro fator bastante atrativo é a melhor previsibilidade financeira possibilitada durante a vigência do contrato firmado, impedindo a flutuação de tarifas, como ocorre no mercado cativo (com a variação das bandeiras tarifárias, por exemplo) (ABRACEEL, 2017).

Partindo destes fatos, este trabalho foi elaborado no intuito de analisar a viabilidade financeira, técnica e política da adesão da Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos (METROFOR) ao Mercado Livre de Energia (MLE).

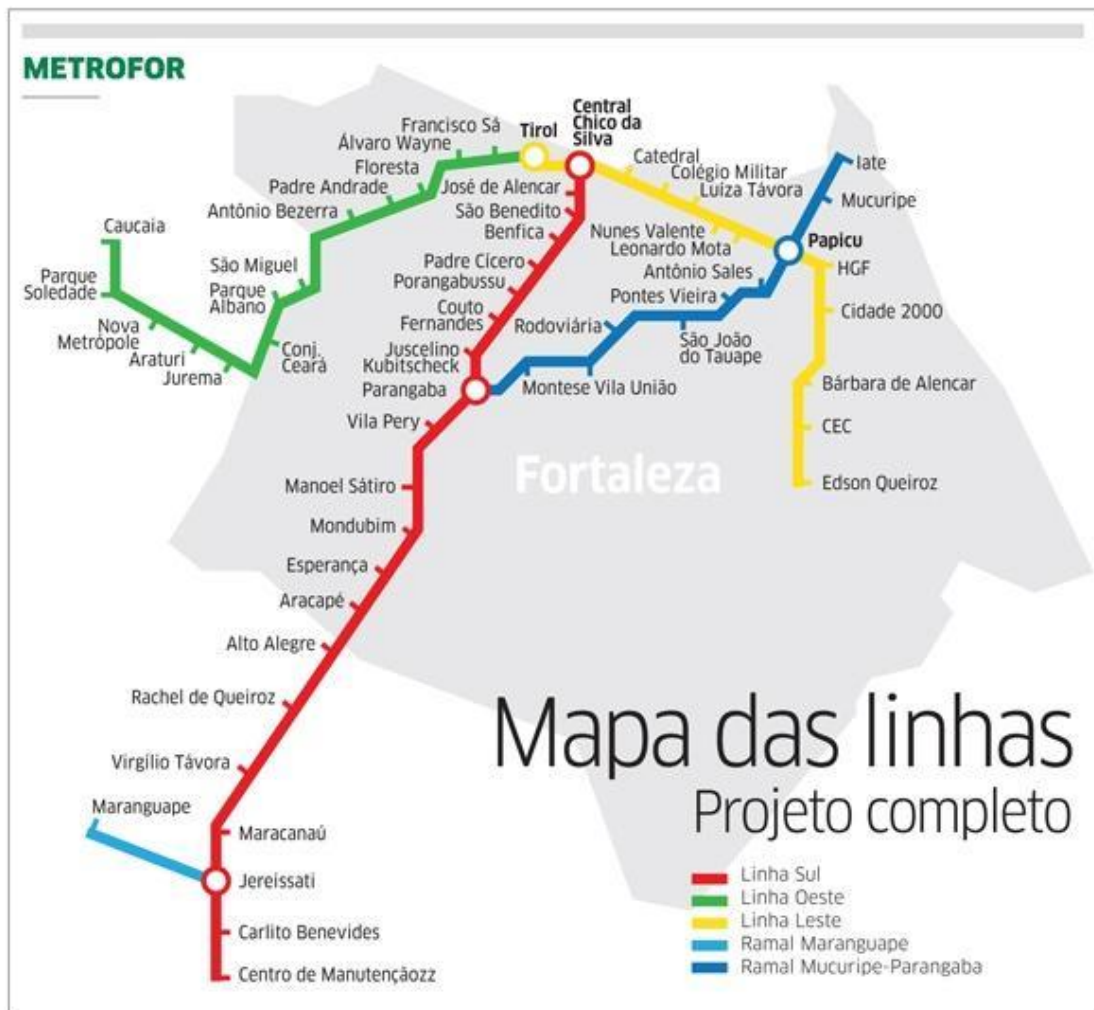
O METROFOR é responsável pelo transporte coletivo sobre trilhos no estado do Ceará, possuindo um sistema elétrico complexo, no qual além de prédios de uso administrativo, existem diversas estações distribuídas em seis linhas atualmente em circulação: Sul, Oeste, Parangaba - Mucuripe, Sobral (Norte e Sul) e Cariri, sendo as duas últimas no interior do estado.

---

<sup>1</sup> Lei Nº 9.074, de 7 de julho de 1995 e Lei Nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995 (Art. 2º inciso II)

Na Figura 1 é mostrado o sistema de Fortaleza, região metropolitana e cidades vizinhas, incluindo alguns trechos ainda em expansão (Linha Leste, Ramal Maranguape e Parangaba -Mucuripe).

Figura 1 - Linhas do METROFOR.



Fonte: (METROFOR, 2014)

O METROFOR possui um sistema elétrico complexo, sendo ao todo três Subestações Retificadoras (SSR) alimentadas pelo sistema de subtransmissão em 69 kV, 40 unidades operativas alimentadas em tensão primária de distribuição 13,8 kV e 30 unidades em tensão secundária de distribuição, 380/220 V. Sendo assim, mostra-se um cliente em potencial para o mercado livre de energia, o que suscitou o interesse da diretoria competente para a possibilidade de migração.

## 1.2 Justificativa

Tendo em vista que o complexo de Unidades Consumidoras (UCs) do METROFOR representam um percentual bastante significativo no panorama financeiro da companhia, criou-se um projeto de redução de custos para o setor energético da empresa. As primeiras medidas tomadas neste plano foram a correção de excedentes reativos (SARAIVA COUTINHO DE ANDRADE, 2017) e o ajuste de alguns valores de demanda contratada inapropriados.

No panorama atual deste projeto, cogitou-se a migração da companhia ou parte dela para o ACL. Durante as pesquisas realizadas acerca do tema, o mercado livre mostrou-se bastante atrativo, tendo em vista as diversas vantagens apresentadas por este tipo de contratação de energia.

Ao longo deste trabalho, serão discutidas algumas questões notáveis, como a possibilidade de agrupamento das UCs e os entraves burocráticos, e eventuais questões políticas, em virtude do METROFOR ser uma sociedade de economia mista, sobretudo pertencente ao Governo do Estado do Ceará.

## 1.3 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver uma das fases do projeto de redução de custos no setor energético do METROFOR, tendo como foco o estudo da viabilidade da migração da empresa para o ACL.

Dentre as adversidades deste trabalho, demanda-se especial atenção à necessidade de elaboração de um processo de licitação destinado a contratação de uma empresa comercializadora de energia, no caso de um resultado otimista para o estudo de viabilidade em questão.

## 1.4 Metodologia

Adotou-se a seguinte metodologia no desenvolvimento deste trabalho:

- a) Compilação dos dados referentes às contas de energia do ano de 2017 para todas as UCs do METROFOR;
- b) Busca de empresas comercializadoras de energia que prestem serviço de consultoria para adesão ao ACL;

- c) Analisar os dados e estimativas apresentados pelas empresas, para discussão interna e apresentação aos diretores competentes do setor;
- d) Colher orçamentos das empresas assessoras para compor o estudo de viabilidade de adesão;
- e) Organizar o processo de licitação para contratação da entidade responsável pelos serviços técnicos de consultoria, assessoria e gestão de energia elétrica no ACL;

## 1.5 Estrutura

Este trabalho está organizado em cinco capítulos, na seguinte disposição:

- a) O 1º Capítulo (INTRODUÇÃO) contém uma breve apresentação sobre o tema desenvolvido, junto a justificativa e os objetivos do trabalho, a metodologia utilizada durante sua elaboração e a estruturação dos capítulos;
- b) O 2º Capítulo (O MERCADO LIVRE DE ENERGIA NO BRASIL) descreve os dois ambientes de contratação de energia, apresentando as problemáticas do sistema atual e as vantagens e riscos da mudança proposta. Detalha-se também as normas que regem o ACL e a atuação dos órgãos de fiscalização dele competentes;
- c) O 3º Capítulo (METROFOR: ESTRUTURA E SISTEMA ELÉTRICO) contém uma breve apresentação do sistema elétrico do METROFOR, os pormenores do atual sistema de contratação de energia e o panorama estimado para tornar-se consumidor livre.
- d) O 4º Capítulo (ESTUDO DE VIABILIDADE DA ADESÃO DO METROFOR AO MLE) contém a apresentação dos estudos de viabilidade elaborados pelas comercializadoras de energia contatadas, com a estimativa dos investimentos necessários e o percentual de economia decorrente da migração. Também comenta-se acerca do processo de licitação obrigatório para compra de energia;
- e) O 5º Capítulo (CONCLUSÃO) expõe o resultado dos estudos realizados, com a síntese das informações colhidas durante o estudo e as consequentes decisões tomadas acerca do processo de migração do METROFOR ao ACL.

## **2. O MERCADO LIVRE DE ENERGIA NO BRASIL**

### **2.1 Introdução do Capítulo**

Na década de 70, em razão da progressiva escassez do petróleo, o cenário econômico internacional era de instabilidade, com juros elevados e flutuação de preços. No Brasil, esta crise resultou no aumento da dívida externa e dificuldade para negociações econômicas e comerciais. Tal fato refletiu sobre as concessionárias estatais de energia, forçadas a manter tarifas baixas como uma das medidas de controle da inflação (SILVA, 2017).

O aumento das dívidas e a falta de recursos para manutenção das distribuidoras levou o governo federal a estimular o processo de privatização do Setor Elétrico Brasileiro (SEB). Para isso, foram decretadas algumas alterações no código de leis que regem o SEB, incluindo na lei de Nº 9.074 de 1995 alguns dos fundamentos que caracterizam o atual ACL, como o de consumidor livre (PUC, 2010).

Foi nesse contexto que o MLE difundiu-se em âmbito nacional como uma alternativa ao tradicional ACR. As privatizações no setor elétrico, junto a difusão dos produtores independentes de energia, contribuíram significativamente para a aceitação do MLE como modelo atrativo ao mercado de fornecimento de energia, trazendo maior economia para os empreendimentos que migraram para esta categoria de consumidor.

No ano de 2004 houveram as últimas mudanças significativas no modelo econômico e administrativo do SEB, estipuladas através da Lei 10.848/04 e do Decreto Nº 5.163 de 30 de julho de 2004. Estas alterações permitiram que houvesse a manutenção de um sistema misto tal como existe hoje, no qual dadas certas condições é possível optar entre o mercado regulado ou o livre.

### **2.2 Ambiente de Contratação Regulado (ACR)**

Conforme introduzido na Introdução deste trabalho (1º Capítulo), existem duas formas de comercialização de energia. Este tópico tem por objetivo apresentar algumas características do ACR, que continua sendo a categoria mais comum de consumo de energia no Brasil, visto que é a única opção legal para consumidores de pequeno porte.

No ACR, o cliente realiza um contrato com a concessionária local de energia elétrica, sendo então fisicamente conectado à sua rede de distribuição. O consumo é então

contabilizado mensalmente, e o pagamento é faturado conforme tarifas fixas estipuladas pela ANEEL, incluindo também as taxas por iluminação pública e demais serviços prestados pela distribuidora competente, além dos encargos tributários (ANEEL, 2015a). Nesse tipo de contratação, o cliente deve atentar-se apenas para o pagamento da fatura ao final do mês, sendo a empresa distribuidora responsável por todo o processamento da energia até o ponto de ligação de cada consumidor, arcando também com as responsabilidades cabíveis, como ressarcimento de eletrodomésticos em caso de danos ocasionados por falhas elétricas em seu sistema.<sup>2</sup>

A ANEEL estabelece na Resolução Normativa N° 414 que as distribuidoras devem escolher um período de três horas consecutivas para classificar como horário de ponta, apenas em dias úteis. A ENEL Distribuição, atual concessionária de distribuição de energia elétrica do estado do Ceará, assume seu horário de ponta como o período entre 17:30h e 20:30h nos dias úteis. Os demais horários dos dias úteis, fins de semana e feriados em sua totalidade, são classificados como horários fora de ponta.

Mesmo tratando-se clientes de grande porte, conectados em média ou alta tensão, as taxas de compra de energia são fixas, sem possibilidade de negociação ou acordos. Nestes casos, ainda existem duas opções de modalidades tarifárias com variação horária e sazonal (Azul e Verde), com as seguintes características:<sup>3</sup> (ANEEL, 2012).

- a) Tarifa horo-sazonal Verde, aplicam-se duas tarifas aos valores de consumo de energia (kWh), uma para o horário de ponta e outra para o horário fora de ponta, variando de acordo com a periodicidade das chuvas, variando entre período úmido e período seco. Quanto à demanda (kW), a tarifa é a mesma durante as 24 horas do dia;
- b) Tarifa horo-sazonal Azul, a tarifação do consumo é idêntica à modalidade Verde. Já para a demanda de potência contratada de energia, as tarifas horárias são distintas, uma para aquela registrada no período de ponta e outra para o período fora de ponta, de forma similar ao consumo.

Esse sistema horo-sazonal não apresenta nenhuma vantagem para sistemas elétricos de cargas móveis, como trens de tração elétrica, visto que não há possibilidade de alterar a curva de carga do seu sistema. Não é viável reduzir a quantidade de trens circulando durante o horário de pico, tampouco desligar uma parte do sistema. Portanto, esta modalidade representa um custo adicional às empresas de transporte que utilizam como principal insumo a eletricidade.

---

<sup>2</sup> Para mais detalhes consultar: Resolução Normativa N° 414, de 9 de setembro de 2010

<sup>3</sup> Para mais detalhes consultar: Resolução Normativa N° 479, de 3 de abril de 2012

## 2.3 Ambiente de Contratação Livre (ACL)

Desde a última década, visando uma maior economia no setor elétrico, cada vez mais empresas vêm aderindo ao ACL. Neste, os consumidores têm a oportunidade de negociar tarifas de compra de energia, através de contratos com duração variável, normalmente em torno de 3 a 5 anos, o que assegura uma melhor previsibilidade de gastos neste período.

Mesmo diante de algumas ocorrências de instabilidade no setor elétrico, principalmente pela escassez de chuvas, o mercado livre mostra-se constantemente vantajoso. Segundo pesquisa realizada pela ABRACEEL, o ACL apresenta uma economia média de 18% em relação ao mercado cativo, contabilizada desde 2003 (ABRACEEL, 2017).

### 2.3.1 Órgãos Reguladores

A administração, manutenção e acompanhamento técnico do mercado assim como a fiscalização do cumprimento das normas e contratos, tanto no ACR como no ACL, são responsabilidade da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), ambos regulados pela ANEEL. A função específica de cada órgão será resumida nos itens que seguem.

#### 2.3.1.1 Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)

A ANEEL é uma autarquia de regimento especial, ou seja, tem como função fiscalizar e regulamentar todas atividades do SEB, assim como as empresas que nele atuam. É a unidade máxima reguladora do setor elétrico nacional, contando com a atuação de órgãos a ela subordinados, destacando-se o ONS e a CCEE (ANEEL, 2018b).

Utilizando-se de dados de produção e utilização de energia coletados pelos demais órgãos competentes do SEB, a ANEEL é responsável por estabelecer as tarifas comerciais de energia para as distribuidoras do mercado regulado em todo o país. A seguir tem-se outras atividades desempenhadas pela reguladora (ANEEL, 2018a):

- a) Regular os processos de energia elétrica (geração, transmissão, distribuição e comercialização);
- b) Fiscalizar as concessões, as permissões e os serviços de energia elétrica;

- c) Implementar as políticas e diretrizes do governo federal relativas à exploração da energia elétrica e ao aproveitamento dos potenciais hidráulicos;
- d) Estabelecer as tarifas aplicadas sobre a energia no ACR para cada distribuidora de forma individual;
- e) Dirimir possíveis divergências entre os agentes e os consumidores;
- f) Promover as atividades de outorgas de concessão, permissão e autorização de empreendimentos e serviços de energia elétrica, delegado pelo Governo Federal.

No que se refere à sua atuação no setor de comercialização de energia, segundo o Decreto Nº 5.163 de 30 de Julho de 2004, a ANEEL é responsável por estabelecer as regras e procedimentos regulatórios dos mercados ACR e ACL.

### *2.3.1.2 Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)*

O Operador Nacional do Sistema Elétrico é um órgão sem fins lucrativos responsável pelo controle dos sistemas de geração e transmissão de energia elétrica do SEB, de forma a garantir a qualidade e continuidade do suprimento de energia às concessionárias de distribuição.

Dentre suas atividades, inclui-se a realização de estudos e implementação de medidas com o objetivo de aprimorar o sistema elétrico como um todo. Os principais objetivos do ONS são: (ONS, 2018)

- a) Buscar continuamente a otimização da operação do sistema eletroenergético, objetivando sempre o menor custo para o sistema, e seguindo as normas estabelecidas nos Procedimentos de Rede aprovados pela Aneel;
- b) Garantir o acesso à rede de transmissão de forma igualitária a todos os agentes do setor elétrico;
- c) Contribuir para a expansão do SIN, sempre de forma a demandar o menor investimento possível e garantir melhores condições operacionais futuras.

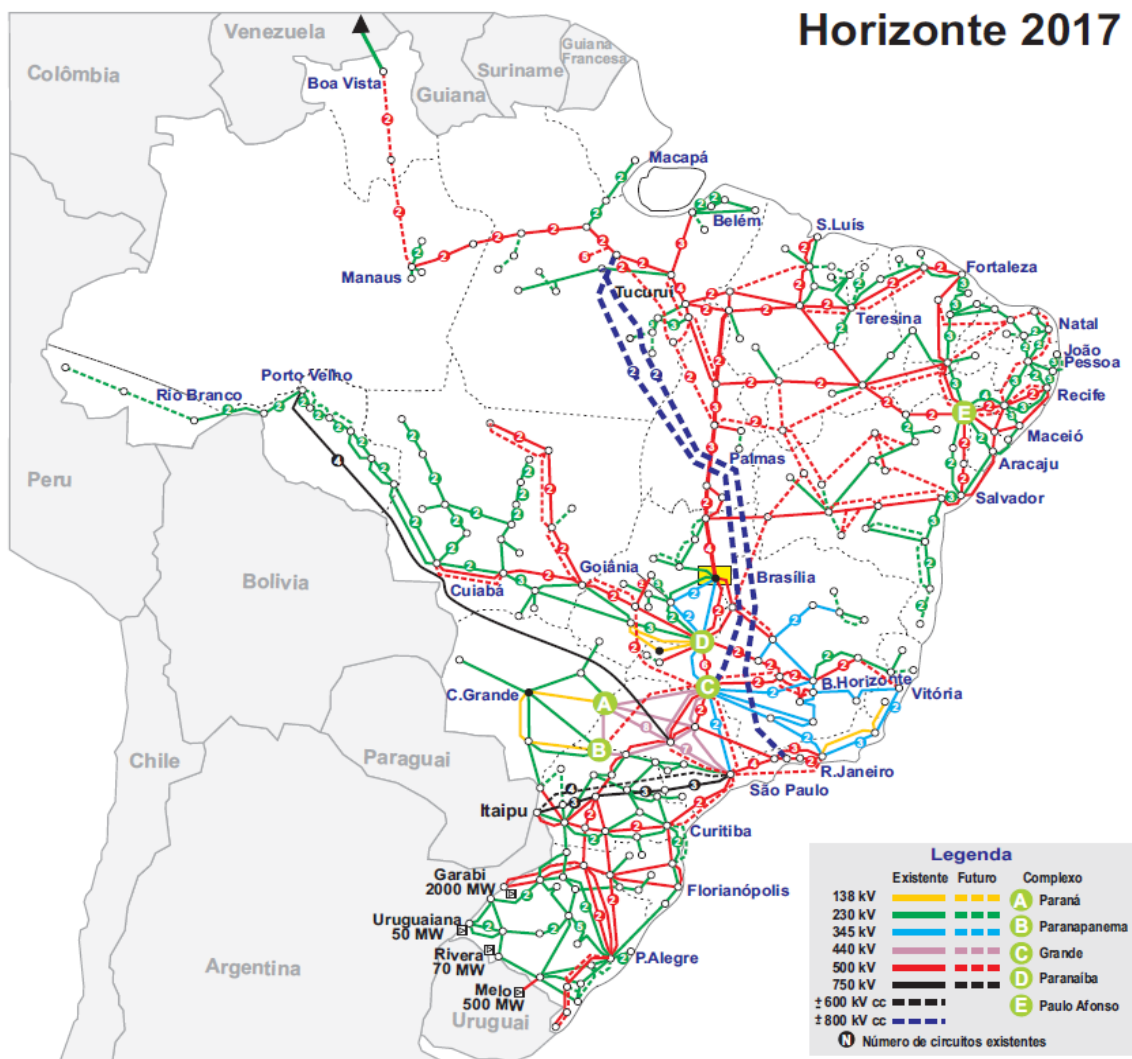
O ONS é responsável pela operação do Sistema Interligado Nacional (SIN), sendo este a conexão dos sistemas de geração e transmissão de energia elétrica em de todo o país. A matriz energética brasileira é predominantemente hidrelétrica, com uma significativa parcela de usinas térmicas que garantem segurança de fornecimento de energia ao SIN, dada a sazonalidade das chuvas no Brasil (ONS, 2018).

A interconexão desses sistemas, sob o controle do ONS, garantem uniformidade no



suprimento de energia em todo o território nacional, vital em um país com dimensões continentais como o Brasil. Com isso, mesmo que algumas regiões enfrentem problemas de geração energética, as demais usinas poderão suprir a demanda local, através do sistema de transmissão interligado. Na Figura 2 é mostrado o sistema de transmissão de energia elétrica que atualmente compõe o SIN.

Figura 2 - SIN em 2017



Fonte: (ONS, 2017)

### 2.3.1.3 Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE)

A CCEE é a instituição que rege todas os setores do sistema de comercialização de energia elétrica no Brasil, tanto no ACR como no ACL, sendo a principal responsável pela fiscalização dos contratos e leilões de energia, sob delegação da ANEEL (CCEE, 2018e).

Outra função da CCEE é o monitoramento periódico dos montantes de energia produzida e consumida no país, cuja diferença deve ser liquidada no Mercado de Curto Prazo (MCP). A quitação é feita com base em valores de custo marginal, obtidos através de dados apurados pela ONS e repassados à CCEE, que deve estabelecer então o Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) e os demais detalhes relativos aos diferentes setores do mercado (CCEE, 2018c).

Todas as empresas que atuam no setor energético têm obrigação legal de associar-se à CCEE, sendo elas geradoras, distribuidoras, comercializadoras, importadoras e exportadoras de energia, e os consumidores livres e especiais do ACL. Os associados devem participar de discussões e fóruns promovidos pela CCEE, com o intuito de aperfeiçoar o mercado e manter uma boa comunicação entre os membros (CCEE, 2018d).

Em caso de descumprimento das normas vigentes por algum dos agentes membros da CCEE, é dever desta investigar os acontecimentos e aplicar as penalidades cabíveis, mantendo estas informações acessíveis aos demais associados, através da sua página da internet. É portanto a principal responsável pelo bom funcionamento do sistema e a confiabilidade do mercado brasileiro (CCEE, 2018a).

### ***2.3.2 Tipos de Energia Comercializada***

O termo “tipo” de energia neste caso refere-se à classificação de sua fonte, havendo duas categorias oficiais (consideração regulatória) que separam os geradores de acordo com sua capacidade produtiva e origem da energia, se renovável ou não.

#### ***2.3.2.1 Energia Convencional***

As grandes centrais hidrelétricas e usinas termelétricas que possuam potência instalada acima de 30MW são incluídas na categoria “Energia Convencional”. Estas têm um custo de produção mais baixo, devido à grande dimensão da fonte, podendo assim comercializar energia a valores comercialmente mais atrativos.

### *2.3.2.2 Energia Especial*

As pequenas geradoras de energia renovável de origens diversas, como eólica, solar, geotérmica e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), e com potência instalada inferior ou igual a 30 MW participam da categoria “Energia Especial ou Incentivada” (ANEEL, [S.d.]).

Por possuírem um preço de produção mais alto, estes produtores levam desvantagem em um sistema de concorrência livre. Dada essa desvantagem, o governo estabeleceu que aqueles consumidores que adquirissem energia destas fontes receberiam um desconto entre 50% e 100% nas Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) e Transmissão (TUST), de forma a incentivar o desenvolvimento das fontes renováveis no país (CCEE, 2014).

### *2.3.3 Agentes participantes do ACL (classificados pela CCEE)*

Tratando-se da comercialização de energia no ACL, é obrigatória a participação na CCEE de todas as entidades envolvidas no mercado, independentemente de sua finalidade. Estas empresas são portanto agentes da CCEE, classificados de acordo com sua atuação como: produtor independente, comercializadora, consumidor livre ou consumidor especial.

#### *2.3.3.1 Geradores*

Os Agentes Geradores são os que detém a produção de energia, podendo vendê-la tanto no ACR quanto no ACL. Enquadram-se nesta categoria os Concessionários de Serviço Público de Geração (CSPG), administrador de fontes produtoras via concessão pública, o Produtor Independente de Energia Elétrica (PIEE), de iniciativa particular, e o Autoprodutor, que gera energia para uso próprio, mas pode comercializar o excedente, caso seja concedida uma autorização por parte da ANEEL (CCEE, 2017c).

#### *2.3.3.2 Distribuidores*

As concessionárias locais são agentes no setor de Distribuição, com participação limitada ao ACR, no qual adquirem energia através de leilões exclusivos, sob concessão da ANEEL. É função destas empresas também arcar com os serviços físicos de fornecimento elétrico, controlando as linhas de distribuição de sua região. No caso do ACL, para que o

consumidor receba energia do gerador escolhido, deve haver um contrato também com a distribuidora, como uma espécie de “aluguel” do sistema de transporte de energia. Esta peculiaridade de contratação será detalhada em um tópico seguinte (CCEE, 2017b).

### 2.3.3.3 *Consumidores (Livres e Especiais)*

Os consumidores que decidirem e puderem aderir ao ACL são classificados de acordo com seu nível de potência demandada. Aqueles que possuem solicitação de demanda elétrica acima de 500 kW (mínimo permitido para aderir ao ACL) mas inferior a 3000 kW são inseridos no grupo de Consumidor Especial (CCEE, 2006).

As UCs que ultrapassam os 3000kW demandados isoladamente são classificadas como consumidores Livres. Há ainda uma exigência de que a tensão de entrega mínima seja 69kV para os consumidores conectados ao sistema antes do ano de 1995, que foi ignorada após esse ano, visto que é uma obrigatoriedade técnica para um transporte de potência tão elevado, por isso este ponto foi desconsiderado nos últimos anos.

O consumidor Livre, como o nome sugere, tem total liberdade em seu processo de contratação, podendo negociar com empresas comercializadoras ou geradoras de energia que mais lhe forem vantajosas, sem empecilhos jurídicos.

Já para os consumidores Especiais, existem certos critérios, estabelecidos na Resolução Normativa Nº 247 da ANEEL, que devem ser seguidos para o contrato de energia. Estes só podem comprar energia fornecida por fontes incentivadas de origem limpa (eólica, PCHs, biomassa ou solar), que possuem um custo mais elevado. Esta obrigatoriedade funciona como um incentivo aos pequenos produtores, que não teriam condições de concorrer com os preços das demais geradoras no livre mercado.

Apesar de adquirir energia por um preço mais elevado, os consumidores que contratarem energia incentivada recebem um desconto entre 50% e 100% nas tarifas de transporte de energia (TUSD e TUST). Estas taxas são pagas à distribuidora contratada, como citado anteriormente, e são ajustadas via contrato, sob regulação da CCEE e ANEEL (ANEEL, 2006).

Uma estratégia interessante aplicável à categoria de consumidor especial é a possibilidade de realizar uma “comunhão de cargas”, que consiste no agrupamento de diversas UCs como cliente único, desde que a soma total das demandas atinja os 500 kW mínimos exigidos para migração. Esta operação apenas é permitida se todas as unidades possuírem

mesmo Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) ou sejam fisicamente conectados, sem passagem de via pública entre eles, como ocorre por exemplo em condomínios residenciais.

Para clientes especiais com cargas comungadas valem os mesmos direitos e deveres daqueles de unidade única, visto que existe um único contrato de compra de energia, centrado no CNPJ responsável pela rede de clientes. A quitação das taxas de transporte (TUST e TUSD) acontece da mesma forma, em contrato unificado com a distribuidora local.

#### *2.3.3.4 Comercializadores*

Existem também uma categoria destinada aquelas empresas que ocupam-se apenas da comercialização de energia elétrica. A compra dessa energia deve ser feita através dos leilões do ACL, utilizando-se de contratos bilaterais, ou seja, ambos os negociantes devem propor cláusulas e especificações. Com um suposto “banco de energia”, estas empresas negociam a venda principalmente com os consumidores do ACL (livres e especiais), mas também com outros agentes do mercado, inclusive distribuidoras integradas ao ACR (CCEE, 2017a).

Destaca-se também os agentes de importação e exportação de energia elétrica, os únicos autorizados pelo Poder Concedente a realizar este tipo de operação comercial. A relação de compra e venda internacional é feita normalmente com países vizinhos, dada a proximidade geográfica de algumas usinas. Como exemplo, destaca-se o caso de Itaipu Binacional, pertencente a Brasil e Paraguai; o segundo não consome todo os 50% da energia produzida que a ele pertence, sendo o resultante exportado para o Brasil.

#### ***2.3.4 Procedimento de Adesão***

Para aqueles consumidores que desejem migrar para o ACL, o primeiro aspecto a ser considerado é se ele possui os requisitos técnicos mínimos para ingressar no mercado, ou seja, demanda energética acima de 500 kW para a categoria especial e 3000 kW para a livre. Avalia-se também a possibilidade de unificação das cargas para adesão como consumidor especial.

Caso os requisitos básicos sejam atendidos, cabe então uma análise de viabilidade financeira para o consumidor. Neste ponto, deve-se considerar as vantagens e inconvenientes do contrato vigente com a distribuidora local e realizar um estudo comparativo entre os valores pagos no ACR e uma estimativa dos custos no ACL, considerando o mesmo perfil de consumo.

Para uma análise igualitária dos mercados, deve-se considerar inicialmente apenas os custos fixos mensais de cada ambiente, realizando um comparativo para as variações sazonais de bandeira tarifária. Os demais investimentos necessários para migração ao ACL devem ser considerados de forma a estimar um prazo de *payback*, que é um tempo estimado para que o investimento comece a gerar retorno financeiro.

Uma vez que a análise financeira apresente vantagens para o consumidor e o mesmo opte pela migração, é necessário informar esta decisão à distribuidora local, por meio de uma carta oficial de denúncia do contrato.

Feito isso, cabe então ao consumidor realizar a compra de sua energia no ACL, seja por meio de contrato direto do gerador ou de uma empresa comercializadora. A compra pode ser feita nos diversos leilões de energia organizados pela CCEE, e as cláusulas contratuais são de livre negociação dos envolvidos, devendo apenas passar pela fiscalização dos órgãos competentes.

Simultaneamente, é necessário realizar a adequação do Sistema de Medição de Faturamento (SMF) ao modelo exigido para o ACL. Este deve possuir múltiplas entradas permitindo paralelamente a conexão da distribuidora, do gerador e da CCEE, para que assim cada um possa realizar a aquisição dos dados de consumo. É neste painel onde é contabilizada a energia consumida, usada para tarifação da distribuidora (uso do sistema) e para a liquidação das diferenças no MCP.

Com o SMF adequado e a minuta do contrato estabelecida, o consumidor deve então contatar a CCEE para realizar o procedimento de adesão. Neste momento, o contrato será revisado e contabilizado no sistema da CCEE, e o consumidor passa então a participar oficialmente do ACL, devendo arcar com todas as obrigações legais perante a CCEE e o contratado, e conservando seus direitos resguardados.

## **2.4 Síntese e Considerações**

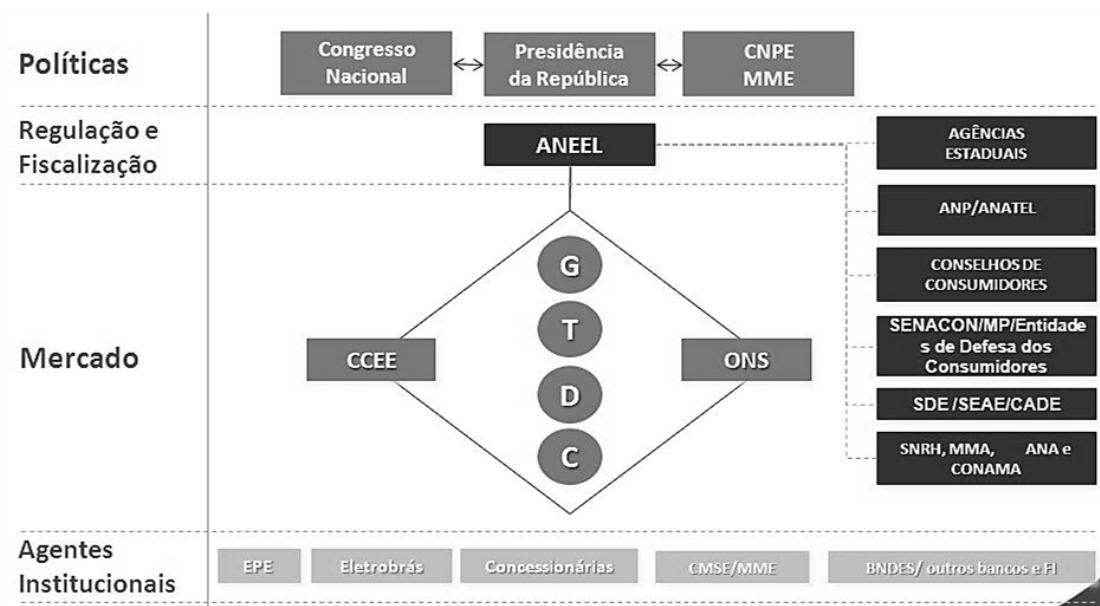
Neste Capítulo apresentou-se as principais características de cada ambiente de contratação de energia. Infere-se com isso as distintas atividades do consumidor em cada mercado, sendo responsável por administrar diversos aspectos da contratação de energia no ACL em contrapartida ao ACR, no qual porta-se de forma mais passiva.

Quanto a estrutura organizacional do SEB, viu-se que existem diversos órgãos reguladores, sendo aqui detalhados apenas aqueles de maior atuação no ACL. De forma a proporcionar um maior entendimento desse assunto, é mostrado na Figura 3 uma síntese da

organização dos órgãos reguladores do setor elétrico. Para facilitar a compreensão da figura, seguem algumas explicações acerca de alguns elementos (ANEEL, 2014b):

- No diagrama da imagem, a soberania de decisões é decrescente de cima para baixo, sendo os decretos de autoridades políticas superiores aos órgãos de regulação, e assim sucessivamente;
- Os órgãos listados a direita são associados à ANEEL, com o objetivo de prestar auxílio nas fiscalizações do setor, estando portanto no mesmo patamar de autoridade perante o Mercado e Agentes Institucionais;
- As letras G, T, D, e C referem-se respectivamente à geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia;

Figura 3 - Estrutura institucional do SEB



Fonte: (ANEEL, 2014b)

Com base nas informações aqui apresentadas, é possível compreender as formas de comercialização de energia e o funcionamento básico do SEB. Agora, para compreender a situação do METROFOR como consumidor diante deste cenário institucional, é necessário conhecer os detalhes acerca de seu funcionamento e organização setorial, que são apresentados no próximo Capítulo.

### **3. METROFOR: ESTRUTURA E SISTEMA ELÉTRICO**

#### **3.1 Introdução do Capítulo**

Embora as linhas férreas de longas distâncias tenham surgido no território cearense em meados do anos 1800, o sistema ferroviário de característica urbana com enfoque no transporte de pessoas semelhante ao atual, teve início apenas em 1987 (METROFOR, 2017b).

Em seu período inicial, o transporte ferroviário da região metropolitana da cidade de Fortaleza era administrado pelo consórcio chamado Trem Metropolitano de Fortaleza (TMF), uma associação entre a Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima (RFFSA), a Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU) e o Governo do Estado do Ceará (LIMA e PEREIRA, 2007).

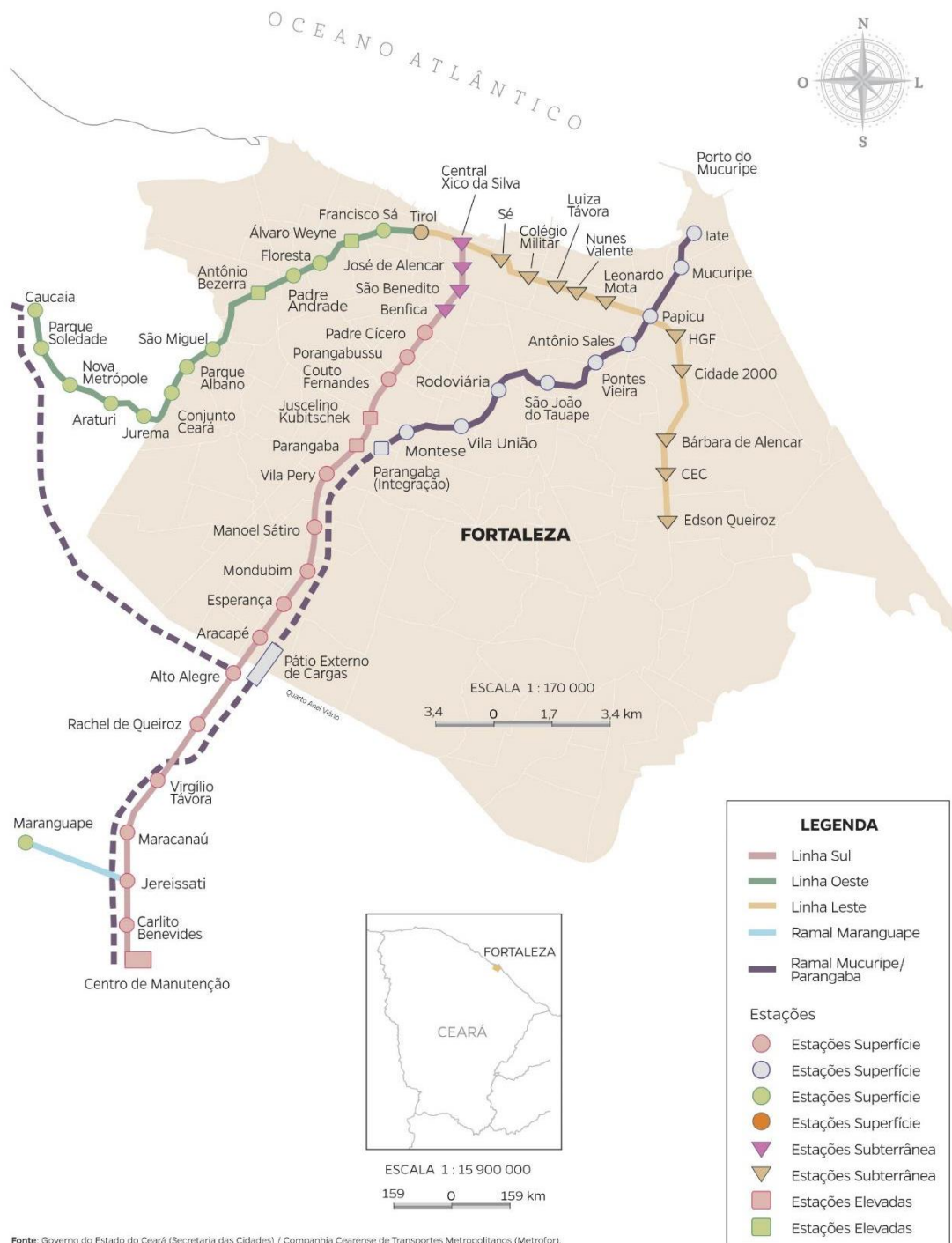
Com o vencimento do consórcio TMF em 1997, a gestão do transporte urbano passou a ser responsabilidade exclusiva do governo estadual. Com a mudança de gestão, implantou-se também uma reforma no setor, visando a modernização do sistema para características metroviárias. Criou-se então a atual Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos (METROFOR), uma sociedade de economia mista e capital aberto, cujo proprietário maior é ainda hoje o Governo do Estado do Ceará.

A modernização dos trens foi acompanhada de um projeto para implantação de novas linhas, interligando Fortaleza, região metropolitana e algumas cidades do interior. As primeiras reestruturadas ao novo sistema foram as linhas Norte e Oeste, originadas de antigas estradas férreas no interior do estado, e compostas por trens do tipo Veículo Leve sobre Trilhos (VLT).

Além da reforma das antigas linhas, o projeto tinha como objetivo implantar o sistema metroviário dentro e entorno da capital, prevendo então a criação de três grandes linhas: Sul, Leste e Parangaba – Mucuripe, e um pequeno ramal para a cidade de Maranguape, cujo mapa da estruturação das linhas vigentes até a presente data é mostrado na Figura 4.



Figura 4 - Mapa das linhas metropolitanas do METROFOR



Fonte: (POVO, 2017)

Do novo projeto, a linha Sul é a única atualmente operando em sua extensão total, restando apenas a estação Padre Cícero a ser concluída. A linha Parangaba – Mucuripe está com as obras ainda em execução, atualmente com trens circulando entre as estações Parangaba e Pontes Vieira. A linha Leste está com obras paradas por escassez de recursos financeiros, dada

a complexidade do projeto do sistema inteiramente subterrâneo. Ainda não há previsão para início das obras do ramal Maranguape.

## **3.2 Sistema Elétrico do METROFOR**

O sistema elétrico do METROFOR será apresentado em duas partes: as linhas que possuem trens do tipo VLT e a linha Sul, única equipada com Trem Unidade Elétrico (TUE), alimentados em tensão contínua. Essa divisão é justificada pela disparidade de dimensão entre os sistemas, visto que o segundo necessita de uma rede elétrica exclusiva para alimentação dos trens.

### ***3.2.1 Fora Trecho – Administração e Manutenção***

São ao todo 13 UCs que incluem vários prédios administrativos e três pátios de manutenção, um para cada cidade. Ambos são responsáveis por cerca de 15% dos gastos do METROFOR com o setor de energia elétrica, o que poderia ser reduzido com a implantação de um projeto de eficiência energética, mas isso não está no escopo deste trabalho, deixando como sugestão para trabalhos futuros.

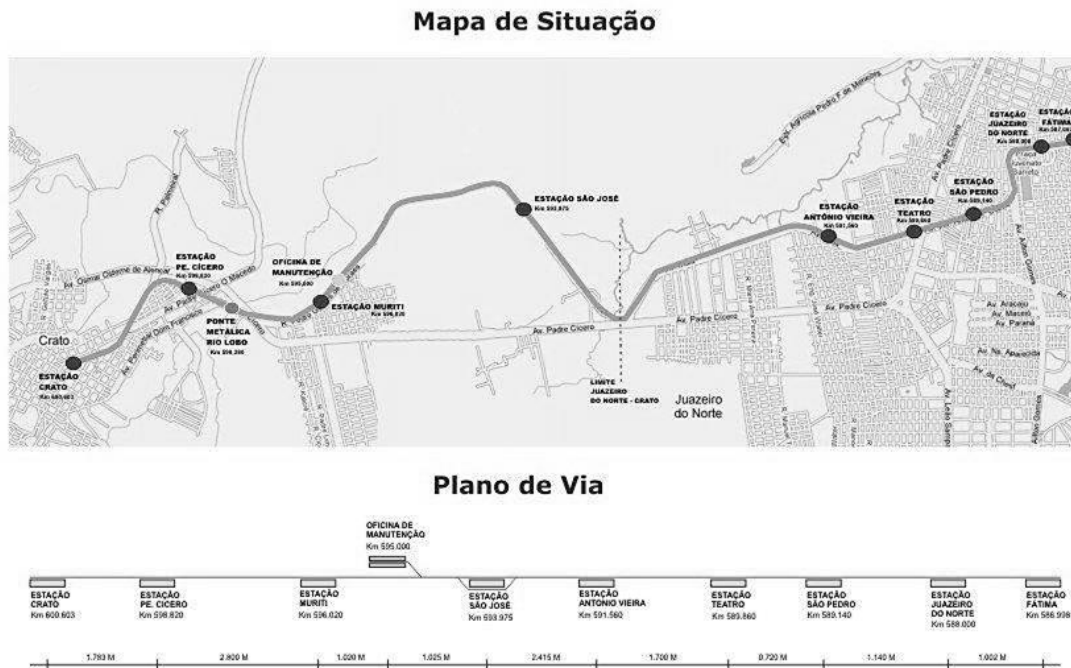
### ***3.2.2 Linhas equipadas com VLT***

Os VLTs utilizam diesel como combustível, portanto nas linhas equipadas com este tipo de trem, o sistema elétrico atende apenas as estações e edifícios sede do METROFOR nas cidades abrangidas pelas linhas.

#### ***3.2.2.1 Linha Cariri***

A linha Cariri conecta os municípios de Crato e Juazeiro do Norte, no interior do Estado do Ceará. Existem nove estações ao longo da linha de 13,6 km de extensão, como representado na Figura 5. A linha transporta cerca de 1300 pessoas por dia, com intervalo de espera dos trens variando entre 45 e 90 minutos durante seu horário de funcionamento (METROFOR, 2017d).

Figura 5 - Linha Cariri do METROFOR



Fonte: (CAVALCANTI, 2009)

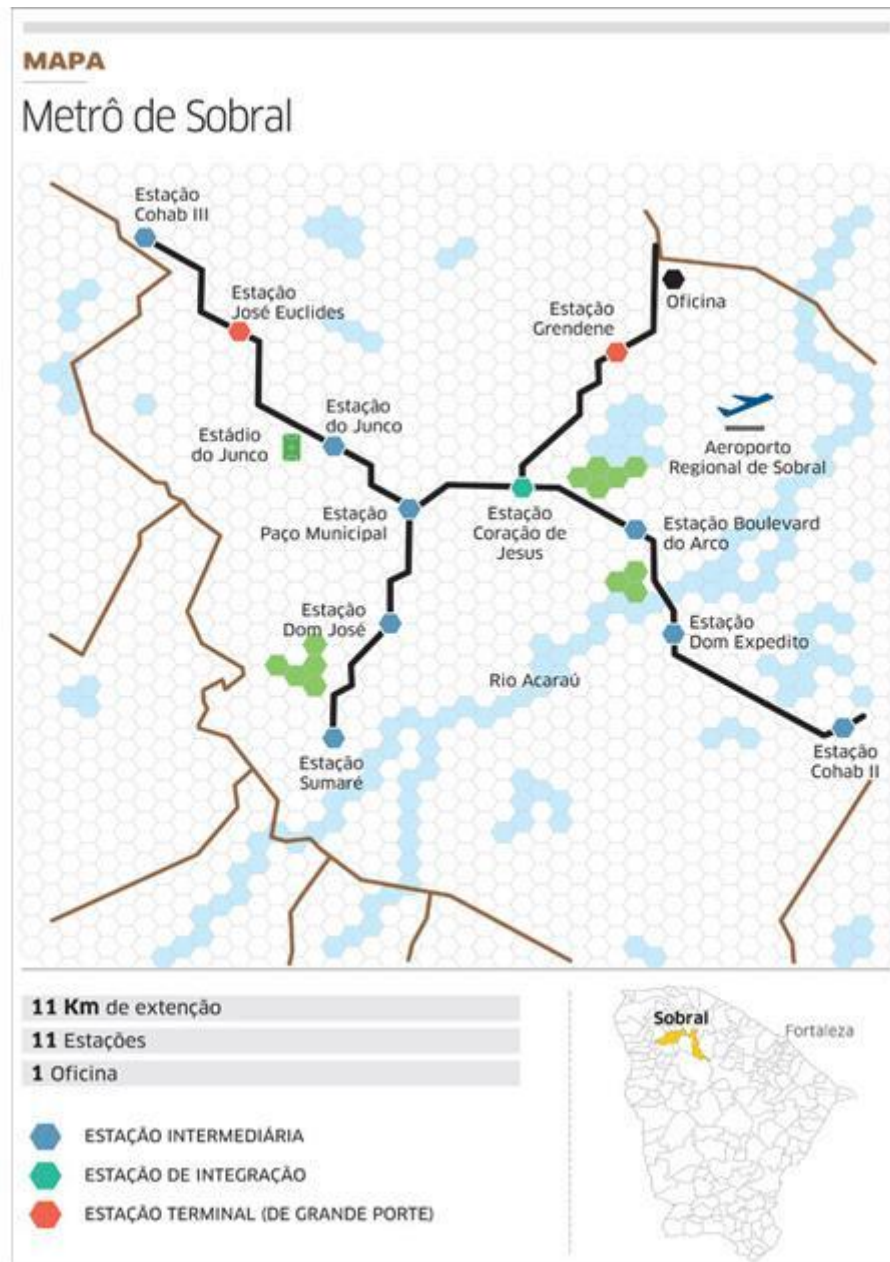
O sistema elétrico do metrô do Cariri é composto por uma subestação de 13,8 kV (S.E. Cariri) e 19 UCs alimentadas em tensão secundária 380/220V, em que distingue-se estações e Passagens de Nível (PN), as cancelas de bloqueio para os cruzamentos do trilho com vias rodoviárias.

Trata-se de um sistema simples, abastecido majoritariamente em tensão secundárias, cujas cargas são em sua maioria iluminação com uma pequena parcela de refrigeração e computadores. Seu consumo energético é portanto pouco significativo no panorama do METROFOR, representando aproximadamente 1% dos gastos anuais da empresa com o setor elétrico (excluindo-se o Fora Trecho).

### 3.2.2.2 Metrô de Sobral: Linhas Norte e Sul

O metrô de Sobral possui duas linhas em operação, Norte e Sul, ambas possuindo forma de parábola com uma integração central, conectando assim os quatro extremos da cidade, como visto na Figura 6. A estação central Coração de Jesus conecta a linha Norte, composta por mais seis estações ao longo de 6,7 km de extensão, e a linha Sul, com 7,2 km e mais quatro estações exclusivas. Ambas transportam diariamente cerca de 1500 pessoas (METROFOR, 2017c).

Figura 6 - Metrô de Sobral: linhas Norte e Sul



Fonte: (“VLT de Sobral já está com 95% das obras concluídas”, 2012)

Trata-se de um sistema elétrico tão simples quanto o do Cariri, abastecido majoritariamente em tensão secundárias (exceto o Pátio de Manutenção), cujas cargas também são em sua maioria iluminação. Seu consumo energético é um pouco maior, representando cerca de 3% dos gastos anuais do METROFOR com o setor elétrico (excluindo-se o Fora Trecho). São no total 20 UCs alimentadas em tensão secundária 380/220V, entre as quais distingue-se estações e PNs, assim como no sistema Cariri.

### 3.2.2.3 Linha Oeste

Trata-se da linha metroviária mais antiga ainda em funcionamento na capital. A linha Oeste conecta a estação central de Fortaleza (João Felipe) ao município de Caucaia, com 10 estações ao longo de 19,6km de extensão, transportando cerca de 6500 passageiros por dia, apesar do longo tempo de espera de 45 minutos. [1]

Assim como as demais linhas com VLT, possui um sistema elétrico simples, exclusivamente em tensão secundária 380/220V. São um total de 19 UCs, entre estações e PNs, que representam 2% dos gastos anuais do METROFOR com o setor elétrico (excluindo-se o Fora Trecho).

### 3.2.3 Linhas equipadas com TUE

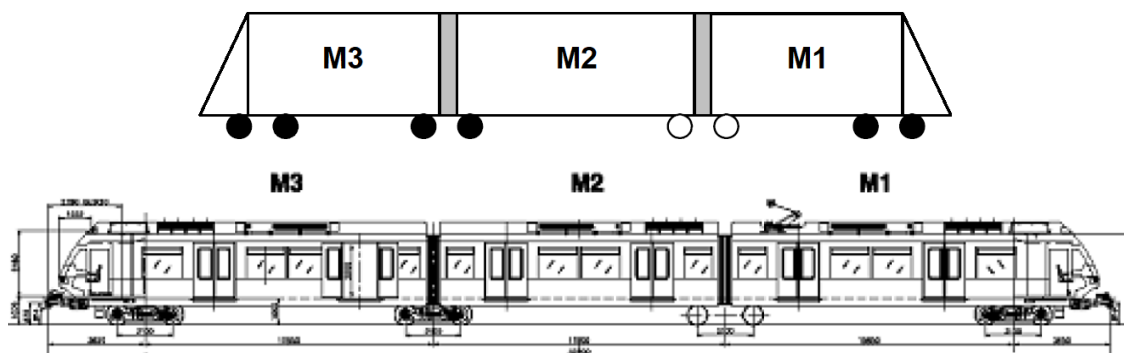
A linha Sul é a única atualmente em funcionamento que possui trens do tipo TUE, visto que o projeto da sua similar Linha Leste ainda está em execução. Este sistema diferencia-se do anterior por seus trens serem movidos a tração elétrica, necessitando de uma alimentação em tensão contínua a 3 kVcc, obtidos através da redução e retificação da tensão alternada de transmissão em 69 kV.

#### 3.2.3.1 Linha Sul

A linha Sul é a mais recente do METROFOR, inaugurada em 2014, conectando Fortaleza (estação central Chico da Silva) ao município de Pacatuba. A linha percorre um importante trecho comercial e residencial da cidade em seus 24,1 km de extensão, o que totaliza cerca de 20 mil passageiros transportados por dia. Sua estrutura possui um total de 19 estações, sendo quatro subterrâneas, duas elevadas e as demais de superfície (METROFOR, 2017a).

Atualmente, o sistema funciona com cinco composições de trens elétricos do fabricante italiano AnsaldoBreda, com três carros cada como mostrado na Figura 7. A velocidade de operação é 80 km/h, realizando o percurso total da linha em aproximadamente 60 minutos.

Figura 7 - Modelo de composição dos trens elétricos TUE da linha Sul<sup>4</sup>



Fonte: adaptado do catálogo do fabricante (ANSALDOBREDA, 2009)

Cerca de 94% dos gastos anuais do METROFOR com o setor de energia são destinados a operação da linha Sul (excluindo-se o Fora Trecho). Ela possui portanto o sistema elétrico mais complexo do METROFOR, sendo composto por:

- g) Tração - Subestações Retificadoras (SSR): três unidades localizadas ao longo da linha, exclusivamente para alimentação dos trens;
- h) Estações - Subestações Auxiliares (SA): para cada uma das 19 estações, alimentada em tensão primária 13,8kV;
- i) Bombas - Sistema de Drenagem: dois conjuntos de bombas de drenagem localizados em setores distintos da linha, alimentadas de forma independente em tensão primária 13,8kV;

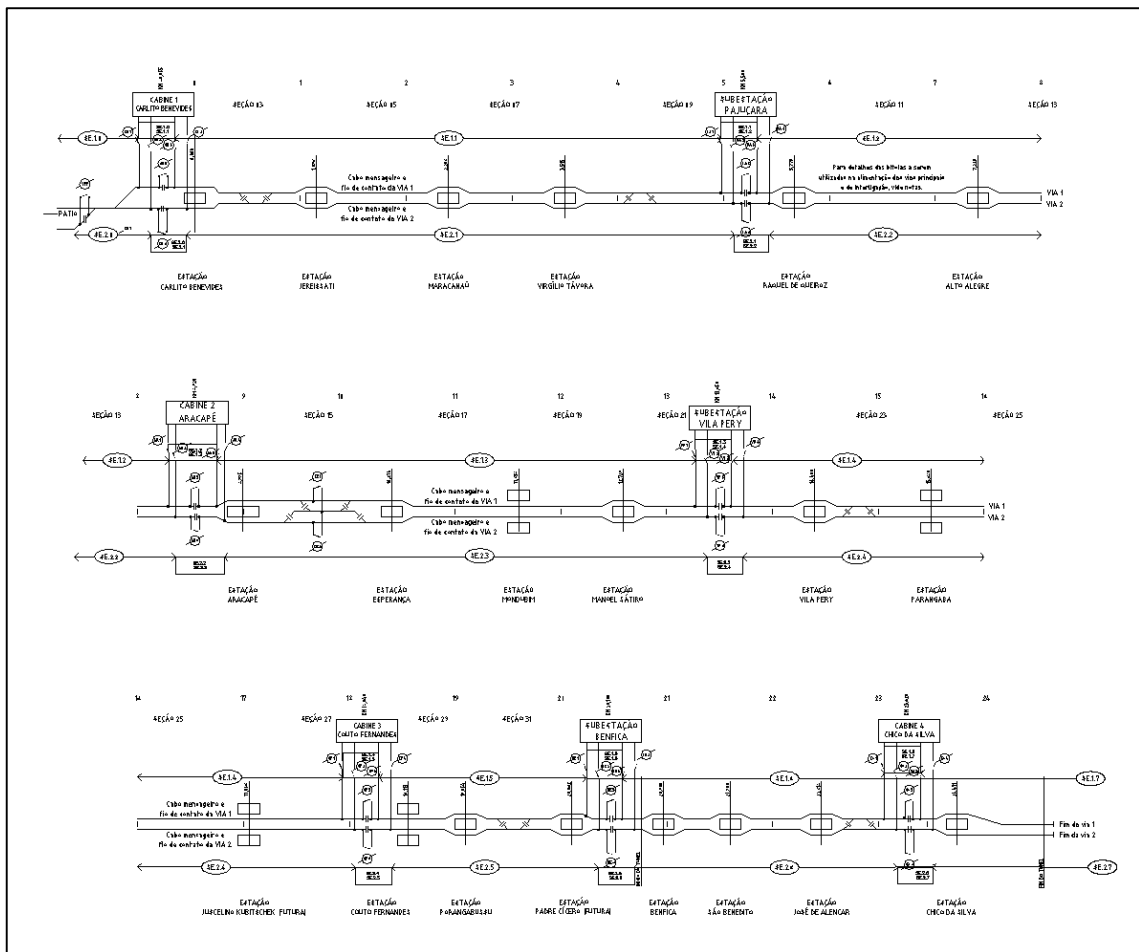
A maior parte da demanda elétrica da linha Sul é para suprir o sistema de tração dos TUEs. Uma peculiaridade deste tipo de sistema é a mobilidade da carga, variando com isso a potência demandada a cada subestação de acordo com a quantidade e localização dos trens distribuídos na via.

Segue na Figura 8 o digrama elétrico do sistema interligado das retificadoras para energização dos trens elétricos da linha Sul, possibilitando assim a melhor compreensão da estrutura física do sistema.

Observa-se na Figura 9 também que, além das três subestações responsáveis pela retificação da energia recebida, existem 4 cabines seccionadoras distribuídas ao longo da linha, tornando possível o desligamento parcial do sistema caso seja necessário realizar alguma manutenção na rede aérea durante a operação dos trens.

<sup>4</sup> Na Figura 7, os termos M1, M2 e M3 representam as composições do TUE.



Figura 9 – Diagrama Unifilar da Catenária<sup>5</sup>

Fonte: adaptado dos arquivos do METROFOR.

### 3.3 Modelo atual de contratação de energia

O METROFOR atualmente adquire sua energia através de contratos com a distribuidora ENEL CE, estando portanto inserido no ACR. O sistema completo (Fortaleza, Sobral e Cariri) possui ao todo 65 UCs, sendo a maioria atendidas em média (13,8 kV) ou baixa tensão (380/220V), havendo apenas as três SSRs da linha Sul com fornecimento em 69kV.

As Tabelas 1 a 3 listam todas as UCs do METROFOR agrupadas de acordo com sua modalidade tarifária. Destaca-se o nível de fornecimento de tensão de cada uma e suas demanda contratada P e FP, assim como os valores médios registrados de consumo e demanda, no ano de 2017.

<sup>5</sup> Catenária: denominação do sistema de alimentação elétrica dos TUE na rede aérea.



Tabela 1 - Informações das UCs com tarifa Convencional

Nº da UC	Sector	Consumo Médio	Nº da UC	Sector	Consumo Médio
2067406-6	Administração	5.642	5510635-8	Estação	1.507
2286677-9	Administração	176	5510800-8	Estação	1.072
5260222-2	Administração	12.763	5517969-0	Estação	1.192
3806074-4	Estação	104	5518041-8	Estação	1.501
3806467-7	Estação	1.580	5518097-3	Estação	957
3806472-3	Estação	132	5518161-9	Estação	1.161
3811069-5	Estação	39	5699925-9	Estação	1.835
1033789-0	Estação	837	5700034-4	Estação	1.503
1404852-3	Estação	1.634	5702806-0	Estação	84
2055345-5	Estação	651	8010747-8	Estação	983
2365810-0	Estação	1.283	8019755-8	Estação	246
3685544-8	Estação	1.206	5493874-0	Estação	1.345
3685589-8	Estação	1.177	5493917-8	Estação	1.307
3685612-6	Estação	1.595	457227-0	Estação	0
511747-0	Estação	1.337	3806067-1	Estação	87
575638-3	Estação	1.745	3806072-8	Estação	190
7011316-5	Estação	2.363	3806073-6	Estação	180
5510555-6	Estação	1.337	5602330-8	Manutenção	172

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 2 - Informações das UCs com tarifa Azul

Nº da UC	Sector	Valores Médios Registrados Em 2017				Valores Contratuais	
		Cons. P <sup>6</sup>	Cons. FP <sup>7</sup>	Dem. P	Dem. FP	Dem. P	Dem. FP
9006406-2	Tração	45.402	265.014	1.170	1.324	1.000	1.200
9007529-3	Tração	16.355	97.746	592	734	300	900
9007923-0	Tração	24.087	141.928	690	738	600	800

Fonte: elaborada pelo autor.

<sup>6</sup> P: Horário Ponta.

<sup>7</sup> FP: Horário Fora Ponta.

Tabela 3 - Informações das UCs com tarifa Verde

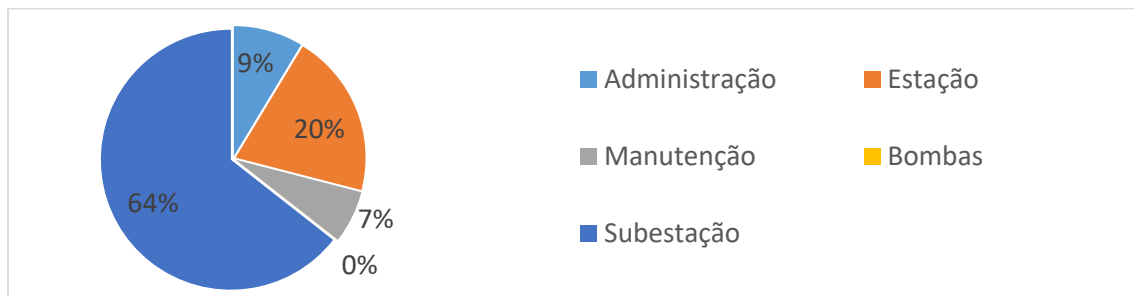
N° da UC	Setor	Valores Médios Registrados Em 2017				Valores Contratuais	
		Cons. P	Cons. FP	Dem. P	Dem. FP	Dem. P	Dem. FP
9005572-1	Administração	1.509	13.327	34	43	35	35
9009823-4	Administração	5.363	59.669	110	210	250	250
9000618-6	Bombas	0	1	-	-	30	30
9007141-7	Bombas	3	137	3	31	60	60
9006489-5	Estação	875	5.625	18	17	30	30
9006503-4	Estação	1.199	6.958	22	22	30	30
9007094-1	Estação	818	5.216	17	16	30	30
9007095-0	Estação	945	5.185	17	18	30	30
9007096-8	Estação	861	5.092	18	17	30	30
9007111-5	Estação	1.467	8.930	27	27	30	30
9007161-1	Estação	2.957	11.016	61	59	65	65
9007166-2	Estação	843	4.954	17	17	30	30
9007257-0	Estação	1.425	8.351	34	33	40	40
9007258-8	Estação	1.063	6.017	22	22	30	30
9007259-6	Estação	680	4.066	17	15	30	30
9007260-0	Estação	785	5.680	15	14	30	30
9007262-6	Estação	908	6.329	25	50	50	50
9007756-3	Estação	944	5.070	19	18	30	30
9007916-7	Estação	1.949	17.083	44	47	290	290
9008244-3	Estação	2.751	18.385	53	51	100	100
9008304-0	Estação	2.839	15.408	59	57	70	70
9008564-7	Estação	2.519	18.645	51	49	350	350
9010494-3	Estação	1.279	6.377	28	28	35	35
9005626-4	Manutenção	735	3.564	23	24	35	35
9008188-9	Manutenção	5.355	44.225	110	122	150	150
9008345-8	Manutenção	1.467	9.477	35	37	50	50

Fonte: elaborada pelo autor.

### 3.4 Síntese e Considerações

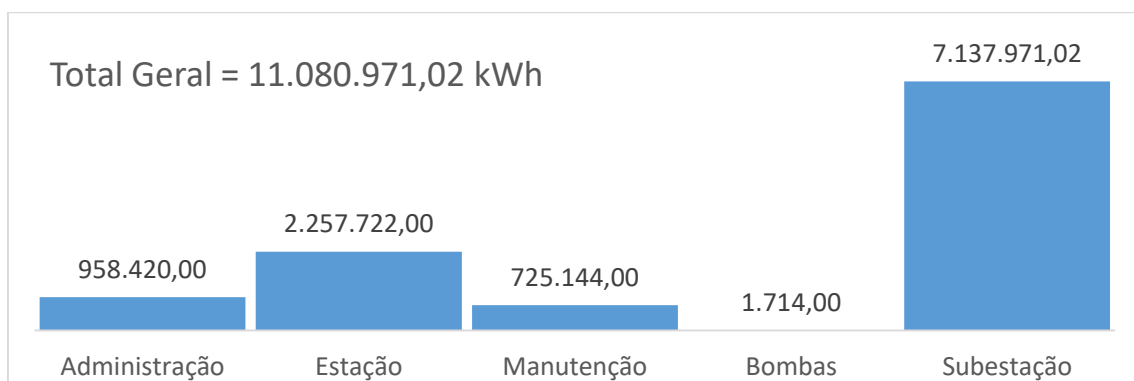
Para melhor analisar o panorama de consumo e demanda das UCs de tarifas Verde e Azul mostradas nas Tabelas 2 e 3, compilou-se conjuntos desses dados nos Gráficos 1 a 5 de forma a possibilitar comparações entre setores e cidades:

Gráfico 1 – Comparativo de Consumo por Setor



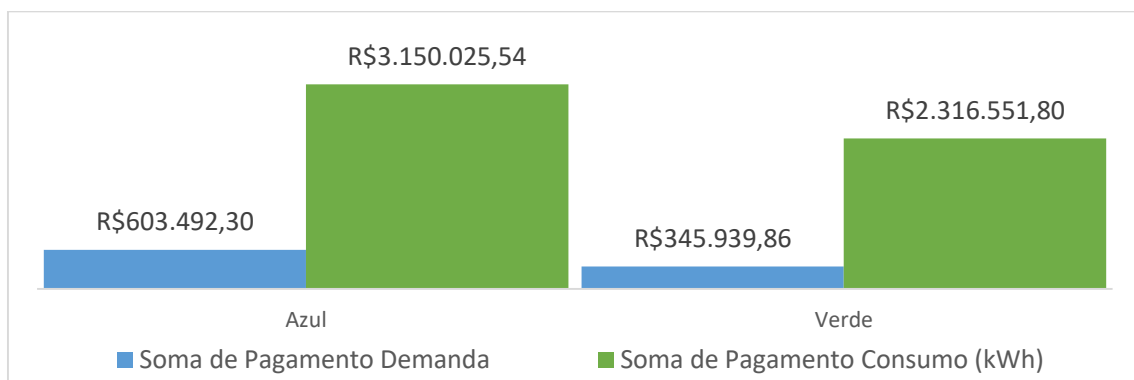
Fonte: elaborada pelo autor.

Gráfico 2 - Consumo Total (kWh) - 2017



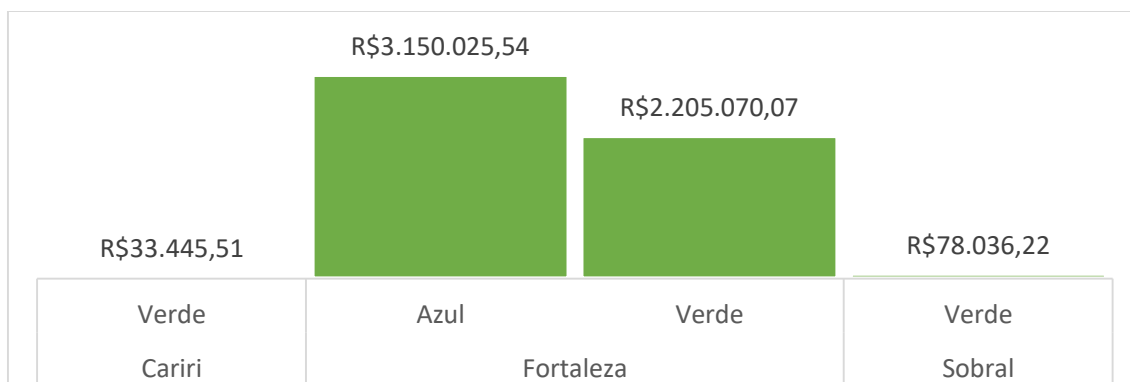
Fonte: elaborada pelo autor.

Gráfico 3 – Pagamento por tarifa: Demanda x Consumo



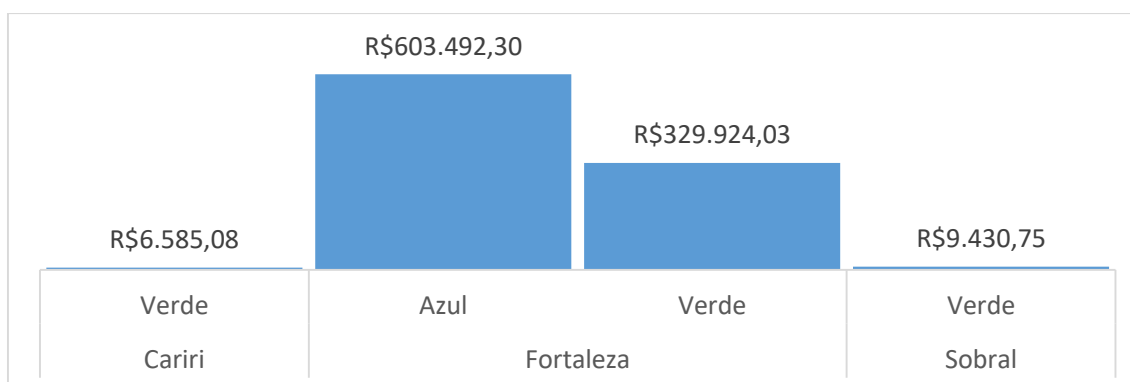
Fonte: elaborada pelo autor.

Gráfico 4 - Pagamento Consumo por Cidade e Tarifa



Fonte: elaborada pelo autor.

Gráfico 5 - Pagamento Demanda por Cidade e Tarifa



Fonte: elaborada pelo autor.

Ao observar os gráficos é possível constatar que as SSRs são responsáveis pela maior parcela de demanda e consumo de energia elétrica de todo o sistema do METROFOR. Possuindo também a maior complexidade estrutural, a linha Sul do metrô de Fortaleza é a que demanda o maior custo financeiro para o setor de energia da empresa.

Por esse motivo, o sistema elétrico da linha Sul é o principal alvo dos projetos de redução de custos. Visando este objetivo, no próximo Capítulo<sup>8</sup> será definida a proposta de mudança na forma de contratação de energia. Ressalta-se que este estudo abrange apenas as UCs de tarifas Azul e Verde, que possuem demanda e consumo suficientes para realizar as alterações sugeridas.

<sup>8</sup> 4º Capítulo: ESTUDO DE VIABILIDADE DA ADESÃO DO METROFOR AO MLE.

## **4. ESTUDO DE VIABILIDADE DA ADESÃO DO METROFOR AO MLE**

### **4.1 Introdução do Capítulo**

Uma etapa primordial e obrigatória ao processo de migração para o ACL é a realização de um estudo de viabilidade financeira, utilizando a demanda e o consumo médios da UC em análise. Com esses dados e os valores das tarifas vigentes da distribuidora contratada, estima-se o preço médio de cada unidade no ACR.

Com os valores médios de consumo de energia e demanda, também é possível estimar o valor pago por cada UC no MLE, por meio de uma simulação financeira baseada nos preços estimados de compra e venda de energia nos próximos anos. Tratando-se de um mercado volátil, estes valores podem variar de forma abrupta, alterando o panorama de previsões em função da data de realização da simulação.

De forma a agregar maior credibilidade aos resultados, foram solicitadas duas renomadas empresas de comercialização e consultoria energética para realização de um estudo de caso da adesão do METROFOR ao ACL. Cada proposta será analisada de forma independente, visto que apresentam certas particularidades na metodologia utilizada para simulação de migração e cálculo das previsões de tarifas.

É importante salientar que, sendo o METROFOR uma empresa pertencente de forma majoritária ao Governo Estadual do Ceará, toda e qualquer contratação de serviços deve ser realizada por meio de um processo de licitação pública.

Não cabe portanto uma comparação direta entre as propostas/empresas, visto que, além de utilizarem metodologia diferentes, a empresa não será escolhida somente por meio deste estudo. Os valores cobrados pelos serviços prestados serão utilizados apenas para compor a previsão final de custos, no tópico de Síntese e Considerações.

### **4.2 Base Tarifária Vigente no ACR – ENEL CEARÁ**

Para que seja possível determinar se a mudança de ambiente de contratação de energia é viável para o cliente em questão é necessário primeiramente analisar o panorama atual de contratação. No caso do METROFOR, como citado no Capítulo anterior, a distribuidora responsável pela venda de energia no ACR é a ENEL CEARÁ.

As tarifas aplicadas por cada distribuidora são decretadas pela ANEEL, reajustadas

anualmente em função da situação das usinas de geração responsáveis pelo fornecimento. A tarifa final que incide diretamente sobre os valores de energia consumidos no ACR é composta por duas parcelas: Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), a qual neste caso também inclui os custos de transmissão, e Tarifa de Energia (TE), assim definidas segundo o Submódulo 7.3 - Tarifas de Aplicação da ANEEL:

“O cálculo da TUSD e TE de Aplicação subdivide-se em duas etapas: definição da TUSD e TE base econômica e da TUSD e TE base financeira.

I. Tarifas de referência: corresponde àquelas que determinam a relatividade de tarifas entre as diversas modalidades e subgrupos tarifários;

II. Base econômica: corresponde à TUSD e TE, sem incidência de qualquer benefício tarifário, a ser utilizada para obtenção da Receita Anual ou Receita Requerida da permissionária; e

III. Base financeira: corresponde à TUSD e TE base econômica adicionada dos componentes tarifários financeiros para aplicação aos usuários do sistema de distribuição, denominada TUSD e TE de Aplicação.” (ANEEL, 2015b)

Como a análise de viabilidade de adesão ao ACL será realizada apenas para as UCs atendidas em média e alta tensão (13,8 kV e 69 kV), serão apresentados os dados tarifários apenas para este grupo de fornecimento. No Quadro 1 são mostradas as tarifas da ENEL CE para as modalidades verde e azul, atualizadas em abril de 2018 por meio da Resolução Homologatória N° 2.383 da ANEEL.

Quadro 1- Tarifas da ENEL CE vigentes a partir de abril de 2018

SUBGRUPO	MODALIDADE	ACESSANTE	POSTO	TARIFAS DE APLICAÇÃO			BASE ECONÔMICA			
				TUSD		TE	TUSD		TE	
				R\$/kW	R\$/MWh	R\$/MWh	R\$/kW	R\$/MWh	R\$/MWh	
A1 (230 kV ou mais)	AZUL	CCCP	P	4,69	18,46	394,24	4,24	17,68	363,64	
			FP	4,60	18,46	240,25	4,16	17,68	233,31	
	AZUL APE	CCCP	P	4,69	1,01	0,00	4,24	0,86	0,00	
			FP	4,60	1,01	0,00	4,16	0,86	0,00	
A3 (69kV)	AZUL	NA	P	12,59	25,91	394,24	11,97	24,14	363,64	
			FP	6,43	25,91	240,25	5,92	24,14	233,31	
	AZUL APE	NA	P	12,59	8,46	0,00	11,97	7,31	0,00	
			FP	6,43	8,46	0,00	5,92	7,31	0,00	
	GERAÇÃO	NA	NA	11,22	0,00	0,00	11,15	0,00	0,00	
			NA	33,24	36,41	394,24	32,74	33,30	363,64	
A4 (2,3 a 25kV)	AZUL	NA	P	33,24	36,41	394,24	32,74	33,30	363,64	
			FP	13,59	36,41	240,25	13,11	33,30	233,31	
	AZUL APE	NA	P	33,24	18,00	0,00	32,74	15,57	0,00	
			FP	13,59	18,00	0,00	13,11	15,57	0,00	
	VERDE	NA	NA	13,59	0,00	0,00	13,11	0,00	0,00	
			P	0,00	837,28	394,24	0,00	827,66	363,64	
	VERDE APE	NA	FP	0,00	36,41	240,25	0,00	33,30	233,31	
			NA	13,59	0,00	0,00	13,11	0,00	0,00	
	DISTRIBUIÇÃO	Cepisa	EPB	P	0,00	818,87	0,00	0,00	809,93	0,00
				FP	0,00	18,00	0,00	0,00	15,57	0,00
		EPB	EPB	P	15,04	11,75	0,00	14,47	9,95	0,00
				FP	8,27	11,75	0,00	7,76	9,95	0,00
		NA	EPB	NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				NA	15,04	11,75	0,00	14,47	9,95	0,00
	GERAÇÃO	NA	NA	FP	8,27	11,75	0,00	7,76	9,95	0,00
				NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GERAÇÃO	NA	NA	FP	6,65	0,00	0,00	6,73	0,00	0,00
				NA	6,65	0,00	0,00	6,73	0,00	0,00

Fonte: (ANEEL, 2018c)

Os valores indicados na coluna de “Tarifas de Aplicação” apresentados no Quadro 1 serão os utilizados no comparativo com aquelas previstas para o ACL. Vale lembrar que no

MLE os valores de TUSD continuam sendo pagos à distribuidora, seguindo portanto as tarifas aqui expostas.

### 4.3 Estudo de Caso METROFOR

Com o conhecimento acerca da estruturação do ACL adquirido com o 2º Capítulo<sup>9</sup> deste trabalho, e o conhecimento das informações dos sistema apresentadas no 3º Capítulo<sup>10</sup>, é possível definir os pormenores da adesão do METROFOR ao ACL.

Primeiramente, deve-se distinguir quais UCs possuem os requisitos exigidos para a migração. Exclui-se portanto todo o setor atendido em tensão secundária, restando então as UCs apresentadas nas Tabelas 2 e 3 do Capítulo 3 deste trabalho, com fornecimentos em 13,8 kV ou 69 kV.

Nenhuma UC do METROFOR atinge os 3000 kW de demanda exigidos para o consumidor Livre, estando todas portanto na categoria de consumidor Especial. Outra informação de extrema relevância é que todas as unidades são administradas pelo mesmo CNPJ. Com isso, torna-se possível realizar o agrupamento de cargas para aquelas com demanda abaixo de 500 kW, aumentando assim o número de UCs passíveis de migração.

A partir destas informações é possível realizar o arranjo do sistema como integrante do MLE. Para os contratos de compra de energia e todos os demais trâmites legais envolvendo os órgãos reguladores, o sistema do METROFOR será organizado como mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Divisão do sistema elétrico do METROFOR no ACL

Descrição	Tipo	Tensão de Fornecimento	Demanda Total
UC 9006406-2 (Pajuçara)	Tração	69 kV	1200 kW
UC 9007529-3 (Vila Pery)	Tração	69 kV	900 kW
UC 9007923-0 (Benfica)	Tração	69 kV	800 kW
Demais UCs da linha Sul	Estações Manutenção Administração	13,8 kV	1940 kW
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>4840 kW</b>

Fonte: elaborada pelo autor.

<sup>9</sup> 2º Capítulo: O MERCADO LIVRE DE ENERGIA NO BRASIL

<sup>10</sup> 3º Capítulo: METROFOR: ESTRUTURA E SISTEMA ELÉTRICO

### 4.3.1 Riscos e Investimentos

Diante de qualquer mudança de grandes proporções em uma empresa, principalmente quando relacionado à operação de vários setores como é o caso do fornecimento de energia, surgem diversas preocupações e questionamentos entre os diretores e administradores.

Um dos primeiros pontos a se verificar é se há necessidade de investimento, que no caso da mudança de ambiente de contratação de energia, existem três tipos:

- a) Serviços: a administração dos contratos exige gestão especializada, preferencialmente um engenheiro. Caso haja contratação de uma empresa consultora/gestora, existe o investimento mensal com seus honorários;
- b) Infraestrutura: refere-se a troca do painel de medição das UCs, devendo adequar-se aos requisitos descritos no procedimento de rede, Submódulo 12.2 da ONS;
- c) Burocrático: taxa de adesão à CCEE.

A aquisição do equipamento adequado ao Sistema de Medição para Faturamento (SMF) do ACL contabiliza um custo de R\$ 20.000,00 para cada ponto de conexão da rede independente do agrupamento de cargas, ou seja, um painel para cada UC listada nas Tabelas 2 e 3 do Capítulo 3 deste trabalho.

É importante observar que o investimento em infraestrutura é necessário apenas no ato da migração, enquanto as despesas com serviços perduram durante todo o contrato. Neste segundo ponto há uma possibilidade de economia, caso o cliente opte por contratar diretamente um gerador, sem intermédio da comercializadora, visto que já existe uma gestão interna para o setor.

Outro custo inicial necessário ao consumidor recém ingresso no ACL é a taxa de adesão à CCEE. Este montante é único por CNPJ, independentemente do número de UCs e atualmente custa o valor de R\$ 6.000,00. O montante total de investimento e o respectivo *payback* estimados para a migração serão apresentados no tópico de Síntese e Considerações deste Capítulo.

Quanto aos riscos aos quais está sujeito um consumidor do ACL, é importante salientar que a maioria estão relacionados a condições de extrema casualidade, como por exemplo uma crise extrema do setor elétrico (como ocorreu em 2001 pela escassez de chuvas), o que afetaria o mercado como um todo, livre e cativo. Nestas condições, os principais problemas relativos ao consumidor no ACL são:



- a) Possível escassez de contratos por falta de oferta de energia;
- b) Dificuldade em retornar à condição de cativo (até 5 anos após a comunicação à distribuidora);
- c) Contrato mal dimensionado, causando frequentes custos adicionais pelo consumo excedente, ou uma grande sobra de energia, podendo ser vendida a valores abaixo do adquirido. Uma gestão especializada pode evitar este problema.

#### **4.3.2 Custos Mensais no ACL**

De forma a facilitar a compreensão da composição dos valores apresentados nas simulações das consultoras, apresentadas no próximo tópico, e nas considerações finais deste trabalho, segue uma síntese dos aspectos financeiros relativos à migração de um consumidor ao ACL na categoria Especial:

- a) Energia Elétrica: valor referente unicamente ao pagamento da energia consumida, de forma isolada, sem atribuição de encargos;
- b) Uso do Sistema (Distribuição e Conexão): chamado popularmente de “aluguel do fio”, é a tarifa paga à distribuidora pelo custeio do transporte da energia até o consumidor, foi detalhada no 2º Capítulo como TUST e TUSD;
- c) Contribuição Associativa: obrigatória a qualquer membro do ACL, a taxa de membro associado à CCEE custeia os serviços por ela prestados ao mercado como um todo;
- d) Energia de Reserva: encargo destinado a manutenção de usinas contratadas exclusivamente para suprir eventuais carência de energia SIN, aumentando assim a confiabilidade do fornecimento;<sup>11</sup> (ANEEL, 2008) (CCEE, 2015)
- e) Garantias Financeiras: de acordo com o montante de energia negociado por cada agente, a CCEE estipula o valor que deve ser reservado como forma de garantia ao funcionamento do MCP. O montante pode ser utilizado para cobrir eventuais inadimplências no acerto de contas mensal;<sup>12</sup> (ANEEL, 2014a)

---

<sup>11</sup> Para mais detalhes consultar: Resolução Normativa N° 337, de 11 de novembro de 2008

<sup>12</sup> Para mais detalhes consultar: Resolução Normativa N° 622, de 19 de agosto de 2014.

- f) Manutenção da conta Bradesco: os pagamentos relativos ao MCP são realizados exclusivamente através de uma conta do Bradesco na agência Trianon em São Paulo;
- g) Encargos Fiscais: impostos aplicados sobre o montante da conta de energia do consumidor (PIS/COFINS, ICMS, e outros) (CCEE, 2018b).

O processo de prestação de contas mensal da energia contabilizada pela CCEE é chamado Liquidação Financeira, incluindo o pagamento da energia contratada e da negociada no MCP semanalmente e demais custos relativos à CCEE. Paralelamente, deve-se remunerar o serviço da distribuidora e as tarifas bancárias (CCEE, 2006).

### ***4.3.3 Análise das Consultoras***

Como dito na introdução deste Capítulo, foi solicitado de duas empresas consultoras e comercializadoras de energia elétrica no ACL um estudo de viabilidade econômica, com o objetivo de reunir informações técnicas relevantes ao projeto de migração do METROFOR ao MLE.

Para realização do estudo de viabilidade financeira forneceu-se uma tabela com os dados de consumo e demanda de cada UC, bem como as respectivas modalidades tarifárias e nível de tensão de fornecimento. Como dito anteriormente, selecionou-se apenas as UCs atendidas em tensão acima do mínimo exigido pelo ACL.

Ambas as simulações realizadas pelas empresas utilizam um desconto estimado de 50% nas tarifas de transporte da energia, em razão da obrigatoriedade no uso de energia incentivada. As taxas de Programa de Integração Social (PIS) e Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) são calculadas a 5% enquanto o ICMS fica a 27%.

Quanto ao custo da energia no ACR para o cálculo da economia comparativa, ambas utilizaram as tarifas vigentes apresentadas no Quadro 1. De forma a tornar o estudo mais completo, ambas consideraram as diferenças entre bandeiras tarifárias.

Quanto a estimativa de faturamento mensal de cada UC no ACL, é importante salientar que cada consultora utilizou diferentes tarifas de energia e panoramas de previsão: uma utiliza valores anuais individuais, e a outra utiliza uma média para uma previsão generalista.

#### 4.3.3.1 Estudo de Viabilidade: COMERC

O estudo de viabilidade realizado pela empresa COMERC utilizou uma estimativa de faturamento individual para os anos 2019 a 2021, considerando as previsões anuais dos valores da energia incentivada no ACL, como pode ser verificado na Figura 10.

Figura 10 - Previsão de preços da energia no ACL (COMERC)

Períodos/Preços (R\$/MWh)					
Tipo de Energia	2019	2020	2021	2022	2023
Convencional	R\$ 204,00 ⇒	R\$ 167,00 ⇒	R\$ 155,00 ⇒	R\$ 150,00 ⇒	R\$ 145,00 ⇒
Incentivada 0%	-	-	-	-	-
Incentivada 50%	R\$ 275,00 ↑	R\$ 224,00 ⇒	R\$ 199,00 ⇒	R\$ 197,00 ⇒	R\$ 189,00 ⇒
Incentivada 100%	R\$ 334,00 ⇒	R\$ 290,00 ⇒	R\$ 272,00 ⇒	R\$ 260,00 ⇒	R\$ 250,00 ⇒

Fonte: relatório de análise de viabilidade (COMERC, 2018)

Para o ano de 2019, a Tarifa de Energia (TE) no ACL é maior que o valor vigente no mercado cativo (Quadro 1), cuja melhor comparação pode ser feita através de uma média ponderada entre os valores ponta e fora ponta, em seus períodos de aplicação. Nas Equações 1 e 2 esse cálculo é detalhado.

$$TE_{(ACR|2018)} = \frac{3 \times (TE_{Ponta}) + 21 \times (TE_{Fora P.})}{24} \quad (1)$$

$$TE_{(ACR|2018)} = \frac{3 \times (394,24) + 21 \times (240,25)}{24} = 259,50$$

$$TE_{(ACL|2019)} = \mathbf{R\$ 275,00} > \mathbf{R\$ 259,50} = TE_{(ACR|2018)} \quad (2)$$

Portanto, segundo o estudo da COMERC as UCs do METROFOR pagariam energia mais cara caso migrasse para o ACL em 2019. Em contrapartida, ao aplicar-se o desconto nas tarifas de uso do sistema, concedida aos compradores de energia incentivada, aquelas UCs com elevada demanda contratada apresentam certo percentual de economia. Portanto, mesmo comprando uma energia mais cara, a redução na conta da distribuidora agrega vantagem financeira à migração de certas UCs.

As demais UCs que possuem menor demanda contratada apresentam vantagem financeira com a migração apenas se houver redução no valor da energia no ACL, o que ocorrerá a partir de 2020 segundo as previsões da COMERC. Quanto a remuneração pelo

serviço de consultoria da empresa, os mesmos não informaram valores em seu estudo, argumentando que o valor depende do número de UCs que o cliente optar migrar.

Com as Figuras 11 e 12 é possível compreender o detalhamento da estimativa financeira para duas UCs do METROFOR, de forma a exemplificar o fenômeno explicado acima. Ressalta-se que ambas possuem modalidade tarifária verde no ACR, mas com valores de demanda contrastantes.

Figura 11 - Previsão Financeira para a UC 9007260-0 (Bandeira verde - 2019)

		Dados	Tarifa sem tributos	Tarifa com tributos	Custo (R\$)
<b>Mercado Cativo Bandeira Verde</b>	Demanda Ponta	30 kW	R\$ 0,00 / kW	R\$ 0,00 / kW	R\$0,00
	Demanda Fora Ponta	30 kW	R\$ 13,59 / kW	R\$ 19,99 / kW	R\$599,70
	Consumo Ponta	0,785 MWh	R\$ 394,24 / MWh	R\$ 579,76 / MWh	R\$455,11
	Consumo Fora Ponta	5,680 MWh	R\$ 240,25 / MWh	R\$ 353,31 / MWh	R\$2.006,80
	Tusd Ponta	0,785 MWh	R\$ 837,28 / MWh	R\$ 1.231,29 / MWh	R\$966,56
	Tusd Fora Ponta	5,680 MWh	R\$ 36,41 / MWh	R\$ 53,54 / MWh	R\$304,11
	Sub-total	-	-	-	R\$4.332,28
	Consumo Ponta Gerador	0,000 MWh	R\$ 0,00 / MWh	R\$ 0,00 / MWh	R\$0,00
	Total	-	-	-	R\$4.332,28

		Dados	Tarifa sem tributos	Tarifa com tributos	Custo (R\$)
<b>Mercado Livre Energia INCENTIVADA 50%</b>	Demanda Ponta	30 kW	R\$ 0,00 / kW	R\$ 0,00 / kW	R\$0,00
	Demanda Fora Ponta	30 kW	R\$ 6,80 / kW	R\$ 9,99 / kW	R\$299,70
	Tusd Ponta	0,785 MWh	R\$ 436,85 / MWh	R\$ 642,42 / MWh	R\$504,30
	Tusd Fora Ponta	5,680 MWh	R\$ 36,41 / MWh	R\$ 53,54 / MWh	R\$304,11
	Energia Livre	6,465 MWh	R\$ 275,00 / MWh	R\$ 376,71 / MWh	R\$2.435,43
	Perdas	0,032 MWh	R\$ 275,00 / MWh	R\$ 376,71 / MWh	R\$12,18
	ESS/ESE/EER/CT	6,497 MWh	R\$ 10,00 / MWh	R\$ 10,00 / MWh	R\$64,97
	Rem. Fixa (R\$/MWh)	6,465 MWh	R\$ 0,00 / MWh	R\$ 0,00 / MWh	R\$0,00
	Rem. Fixa (R\$/mês)	-	-	-	R\$2.000,00
	Rem. Var. (0%)	-	-	-	R\$0,00
	Total	-	-	-	R\$5.620,69

### RESULTADO MÉDIO ESPERADO

<b>PREJUÍZO</b>	Mensal	(R\$1.288,41)
	12 meses	(R\$15.460,92)
	Percentual	-29,74%

Fonte: relatório de análise de viabilidade (COMERC, 2018)

Figura 12 - Previsão Financeira para a UC 9007916-7 (Bandeira verde - 2019)

		Dados	Tarifa sem tributos	Tarifa com tributos	Custo (R\$)
<b>Mercado Cativo Bandeira Verde</b>	Demanda Ponta	290 kW	R\$ 0,00 / kW	R\$ 0,00 / kW	R\$0,00
	Demanda Fora Ponta	290 kW	R\$ 13,59 / kW	R\$ 19,99 / kW	R\$5.797,10
	Consumo Ponta	1,949 MWh	R\$ 394,24 / MWh	R\$ 579,76 / MWh	R\$1.129,95
	Consumo Fora Ponta	17,083 MWh	R\$ 240,25 / MWh	R\$ 353,31 / MWh	R\$6.035,59
	Tusd Ponta	1,949 MWh	R\$ 837,28 / MWh	R\$ 1.231,29 / MWh	R\$2.399,78
	Tusd Fora Ponta	17,083 MWh	R\$ 36,41 / MWh	R\$ 53,54 / MWh	R\$914,62
	Sub-total	-	-	-	R\$16.277,04
	Consumo Ponta Gerador	0,000 MWh	R\$ 0,00 / MWh	R\$ 0,00 / MWh	R\$0,00
	Total	-	-	-	R\$16.277,04

		Dados	Tarifa sem tributos	Tarifa com tributos	Custo (R\$)
<b>Mercado Livre Energia INCENTIVADA 50%</b>	Demanda Ponta	290 kW	R\$ 0,00 / kW	R\$ 0,00 / kW	R\$0,00
	Demanda Fora Ponta	290 kW	R\$ 6,80 / kW	R\$ 9,99 / kW	R\$2.897,10
	Tusd Ponta	1,949 MWh	R\$ 436,85 / MWh	R\$ 642,42 / MWh	R\$1.252,08
	Tusd Fora Ponta	17,083 MWh	R\$ 36,41 / MWh	R\$ 53,54 / MWh	R\$914,62
	Energia Livre	19,032 MWh	R\$ 275,00 / MWh	R\$ 376,71 / MWh	R\$7.169,54
	Perdas	0,095 MWh	R\$ 275,00 / MWh	R\$ 376,71 / MWh	R\$35,85
	ESS/ESE/EER/CT	19,127 MWh	R\$ 10,00 / MWh	R\$ 10,00 / MWh	R\$191,27
	Rem. Fixa (R\$/MWh)	19,032 MWh	R\$ 0,00 / MWh	R\$ 0,00 / MWh	R\$0,00
	Rem. Fixa (R\$/mês)	-	-	-	R\$2.000,00
	Rem. Var. (0%)	-	-	-	R\$0,00
	Total	-	-	-	R\$14.460,46

### RESULTADO MÉDIO ESPERADO

<b>ECONOMIA LÍQUIDA (com ICMS)</b>	Mensal	R\$1.816,58
	12 meses	R\$21.798,96
	Percentual	11,16%

Fonte: relatório de análise de viabilidade (COMERC, 2018)

Na Figura 13 é mostrado o resultado geral do estudo de viabilidade realizado pela COMERC para o ano de 2019. É importante observar que apenas é considerado viável a migração daquelas UCs que apresentam economia positiva para a bandeira tarifária verde (valores mais baixos do ACR).

Figura 13 - Resultado do estudo de viabilidade COMERC (2019)

UC	GRUPO	MODALIDADE	VERDE		AMARELA		VERMELHA 1		VERMELHA 2					
			R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%				
9007260-0	A4	Verde	-	1.288,37	-30%	-	1.193,29	-27%	-	1.003,15	-22%	-	813,00	-17%
9007095-0	A4	Verde	-	1.188,87	-29%	-	1.105,54	-26%	-	938,89	-21%	-	772,24	-17%
9010494-3	A4	Verde	-	840,60	-15%	-	724,78	-12%	-	493,16	-8%	-	261,54	-4%
9007916-7	A4	Verde	-	1.814,78	11%	-	2.094,67	13%	-	2.654,43	16%	-	3.214,19	18%
9008345-8	A4	Verde	-	687,66	-9%	-	528,11	-7%	-	209,01	-3%	-	110,08	1%
9008304-0	A4	Verde	-	369,36	3%	-	637,69	5%	-	1.174,36	9%	-	1.711,02	12%
9007096-8	A4	Verde	-	1.208,71	-29%	-	1.121,17	-26%	-	946,09	-21%	-	771,01	-17%
9007756-3	A4	Verde	-	1.143,21	-26%	-	1.054,77	-24%	-	877,88	-19%	-	700,99	-15%
9000618-6	A4	Verde	-	1.700,22	-284%	-	1.700,22	-284%	-	1.700,22	-284%	-	1.700,22	-284%
9007094-1	A4	Verde	-	1.246,38	-30%	-	1.157,64	-27%	-	980,16	-22%	-	802,68	-17%
9008244-3	A4	Verde	-	495,67	3%	-	806,51	5%	-	1.428,17	9%	-	2.049,84	13%
9007257-0	A4	Verde	-	784,11	-12%	-	640,34	-9%	-	352,81	-5%	-	65,28	-1%
9007262-6	A4	Verde	-	1.015,66	-19%	-	909,23	-17%	-	696,36	-13%	-	483,50	-8%
9007166-2	A4	Verde	-	1.217,67	-29%	-	1.132,42	-27%	-	961,93	-22%	-	791,44	-17%
9007161-1	A4	Verde	-	566,38	5%	-	771,86	7%	-	1.182,80	10%	-	1.593,74	13%
9008188-9	A4	Verde	-	2.112,67	7%	-	2.841,77	9%	-	4.299,99	13%	-	5.758,21	17%
9007259-6	A4	Verde	-	1.313,38	-38%	-	1.243,58	-35%	-	1.103,98	-30%	-	964,39	-25%
9009823-4	A4	Verde	-	2.572,94	7%	-	3.529,29	9%	-	5.442,01	13%	-	7.354,72	17%
9006503-4	A4	Verde	-	1.010,95	-18%	-	891,00	-16%	-	651,08	-11%	-	411,17	-7%
9005626-4	A4	Verde	-	1.031,27	-28%	-	965,90	-25%	-	835,15	-21%	-	704,39	-17%
9008564-7	A4	Verde	-	2.803,22	15%	-	3.114,46	16%	-	3.736,93	19%	-	4.359,40	21%
9005572-1	A4	Verde	-	943,91	-11%	-	725,74	-8%	-	289,38	-3%	-	146,97	1%
9007923-0	A3	Azul	-	6.924,98	8%	-	9.366,38	10%	-	14.249,20	15%	-	19.132,01	19%
9006406-2	A3	Azul	-	12.243,18	8%	-	16.808,11	10%	-	25.937,99	15%	-	35.067,86	19%
9007529-3	A3	Azul	-	4.704,00	8%	-	6.381,96	10%	-	9.737,87	14%	-	13.093,79	18%
9007141-8	A4	Verde	-	1.402,12	-111%	-	1.400,03	-111%	-	1.395,87	-110%	-	1.391,70	-109%
9007111-5	A4	Verde	-	871,84	-13%	-	718,96	-10%	-	413,19	-6%	-	107,42	-1%
9007258-8	A4	Verde	-	1.084,04	-22%	-	979,93	-19%	-	771,70	-15%	-	563,47	-10%
9006489-5	A4	Verde	-	1.216,89	-27%	-	1.121,31	-25%	-	930,14	-20%	-	738,98	-15%
		TOTAL	R\$	13.411	2%	R\$	27.039	5%	R\$	54.294	9%	R\$	81.548	13%

Fonte: relatório de análise de viabilidade (COMERC, 2018)

A empresa COMERC sugere então que seja realizada uma migração gradual das UCs do METROFOR, para aproveitar o total potencial de economia de cada uma. Vale ressaltar também que exceto as três SSRs, de maior demanda e com tarifa azul, as demais UCs seriam agrupadas para atender a demanda mínima solicitada.

#### 4.3.3.2 Estudo de Viabilidade: Prime Energy

O método de verificação de viabilidade financeira para adesão ao ACL utilizado pela empresa Prime Energy consiste em realizar uma média dos valores previstos para os próximos quatro anos (tempo médio de contrato da empresa) e utilizá-lo para previsão do faturamento médio mensal do consumidor, em comparação com os vigente no ACL.

Para o caso do METROFOR, utilizou-se como base de cálculo os anos 2019 à 2022. Assim como a previsão da COMERC, estima-se aqui que o valor da energia estará em declínio nos próximos anos, o que resulta em um valor médio de contrato inferior ao atual vigente no ACR. Adiciona-se a este fator de economia o desconto no pagamento da demanda contratada,

cuja tarifa considerada é a mesma utilizada pela COMERC.

Por esse motivo, o estudo da Prime Energy conclui vantagem financeira para todas as unidades do METROFOR. Na Figura 14 tem-se o detalhamento da composição da fatura no ACL para uma das unidades consideradas com menor economia potencial.

Figura 14 - Previsão Financeira do ACL para a UC 9006406-2

Simulação Mercado Livre		PRIME ENERGY		
<b>METROFOR - 9006406-2</b>	Concessionária:	ENEL CE	Res. ANEEL	2223
	Grupo tarifário	A3 - Azul	Vigente a partir de	22/04/2017
		<b>Faturado</b>	<b>Tarifa</b>	
Demanda Ponta	kW	1.170	5,21	6.089,85
Demanda Fora Ponta	kW	1.324	2,27	3.005,48
Consumo Ponta	kWh	45.402	0,018	805,43
Consumo Fora Ponta	kWh	265.014	0,018	4.701,35
PIS/COFINS	5%			1.073,68
ICMS	27%			5.797,90
<b>Fatura Distribuidora</b>				<b>R\$ 21.474</b>
		<b>Quantidade</b>	<b>Preço Médio*</b>	
Energia Livre				
Energia Inc. 50%	kWh	319.728	0,234	74.736,53
ICMS	27%			27.642,28
<b>Fatura Energia</b>				<b>R\$ 102.379</b>
<b>Total</b>				<b>R\$ 123.853</b>

• Valor Indicativo médio para os anos de 2019 a 2022 (Ref. 25/04/2018).

Fonte: relatório de análise de viabilidade (PRIME ENERGY, 2018)

Através da comparação do montante obtido da simulação de faturamento no ACL, mostrada na Figura 14, e da estimativa análoga utilizando as tarifas do ACR para a concessionária local, apresentadas no Quadro 1, foi elaborado um quadro comparativo para cálculo do percentual de economia estimado com a migração, mostrado na Figura 15. Observa-se que foi escolhida a título de exemplo a UC que supostamente apresenta menor economia percentual mensal, estimada em 18%.

Figura 15 – Resumo comparativo ACL x ACR (Prime Energy)

Resumo Comparativo		
Cativo (R\$)		Livre (R\$)
125.467,08	Energia	110.477,02
26.750,97	Demanda	13.375,49
0,00	Gerador	0,00
0,00	Outros	1.218,75
152.218,05	Base de cálculo	125.071,26
<b>0,490 R\$/kWh</b>	<b>Custo Médio</b>	<b>0,403 R\$/kWh</b>
Custos Associados		
	Contribuição Associativa CCEE	251,97
	Liquidação Financeira CCEE	639,46
	Energia de Reserva	159,86
	Adm. BRADESCO	20,40
	Encargo Conexão Mensal	147,06
	<b>TOTAL</b>	<b>1.218,75</b>
Economia		
	Economia no mês	<b>R\$ 27.147</b>
	Economia no ano	<b>R\$ 325.762</b>
	Economia em %	<b>18%</b>

Fonte: relatório de análise de viabilidade (PRIME ENERGY, 2018)

Na Figura 16 é mostrado o resultado geral do estudo de viabilidade realizado pela Prime Energy, com a média de economia prevista para os próximos quatro anos. É importante observar que o percentual de economia destacado é relativo à bandeira tarifária verde (valores mais baixos do ACR).

Observa-se que o método utilizado para este estudo apenas é aplicável se for realizado um contrato com duração média de quatro anos, como o sugerido pelo cálculo da tarifa. Apenas desse modo é possível assegurar a faixa de valores reduzida para os anos seguintes que compensariam o valor mais elevado pago em 2019 que, embora não detalhado no estudo, de modo geral está acima do cativo.



Figura 16 - Resultado do estudo de viabilidade Prime Energy

Unidade	Simulação Mercado Cativo				Simulação Mercado Livre		Economia	
	Distribuidora	Demanda Ponta (kW)	Demanda Fora Ponta (kW)	Custo Cativo (R\$)	Custo Livre (R\$)	Economia Mensal (R\$)	%	
9006406-2	ENEL CE	1.170,00	1.324,00	R\$ 152.217,86	R\$ 125.071,14	R\$ 27.146,73	18%	
9007529-3	ENEL CE	592,00	900,00	R\$ 64.454,41	R\$ 52.062,77	R\$ 12.391,64	19%	
9007923-0	ENEL CE	690,00	800,00	R\$ 82.967,68	R\$ 68.063,03	R\$ 14.904,64	18%	
9008564-7	ENEL CE	350,00	350,00	R\$ 17.750,14	R\$ 12.453,57	R\$ 5.296,57	30%	
9009823-4	ENEL CE	250,00	250,00	R\$ 36.826,20	R\$ 29.643,98	R\$ 7.182,22	20%	
9007916-7	ENEL CE	290,00	290,00	R\$ 15.103,45	R\$ 10.800,93	R\$ 4.302,52	28%	
9007923-0	ENEL CE	690,00	800,00	R\$ 82.967,68	R\$ 68.063,03	R\$ 14.904,64	18%	
9008564-7	ENEL CE	350,00	350,00	R\$ 17.750,14	R\$ 12.453,57	R\$ 5.296,57	30%	
9009823-4	ENEL CE	250,00	250,00	R\$ 36.826,20	R\$ 29.643,98	R\$ 7.182,22	20%	
9008188-9	ENEL CE	150,00	150,00	R\$ 29.057,43	R\$ 22.965,76	R\$ 6.091,67	21%	
9005572-1	ENEL CE	35,00	35,00	R\$ 8.495,02	R\$ 6.820,12	R\$ 1.674,90	20%	
9005626-4	ENEL CE	35,00	35,00	R\$ 3.269,14	R\$ 2.339,32	R\$ 929,83	28%	
9006489-5	ENEL CE	30,00	30,00	R\$ 4.222,43	R\$ 3.200,19	R\$ 1.022,24	24%	
9006503-4	ENEL CE	30,00	30,00	R\$ 5.300,47	R\$ 4.006,89	R\$ 1.293,58	24%	
9007094-1	ENEL CE	30,00	30,00	R\$ 3.966,41	R\$ 2.993,63	R\$ 972,79	25%	
9007095-0	ENEL CE	30,00	30,00	R\$ 2.527,74	R\$ 1.512,19	R\$ 1.015,55	40%	
9007096-8	ENEL CE	30,00	30,00	R\$ 3.991,91	R\$ 2.987,38	R\$ 1.004,53	25%	
9007111-5	ENEL CE	30,00	30,00	R\$ 6.528,18	R\$ 4.999,24	R\$ 1.528,94	23%	
9007161-1	ENEL CE	65,00	65,00	R\$ 10.528,99	R\$ 7.499,02	R\$ 3.029,97	29%	
9007166-2	ENEL CE	30,00	30,00	R\$ 3.907,61	R\$ 2.918,79	R\$ 988,82	25%	
9007257-0	ENEL CE	40,00	40,00	R\$ 6.407,50	R\$ 4.830,89	R\$ 1.576,61	25%	
9007258-8	ENEL CE	30,00	30,00	R\$ 4.699,73	R\$ 3.525,19	R\$ 1.174,53	25%	
9007259-6	ENEL CE	30,00	30,00	R\$ 3.281,62	R\$ 2.431,94	R\$ 849,68	26%	
9007260-0	ENEL CE	30,00	30,00	R\$ 4.089,54	R\$ 3.136,32	R\$ 953,22	23%	
9007262-6	ENEL CE	50,00	50,00	R\$ 4.905,98	R\$ 3.672,09	R\$ 1.233,89	25%	
9007756-3	ENEL CE	30,00	30,00	R\$ 4.127,05	R\$ 3.057,88	R\$ 1.069,16	26%	
9008244-3	ENEL CE	100,00	100,00	R\$ 13.650,50	R\$ 10.375,79	R\$ 3.274,71	24%	
9008304-0	ENEL CE	70,00	70,00	R\$ 12.118,15	R\$ 9.078,30	R\$ 3.039,85	25%	
9008345-8	ENEL CE	50,00	50,00	R\$ 7.056,65	R\$ 5.345,39	R\$ 1.711,26	24%	
9010494-3	ENEL CE	35,00	35,00	R\$ 5.727,64	R\$ 4.236,34	R\$ 1.491,30	26%	
Total				R\$ 369.319,74	R\$ 298.095,42	R\$ 71.224,32	19%	
Preço Médio - Energia Incentivada 50%				R\$233,75				

Fonte: relatório de análise de viabilidade (PRIME ENERGY, 2018)

#### 4.4 Síntese e Considerações

Conforme exposto nas seções anteriores o METROFOR atende aos requisitos necessários para migrar para o ACL na categoria de Consumidor Especial, adquirindo portanto energia de fonte incentivada. O fornecedor de energia deve ser contratado através de um processo de licitação pública, visto que o METROFOR é uma empresa governamental.

A empresa ganhadora da licitação da compra de energia pode ser um Comercializador, como as consultadas para os estudos de viabilidade, ou um Gerador diretamente, a depender da proposta financeira inscrita no processo.

A migração parcial proposta pela COMERC não é viável no ponto de vista administrativo, pois seriam necessários dois processos de licitação, nos quais a empresa gestora e as condições do contrato podem ser diferentes. Com isso, teríamos um sistema elétrico único (METROFOR) gerido sempre de forma fragmentada e independente.

O estudo da Prime Energy apresenta uma metodologia de estimativa de economia pouco realista, visto que não considera apenas uma média dos valores anuais previstos. Neste

caso, não é possível analisar a viabilidade de um contrato de curto prazo, ou mesmo a progressão do percentual de economia, pois no resultado deste estudo podem estar embutidos alguns meses de prejuízo para certas UCs.

Do ponto de vista financeiro, não é prudente apostar em uma possível economia futura em troca de um prejuízo presente real. Por este motivo, a partir da análise dos estudos das empresas comercializadoras baseados nas atuais previsões do mercado e do conhecimento do sistema do METROFOR, aconselha-se que a migração seja programada para o ano de 2020.

A principal razão para adiar a migração é que a vantagem financeira somente abrangerá todas as unidades com a possível melhora do mercado nos próximos dois anos. A migração de todas as UCs em conjunto reduz as burocracias relativas à contratação e facilita o processo de administração em geral.

Paralelamente, é de vital importância o acompanhamento constante do mercado de energia e das previsões de custos tanto no ACL como no ACR. Por tratar-se de um mercado especulativo, os resultados de viabilidade financeira podem sofrer alterações em curtos períodos de tempo.

Uma informação importante de se considerar é o prazo mínimo entre a denúncia do contrato com a distribuidora e a permissão para compra da energia em outro mercado. Segundo a Resolução N° 247/2006 da ANEEL:

“O Consumidor Especial, cujo contrato de fornecimento com a concessionária ou permissionária de distribuição seja de prazo indeterminado, só poderá adquirir energia elétrica oriunda de empreendimentos de que trata o art. 1o desta Resolução 180 (cento e oitenta) dias após declaração formal desta opção à concessionária ou permissionária de distribuição.” (ANEEL, 2006)

#### ***4.4.1 Payback Estimado***

Como descrito no tópico 4.3 Estudo de Caso METROFOR, a migração para o MLE necessita de certo investimento financeiro imediato, além dos custos mensais relativos ao consumo e manutenção do contrato de energia.

Este investimento foi classificado entre serviço, infraestrutura e burocrático, sendo este primeiro de difícil dimensão, dada a imprevisibilidade do salário do gestor da empresa e a remuneração da comercializadora, caso contratada. Portanto, neste tópico apenas será considerado o investimento burocrático e em infraestrutura, utilizando como base os montantes relativos à migração de todas as UCs apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Investimentos relativos a adesão ao ACL

Descrição	Valor Unitário	Aplicação	Valor Total
Adequação do SMF	R\$ 20.000,00	Individual (29 UCs)	R\$ 580.000,00
Taxa única de adesão à CCEE	R\$ 6.000,00	Única (CNPJ)	R\$ 6.000,00
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>R\$ 586.000,00</b>

Fonte: elaborada pelo autor.

O *payback* aproximado será calculado considerando a migração em 2020, considerando-se o preço médio da energia no ACL indicado pela Prime Energy e consequentemente a economia mensal calculada para cada UC em seu estudo.

De acordo com os dados apresentados na Figura 15, a economia mensal das 29 UCs é no valor de **R\$ 71.224,32**. Uma simples divisão permite constatar que o tempo aproximado para retorno do investimento inicial da migração das UCs consideradas é de **9 meses**.

Vale ressaltar que este valor de economia não considera a remuneração da empresa comercializadora nem de funcionários do setor, portanto na realidade o tempo de retorno será um pouco maior.

De toda forma, considerando estas condições de migração (preço da energia no ACL em torno de 0,234 R\$/kWh em 2020), tem-se um rápido retorno financeiro, sendo a mudança na contratação de energia uma excelente estratégia de economia na empresa.

#### 4.4.2 Processo de Licitação

Como dito anteriormente, sendo o METROFOR uma empresa pertencente ao Governo Estadual do Ceará, toda e qualquer contratação de serviços deve ser realizada por meio de um processo de licitação pública.

O edital de licitação para contratação do fornecedor de energia elétrica do METROFOR pode ser elaborado com base em editais de outras empresas já integradas no ACL. Durante as pesquisas para elaboração deste trabalho, foram obtidos dois editais que podem ser usados como modelo.

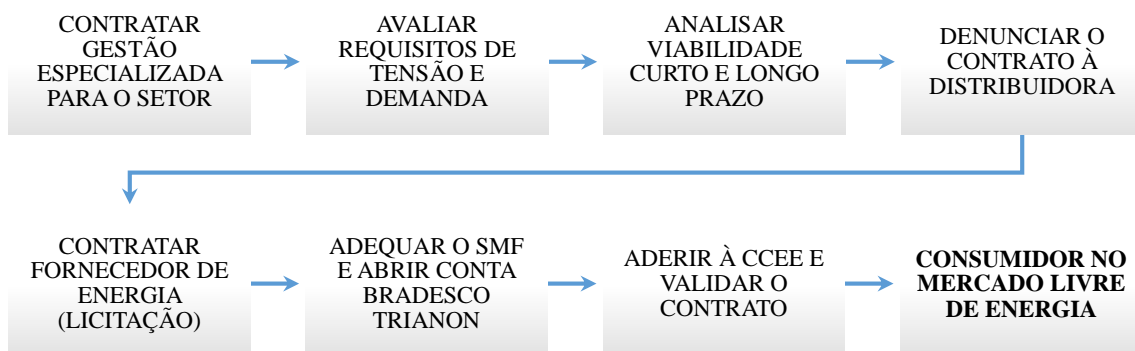
O primeiro e mais relevante é do Metrô de São Paulo, cujo sistema possui características similares ao METROFOR, embora com maiores dimensões. Além de possuir também um sistema de transporte elétrico de carga móvel, a documentação disponibilizada (edital de licitação e contrato) já passou por diversas revisões, corrigindo eventuais falhas que

acarretaram problemas durante a vigência do contrato.

Durante o contato com os encarregados do setor elétrico da empresa, foi possível sanar algumas dúvidas em relação ao tema. Além do relator de sua experiência com a migração ao MLE, discutiu-se alguns pontos jurídicos que podem ser adequados para este tipo de cliente, como o deslocamento do horário de ponta da distribuidora.

Na Figura 17 consta um resumo do procedimento completo a ser realizado para a adesão de um empresa com as características do METROFOR ao ACL.

Figura 17- Quadro resumo do procedimento de adesão



Fonte: elaborada pelo autor.

## 5. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi detalhado o processo de análise técnico-econômica para realização da mudança na forma de contratação de energia do METROFOR do ACR para o ACL. Os resultados da análise de viabilidade foram baseados nos indicadores de consumo e nas previsões a respeito do preço da energia comercializada no MLE ao longo dos próximos quatro anos.

Como explanado, embora o METROFOR possua várias linhas independentes em circulação, apenas a linha Sul possui um sistema elétrico de proporções suficientes para justificar uma migração ao ACL, sendo as demais de demanda inferior, atendidas majoritariamente em tensão secundária.

Nesse panorama, selecionou-se as UCs atendidas em média e alta tensão, as quais enquadram-se no perfil de consumidor Especial no ACL. Esta classificação implica em obrigatoriedade da compra de energia incentivada, que embora possua um valor mais elevado, suscita um desconto nas tarifas relacionadas ao uso do sistema de distribuição.

As UCs da linha Sul, excetuando-se as três SSR, devem ser agrupadas como consumidor unificado para realização da contratação de energia no ACL, em virtude de seus valores individuais de demanda elétrica não atingirem o mínimo requerido. Isso apenas é possível para os consumidores especiais, cadastrados com o mesmo CNPJ.

Foram contatadas duas empresas comercializadoras de energia para realizassem um estudo da viabilidade da migração do METROFOR no cenário atual do mercado de energia. Para que o estudo fosse realizado foi fornecida uma planilha com os dados de demanda e consumo medidos no ano de 2017, sendo também utilizada como base para o comparativo do faturamento as atuais tarifas de energia homologadas pela ANEEL em 2018 para a distribuidora local, ENEL CE.

A partir dos mesmos dados, as duas empresas retornaram estudos com resultados diferentes, em razão da aplicação de metodologias distintas na estimativa do percentual de economia.

Por utilizar uma estimativa de faturamento anual, o estudo de viabilidade realizado pela COMERC permite constatar que no ano de 2019 o valor da energia proveniente de fontes incentivadas está acima do atual vigente no ACR. Embora algumas UCs apresentem economia com a migração, em virtude do desconto da TUSD, ao analisar o sistema como um todo constata-se um prejuízo financeiro com a imediata migração.

Como solução, a empresa propõe uma migração parcial, visto que o valor previsto para os anos seguintes é muito mais atrativo, apresentando economia para todas as unidades. No entanto, isso não é viável do ponto de vista administrativo, visto que a administração de dois contratos de energia independentes (um feito em 2019 e outro em 2020) gera entraves burocráticos, dada a fragmentação de um sistema elétrico interligado.

O estudo apresentado pela Prime Energy utiliza no cálculo do percentual de economia decorrente da migração uma média dos preços previstos para os quatro próximos anos para a energia no ACL. Este valor está abaixo do vigente no ACR, resultando em economia positiva para todas as UCs avaliadas, resultado que encobre o prejuízo obtido em 2019 com o lucro dos três anos seguintes.

Do ponto de vista financeiro, não é viável apostar em uma estimativa de economia futura em detrimento de um prejuízo presente. Por este motivo, a partir da análise de ambos os estudos com seus dados acerca do mercado atual e futuro, optou-se por não realizar a migração do METROFOR no ano de 2019.

Aconselha-se no entanto que a migração seja programada para o ano de 2020, quando o valor mais baixo da energia no ACL permitirá uma boa margem de economia à todas as UCs do METROFOR. Com isso, será realizado o agrupamento do sistema completo, reduzindo as burocracias com o processo de migração e administração do novo setor de contratação de energia.

Por tratar-se de um mercado especulativo, os resultados de viabilidade financeira podem sofrer alterações em curtos períodos de tempo. Portanto, é de vital importância o acompanhamento constante do mercado de energia, reavaliando periodicamente as tarifas e encargos tanto no ACL como no ACR.

Em relação aos investimentos, calculou-se um total de R\$ 586.000,00 para migração de todas as 29 UCs analisadas. Neste valor, inclui-se a taxa de adesão à CCEE e a troca de todos os painéis do SMF pelo o modelo exigido no procedimento de rede descrito no Submódulo 12.2 da ONS.

Utilizando como base os valores médios de economia apresentados no estudo da Prime Energy, a economia das 29 UCs em conjunto soma o valor mensal de R\$ 71.224,32. Um cálculo simples permite constatar que o tempo aproximado para retorno do investimento inicial da migração das UCs consideradas é de 9 meses. Como não considerou-se a remuneração da empresa comercializadora e demais funcionários do setor, este tempo deve tornar-se mais longo na perspectiva real.

Sendo o METROFOR uma empresa pertencente ao Governo Estadual do Ceará, toda e qualquer contratação de serviços deve ser realizada por meio de um processo de licitação pública.

O edital de licitação para contratação do fornecedor de energia elétrica pode ser elaborado com base no de empresas mais experientes com esta forma de contratação de energia. Durante as pesquisas para elaboração deste trabalho, foram obtidos documentos, de domínio público, que podem ser utilizados como base para elaboração da documentação necessária ao processo de migração tarifária. Dentre estes documentos destaca-se o último edital de contratação de energia do Metrô de São Paulo, cujo sistema possui características muito similares ao METROFOR.

Portanto, estipula-se que a migração do sistema da linha Sul do METROFOR para o MLE está prevista para o ano de 2020. Neste meio tempo, manter-se-á o acompanhamento constante do mercado de energia, realizando sempre que necessário uma nova análise do panorama de migração.

Sugere-se por fim, como trabalhos futuros, a expansão desta análise para a nova linha Leste do METROFOR, também equipada com TUEs, cujo projeto foi retomado recentemente. Também pode-se cogitar que caso haja a ampliação dos sistemas do interior do estado (linhas Cariri e Sobral), com o aumento da demanda elétrica e tensão de fornecimento, estes também estariam aptos a ingressar no ACL, havendo portanto a necessidade de realizar um estudo similar ao aqui apresentado.

## REFERÊNCIAS

ABRACEEL. **Cartilha - Mercado Livre de Energia Elétrica**. 2017. Disponível em: <[https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-783681287-monitor-crt-17-\\_JM](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-783681287-monitor-crt-17-_JM)>.

ANEEL. **A ANEEL**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/a-aneel>>.

ANEEL. **Competências da ANEEL**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/competencias>>.

ANEEL. **Entendendo a Tarifa**. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/entendendo-a-tarifa/-/asset\\_publisher/uQ5pCGhnyj0y/content/composicao-da-tarifa/654800?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fentendendo-a-tarifa%3Fp\\_p\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_uQ5pCGhnyj0y%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_](http://www.aneel.gov.br/entendendo-a-tarifa/-/asset_publisher/uQ5pCGhnyj0y/content/composicao-da-tarifa/654800?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fentendendo-a-tarifa%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_uQ5pCGhnyj0y%26p_p_lifecycle%3D0%26p_)>.

ANEEL. **Regras de Comercialização - Glossário de Termos**.

ANEEL. **RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 2.383 DE 17 DE ABRIL DE 2018**. 2018c.

ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 622, DE 19 DE AGOSTO DE 2014**. 2014a.

ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 247, DE 21 DE DEZEMBRO DE 2006**. 2006.

ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 337, DE 11 DE NOVEMBRO DE 2008**. 2008.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 479, de 3 de abril de 2012**. p. 56, 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012479.pdf>>.

ANEEL. **SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO Perspectivas do Regulador**. . [S.l: s.n.]. , 2014b

ANEEL. **Submódulo 7.3 - Tarifas de Aplicação**. p. 1–9, 2015b.

ANSALDOBREDA. **Proposta Técnica - Trem Unidade Elétrica (TUE)**. p. 1–169, 2009.

CAVALCANTI, Flavio R. **Metrô do Cariri - As estações em construção**. Disponível em: <<http://vfco.brazilia.jor.br/TU/Cariri/estacoesMetroCariri.shtml>>.

CCEE. **13 - Penalidades de Energia**. p. 1–73, 2018a.

CCEE. **8 - Encargos**. p. 1–93, 2018b.

CCEE. **Agentes CCEE - Comercialização**. Disponível em: <[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/quem-participa/como\\_se\\_dividem?\\_adf.ctrl-state=gjrxyntg\\_79&\\_afLoop=105719481947966#!>](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/quem-participa/como_se_dividem?_adf.ctrl-state=gjrxyntg_79&_afLoop=105719481947966#!>)>.

CCEE. **Agentes CCEE - Distribuição**. Disponível em: <[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/quem-](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/quem-)>



participa/como\_se\_dividem?\_adf.ctrl-state=gjrxyntg\_79&\_afrLoop=105719481947966#!>.

**CCEE. Agentes CCEE - Geração.** Disponível em:

<[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/quem-participa/como\\_se\\_dividem?\\_adf.ctrl-state=gjrxyntg\\_79&\\_afrLoop=105719481947966#!](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/quem-participa/como_se_dividem?_adf.ctrl-state=gjrxyntg_79&_afrLoop=105719481947966#!)>.

**CCEE. Ambiente Livre e Ambiente Regulado.** Disponível em:

<[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/como-participar/ambiente-livre-ambiente-regulado?\\_adf.ctrl-state=4xbmzfu3a\\_50&\\_afrLoop=36457783224918](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/como-participar/ambiente-livre-ambiente-regulado?_adf.ctrl-state=4xbmzfu3a_50&_afrLoop=36457783224918)>.

**CCEE. Comercialização - Mercado de Curto Prazo.** Disponível em:

<[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/onde-atuamos/comercializacao?\\_adf.ctrl-state=4xbmzfu3a\\_50&\\_afrLoop=37230173902942#!](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/comercializacao?_adf.ctrl-state=4xbmzfu3a_50&_afrLoop=37230173902942#!)>.

**CCEE. Contratação de Energia de Reserva.** 2015.

**CCEE. Liquidação Financeira.** 2006.

**CCEE. Quem são os agentes.** Disponível em:

<[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/quem-participa/quem\\_sao\\_os\\_agentes?\\_adf.ctrl-state=4xbmzfu3a\\_50&\\_afrLoop=38105500788906](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/quem-participa/quem_sao_os_agentes?_adf.ctrl-state=4xbmzfu3a_50&_afrLoop=38105500788906)>.

**CCEE. Razão de Ser.** Disponível em:

<[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/quem-somos/razao-de-ser?\\_adf.ctrl-state=4xbmzfu3a\\_50&\\_afrLoop=36440315833306](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/quem-somos/razao-de-ser?_adf.ctrl-state=4xbmzfu3a_50&_afrLoop=36440315833306)>.

**CCEE. Regras de Comercialização Cálculo do Desconto Aplicado à TUSD / TUST.** p. 36, 2014.

**COMERC. Análise de Viabilidade ACL - Metrofor.** . [S.l: s.n.], 2018.

LIMA, Assis e PEREIRA, José Hamilton. **Estradas de Ferro no Ceará.** 1. ed. Fortaleza: [s.n.], 2007.

LORENZO, Helena Carvalho De. **O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO : PASSADO E FUTURO.** 2002.

**METROFOR. Estações da Linha Sul.** Disponível em:

<<http://www.metrofor.ce.gov.br/index.php/linha-sul-estacoes>>.

**METROFOR. História do METROFOR.** Disponível em:

<<http://ww5.metrofor.ce.gov.br/historia-do-metrofor/>>.

**METROFOR. Linha Sul do Metrô Fortaleza: Dois anos de espera pela operação comercial.** Diário do Nordeste, 2014. Disponível em:

<<http://www.antp.org.br/noticias/clippings/linha-sul-do-metro-fortaleza-dois-anos-de-espera-pela-operacao-comercial.html>>.

**METROFOR. Metrô de Sobral.** Disponível em:

<<http://www.metrofor.ce.gov.br/index.php/categoria-5?cssfile=principal2.css>>.

**METROFOR. Metrô do Cariri.** Disponível em:

<<http://www.metrofor.ce.gov.br/index.php/categoria-4?cssfile=principal5.css>>.

**ONS. Sistema de transmissão - horizonte 2017.** 2017. Disponível em:

<[http://ons.org.br/\\_layouts/download.aspx?SourceUrl=http://ons.org.br/Mapas/SistemadeTransmissao\\_Horizonte2017.pdf](http://ons.org.br/_layouts/download.aspx?SourceUrl=http://ons.org.br/Mapas/SistemadeTransmissao_Horizonte2017.pdf)>.

**ONS. Sobre o ONS - Atuação.** Disponível em: <<http://ons.org.br/paginas/sobre-o-ons/atuacao>>.

**POVO, O. Infraestrutura do METROFOR.** Disponível em:

<<http://www.anuarioceara.com.br/metrofor/>>.

**PRIME ENERGY. Análise de Viabilidade ACL - Metrofor.** . [S.l: s.n.], 2018.

**PUC, RIO. O Setor Elétrico Brasileiro ( SEB ).** 2010.

**SARAIVA COUTINHO DE ANDRADE, Fellipe. ESTUDOS E MEDIDAS QUE VISAM A ECONOMIA DE ENERGIA ELÉTRICA E A REDUÇÃO DO FATURAMENTO MENSAL DAS CONTAS DE ENERGIA DA COMPANHIA CEARENSE DE TRANSPORTES METROPOLITANOS.** 2017. 2017.

**SILVA, Desirée Thamires Da. ESTUDO ANALÍTICO SOBRE ADESÃO AO AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA.** 2017. 2017.

**VLT de Sobral já está com 95% das obras concluídas.** Revista Ferroviária, 2012.

Disponível em:

<<http://www.revistaferroviaria.com.br/index.asp?InCdEditoria=2&InCdMateria=17433>>.