



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação

**Grupo 17 - UFSJ**  
**ALISON RUDÁ DE CAMARGO RA:080562**  
**MARCOS ROBERTO SOARES RA: 208983**  
**RAVÍ ALVES DE PAULA RA: 262178**

**IT304S COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA GRANDES CLIENTES**  
**PROJETO DE CONCLUSÃO DA DISCIPLINA:**  
**ANÁLISE DO PERFIL DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA ENERGÉTICO E VIABILIDADE**  
**DE MIGRAÇÃO UFSJ PARA O ACL**

**CAMPINAS**  
**2021**

## **1. 1ª PARTE DO PROJETO: PRÉ ANÁLISE - UFSJ (GRUPO 17)**

### **1.1 Qual é a sua universidade? Onde fica? Quantos alunos? Qual grupo de consumidores esta universidade está inserida?**

A universidade escolhida para as análises foi a UFSJ – Universidade Federal de São João del-Rei. Ela possui 11 Unidades Consumidoras, das quais 5 delas são do grupo B3 e 6 do grupo A4, sendo esta última o objeto de estudo. As 6 UCs do grupo A4 estão localizadas nas cidades de SETE LAGOAS, DIVINOPOLIS e SAO JOAO DEL REI em MG, atendidas na área de concessão da CEMIG.

Na GRADUAÇÃO foram 10.986 discentes matriculados nos cursos presenciais e 740 nos cursos à distância e na PÓS-GRADUAÇÃO 931 mestrados e 174 doutorados, dados de 2019.

### **1.2 Qualidade dos dados: há dados faltantes? Há consumo atípico em algum mês?**

Em busca da escolha de um período de análise que refletisse de maneira realista o perfil de consumo da universidade, escolhemos o período de Jan/2019 a Dez/2019. Este período no ano de 2019 não apresentou impactos devido a pandemia, sendo o ciclo de 12 meses mais assertivo para nossas análises.

Neste contexto:

- Para a UC 3009010945 foram disponibilizadas as faturas a partir de set/2019, o que indica uma instalação recente, na fatura não foi localizado o valor da TUSD, e foi verificado um consumo maior nos meses 10, 11 e 12 no HP.
- A UC 3009014497 estão registrados todos os dados, foi verificado nos meses 1 e 2 uma queda no consumo no HP.
- A UC 3009016646 está com os valores da TUSD faltantes. Não houve consumo atípico.
- A UC 3010001605 está com os valores da TUSD faltantes. Foi verificado, de Julho a Setembro, uma queda no consumo no HFP.
- Demais unidades apresentaram dados consistentes.

### **1.3 Análise de Demanda: a Demanda Contratada está adequada? Qual deveria ser a demanda?**

Para as seis unidades analisadas foram encontradas algumas oportunidades de otimização na contratação de demanda. Seguem abaixo os detalhes para cada da UFSJ.

- A UC 3009010945 foi verificado que o consumo no HFP está bem próximo do contratado 30kW, diferente da UC 3009014497 que está com 320 kW e apresentou uma média de consumo de 150kW para HP e HFP, para a UC 3009014497 deveria ser ajustado em 200kW.

- Para a UC 3009015700 o valor máximo de demanda registrada no período foi de 202kW, sendo que a demanda contratada é de 320kW, caracterizando uma sobrecontratação. Estudos mais aprofundados da expansão da carga devem ser feitos, a não havendo mudanças expressivas, o patamar de 220kW de demanda contratada atenderia de maneira conservadora a unidade, com uma folga de aproximadamente 10% sobre a maior demanda registrada em 2019.
- Para a UC 3010692289 o valor máximo de demanda registrada no período foi de 119kW, sendo que a demanda contratada é de 320kW, caracterizando uma sobrecontratação. Estudos mais aprofundados da expansão da carga devem ser feitos, a não havendo mudanças expressivas, o patamar de 130 kW de demanda contratada atenderia de maneira conservadora a unidade, com uma folga de aproximadamente 10% da maior demanda registrada em 2019.
- Para a UC 3009016646 o valor máximo de demanda registrada no período foi de 202kW, sendo que a demanda contratada é de 280kW, caracterizando uma sobrecontratação. Estudos mais aprofundados da expansão da carga devem ser feitos, a não havendo mudanças expressivas, o patamar de 222 kW de demanda contratada atenderia de maneira conservadora a unidade, com uma folga de aproximadamente 10% da maior demanda registrada em 2019.
- Para a UC 3010001605 os valores de demanda contratada estão parcialmente aderentes, uma vez que na metade do período analisado os valores registrados estão próximos dos 100% e no restante em cerca de 75% do contratado. Estudos mais aprofundados da expansão da carga devem ser feitos

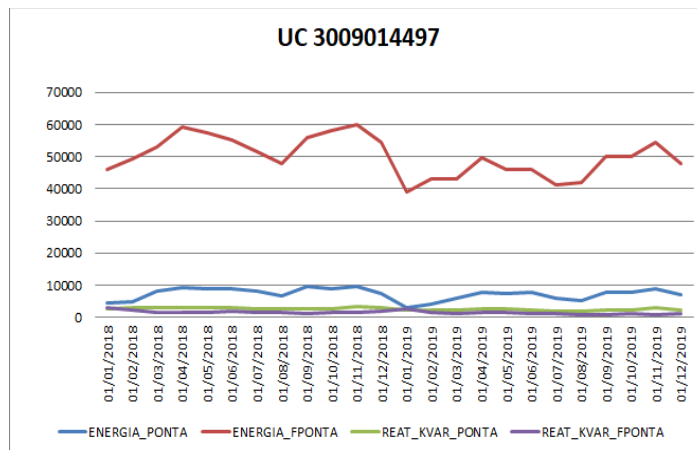
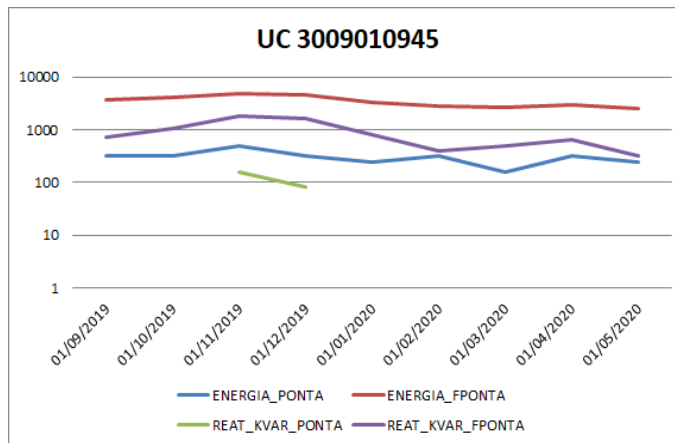
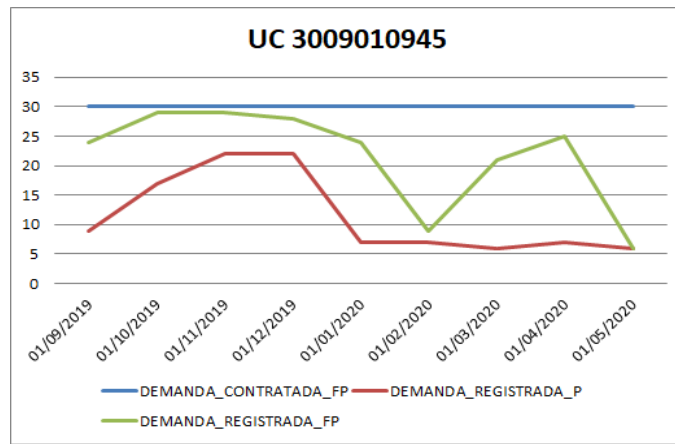
#### **1.4 Análise de Reativos: Há excesso de reativos? É necessário fazer correção do fator de potência da instalação?**

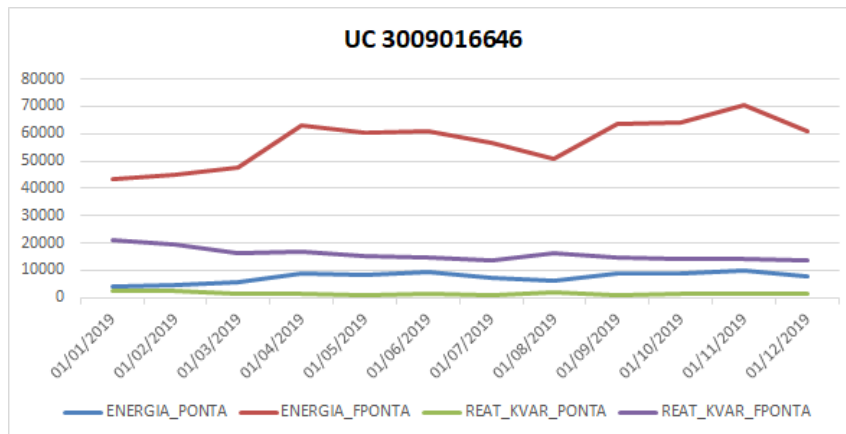
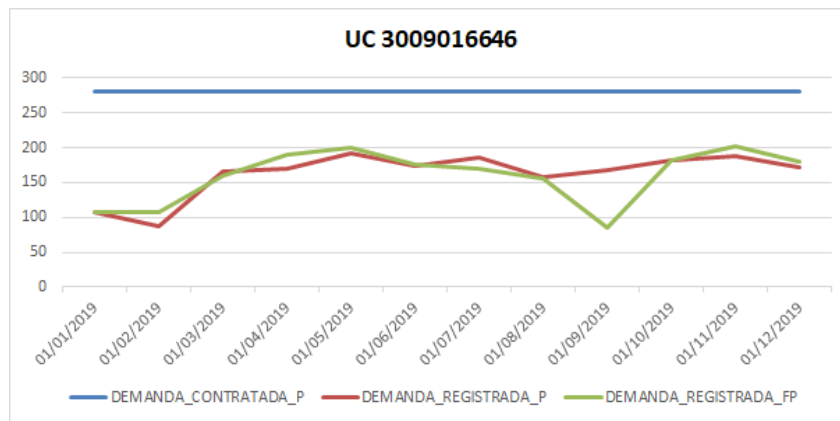
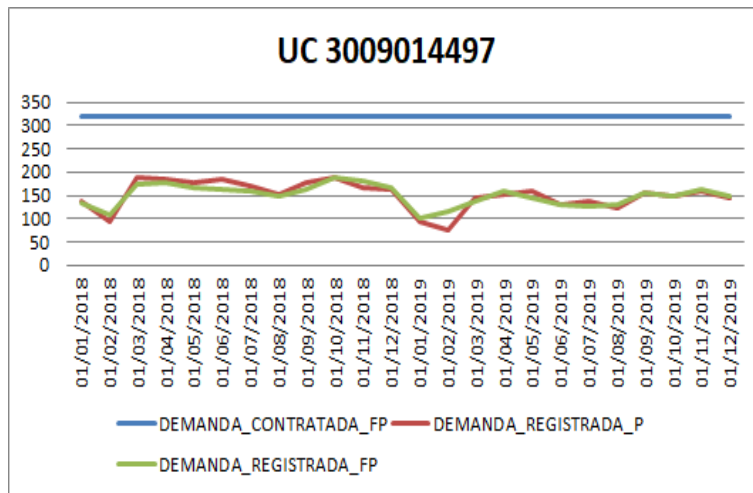
Nenhuma unidade analisada apresentou penalidades sobre os reativos consumidos ou violação de fator de potência, desta forma, não se faz necessária intervenção para correção de fator de potência.

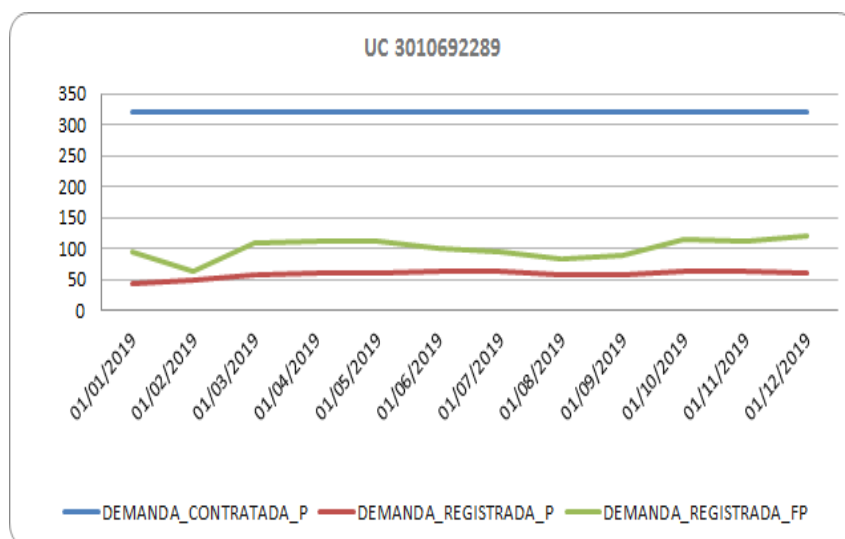
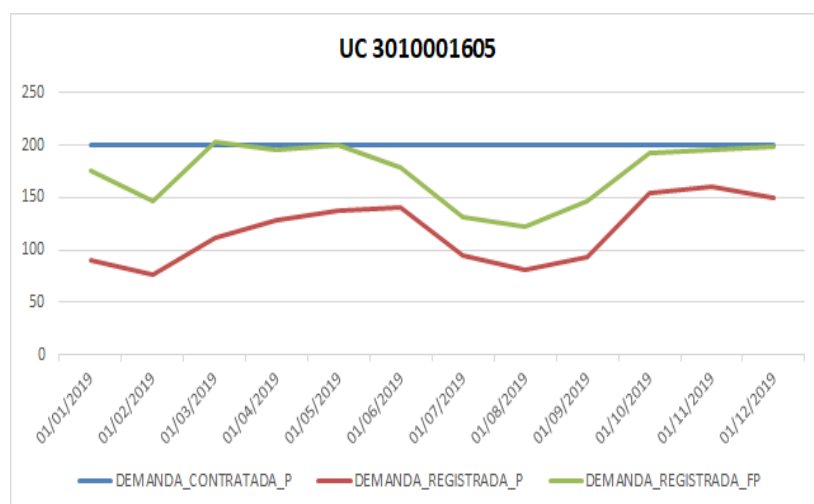
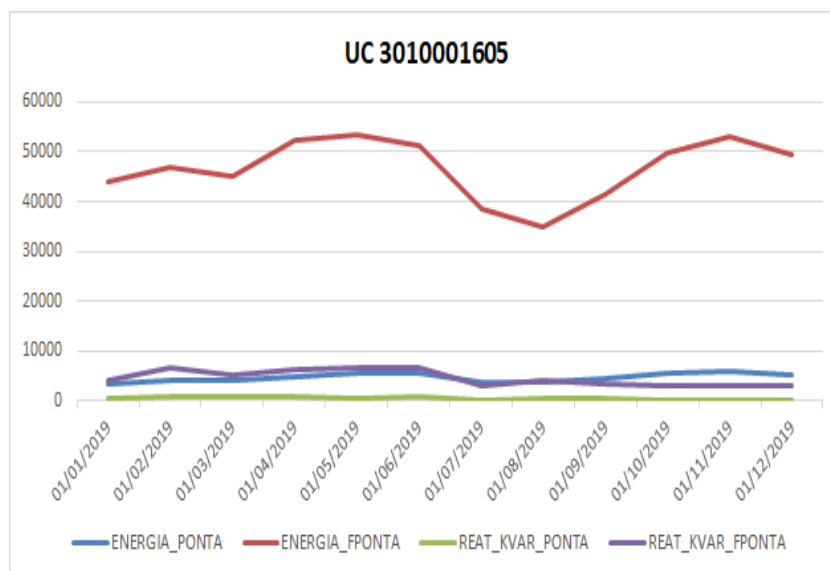
#### **1.5 Existe tendência de crescimento no consumo de energia? E na Demanda Registrada?**

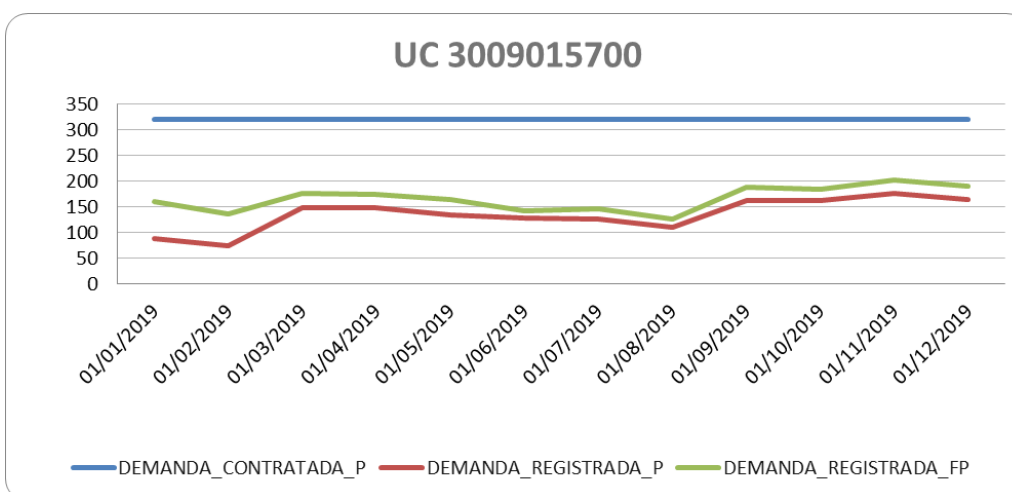
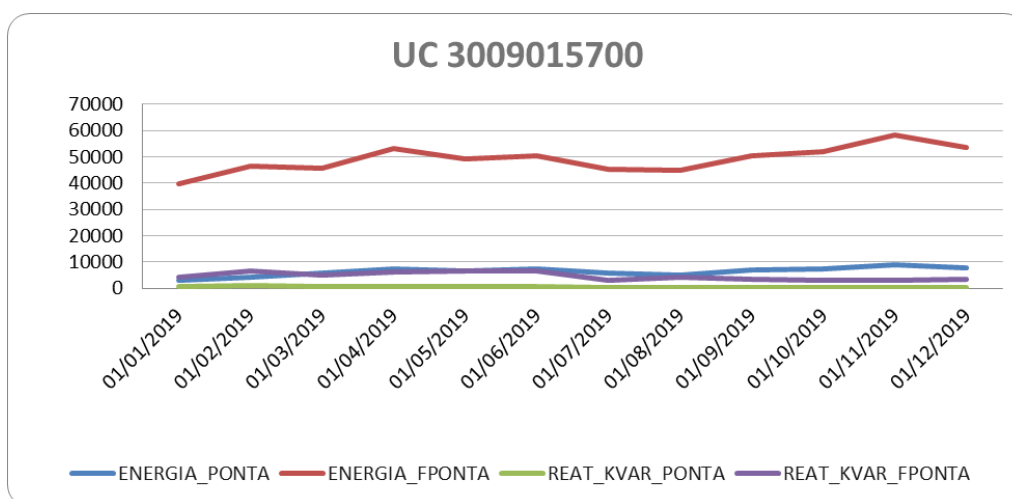
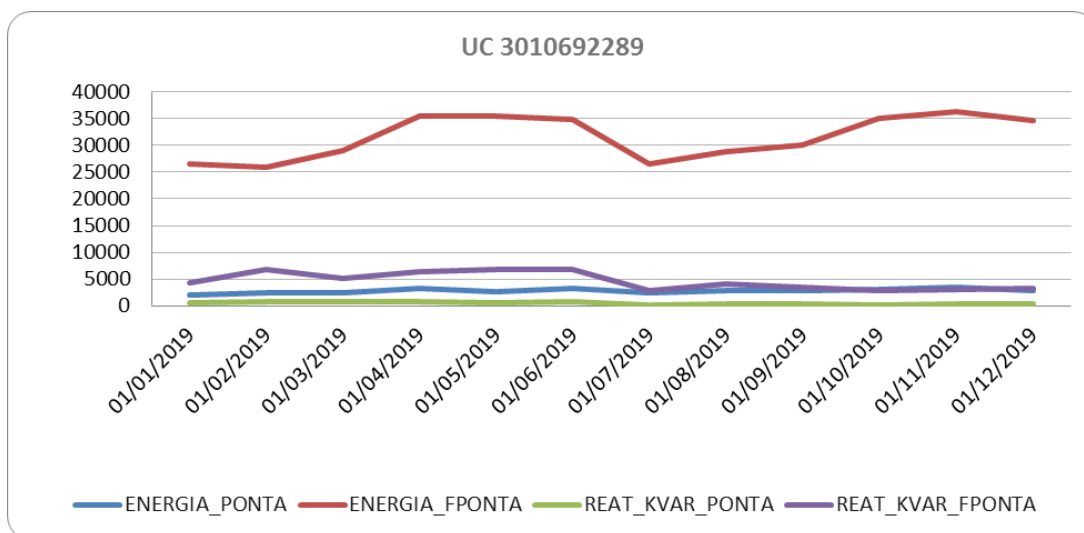
Não foi identificada nenhuma tendência de crescimento ou redução de consumo, tampouco foram identificados padrões de mudança no perfil da demanda.

#### **1.6 Gráficos com Demanda Contratada, Demanda Registrada, Consumo de Energia, etc.;**









### 1.7 Outras análises que os alunos considerem pertinentes.

A análise das unidades da UFSJ apresentaram oportunidades de melhoria interessantes na contratação de demanda. O perfil de consumo e o fator de carga mostraram que a modalidade verde está adequada para o perfil de consumo das unidades.

## 2ª PARTE DO PROJETO: ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE MIGRAÇÃO PARA O MERCADO LIVRE

### 2.1 Vale a pena migrar para o Mercado Livre? Como consumidor livre ou especial?

Os estudos realizados através da modelagem matemática das faturas de energia demonstrou que vale a pena a UFSJ migrar para o Ambiente de Contratação Livre (ACL) como Consumidor especial.

Nos tópicos abaixo, apresentamos a metodologia utilizada e os resultados obtidos.

A análise de viabilidade de migração para o Mercado livre exige o atendimento de alguns critérios, sendo eles critérios técnicos e critérios econômicos.

#### 2.1.1 Critérios técnicos

Nos critérios técnicos, analisamos primeiramente se as unidades atendem os requisitos básicos regulatórios definidos pela ANEEL e exigidos pela distribuidora local, e também os requisitos definidos pela CCEE.

Esses requisitos são:

**Grupo tarifário:** as unidades elegíveis devem estar conectadas em média ou alta tensão, ou seja, grupo A. Segundo a ANEEL [1]: “Grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária, caracterizado pela tarifa binômia e subdividido nos seguintes subgrupos: a) subgrupo A1 – tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV; b) subgrupo A2 – tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV; c) subgrupo A3 – tensão de fornecimento de 69 kV; d) subgrupo A3a – tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV; e) subgrupo A4 – tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV; e f) subgrupo AS – tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição.”

**Demanda contratada:** A exigência mínima de demanda contratada é de 1500 kW para cliente livres e 500 kW para clientes especiais. Segundo a CCEE [2] o consumidor que não tenha demanda suficiente para operar sozinho no ACL, pode realizar comunhão com outras unidades consumidoras. Podem fazer comunhão os Agentes que têm interesse em migrar para o Mercado Livre de Energia (ACL) e não atendem sozinhos o requisito mínimo da demanda contratada de 0,5 MW. Existem dois tipos de comunhão, de fato ou de direito. Na Comunhão de Fato, enquadram-se as unidades consumidoras localizadas em áreas contíguas, ou seja, unidades que são vizinhas ou que fazem fronteira entre si sem obstáculos (logradouro). Na Comunhão de Direito, enquadram-se as unidades consumidoras que possuem a mesma raiz de CNPJ e estão situadas no mesmo submercado e não necessariamente em área contígua.

A despeito do Grupo Tarifário todas as seis unidades da UFJS analisadas atendem esse pré-requisito, pois estão enquadradas no Grupo A4, na modalidade verde.

Na tabela abaixo, apresentamos a demanda contratada das seis unidades da UFJS analisadas.



Unidade	Demanda contratada (kW)
UC1	30
UC2	320
UC3	320
UC4	280
UC5	200
UC6	320

Tabela 2.1: Demanda contratada

Pela Tabela 1, podemos concluir que as seis unidades poderiam atender a demanda mínima exigida pela CCEE [2], desde que realizada a Adesão através do modelo de **Comunhão de Direito**, pois desta forma, o requisito de demanda contratada mínima de 0,5 MW seria atendido. Assim, devido ao perfil de demanda contratada da UFSJ, ela poderia realizar a migração exclusivamente como **Consumidor especial**.

Desta forma, sendo enquadrada como **Consumidor especial**, a UFSJ poderá exclusivamente adquirir energia Incentivada [2], ou seja, energia elétrica oriunda de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) ou de fontes incentivadas especiais (eólica, biomassa ou solar).

### 2.1.2 Critérios econômicos

Para os critérios econômicos, foram considerados o histórico dos doze meses completos do ano de 2019, pois esse é o intervalo completo de um ciclo anual completo mais atualizado onde os dados de consumo mensais não tiveram impacto da atual pandemia. Considerando as tarifas vigentes da CEMIG definidas na “RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA N° 2.757” [3], desenvolvemos um modelo matemático onde os custos relacionados ao ACR são comparados aos custos do ACL. A estrutura detalhada, equações, premissas e parâmetros deste modelo pode ser encontrada na planilha de dados do Grupo 17. A metodologia adotada, foi baseada nas práticas e premissas mais utilizadas nas empresas do mercado de energia.

Considerando algumas referências públicas de preço, tais como a BBCE [4] e Dcide [5], determinamos os parâmetros para a curva de preços de longo prazo para o produto energia incentivada 50%, conforme Tabela 2.

Ano	Preço ACL (R\$/MWh)
2022	230
2023	210
2024	200
2025	190
2026	180

Tabela 2.2: Preços ACL

## 2.2 Qual é a economia estimada?

Baseados na curva de preços da Tabela 2, realizamos as simulações de migração para o ACL, resultando nos resultados abaixo.

Ano	Economia anual (R\$)	Economia (%)
2022	R\$ 379.727,74	16%
2023	R\$ 441.299,28	19%
2024	R\$ 472.085,04	20%
2025	R\$ 472.085,04	21%
2026	R\$ 533.656,58	23%

Tabela 2.3: Economia no ACL vs. ACR

A Tabela 3 mostra que já a migração para o ACL traria uma economia anual mínima de 16% já no primeiro ano de migração, e esta economia seria incrementada na medida que o preço de energia incentivada fosse decrementado ao longo dos anos, podendo alcançar até 23% no ano de 2026. No horizonte de 5 anos, de 2022 a 2026, a UFSJ teria um potencial de economia de até R\$2.298.853,68.

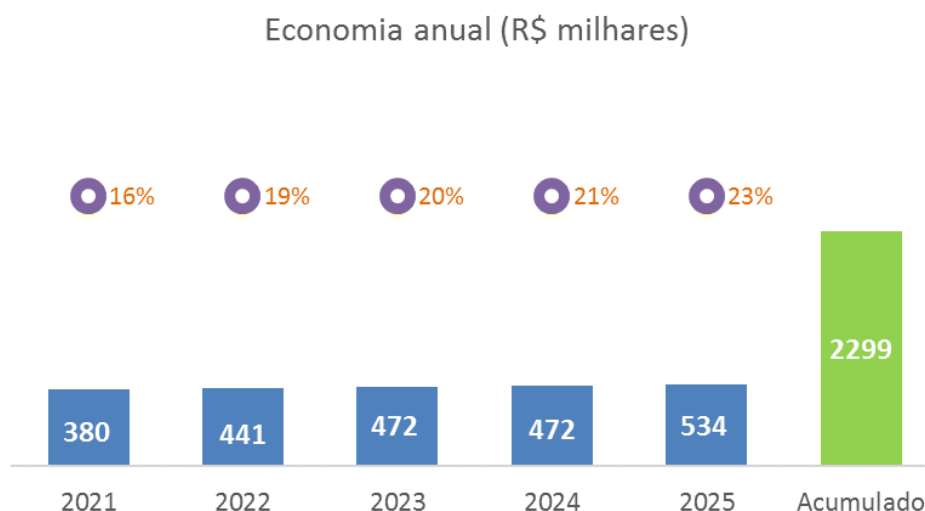


Gráfico 2.1: Economia no ACL vs. ACR

### 2.3 Qual é o preço da energia a partir de quando compensa a migração?

O modelo matemático desenvolvido possui também um módulo de cálculo de **Breakeven**, ou seja, do preço de energia do ACL, em R\$/MWh, onde os custos do ACR e ACL seriam aproximadamente iguais. O Breakeven calculado foi de **R\$375,79 /MWh**. Desta forma, para o produto de energia incentivada 50%, entende-se que qualquer valor de mercado abaixo do Breakeven calculado implicaria em diminuição de custos caso haja a migração.

## 2.4 Qual a recomendação para uma contratação? (Características de contrato como volume, flexibilidade, modulação, sazonalização)

Considerando o período de análise de janeiro de 2019 a dezembro de 2019, o consumo médio mensal das seis unidades foi de 263 MWh, ou seja, aproximadamente 0,360 MWmédios. Tendo em vista encontrar a melhor estratégia de contratação, utilizamos esse consumo médio associado a dois cenários básicos de flexibilidade do contrato. No Gráfico 2.2 e 2.3 abaixo, encontram-se os dados de consumo total das seis unidades da UFSJ, limitados respectivamente pelas flexibilidades contratuais de  $\pm 10\%$  e  $\pm 20\%$ .

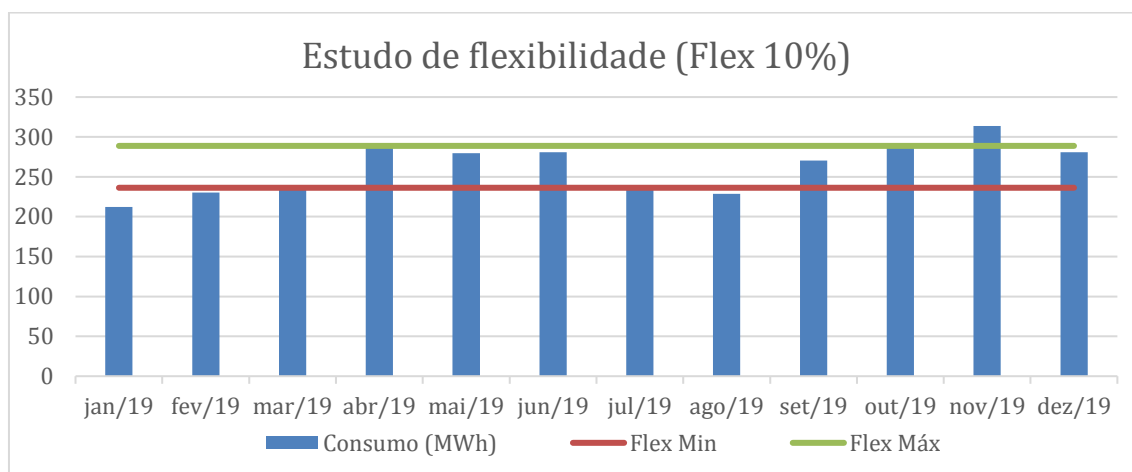


Gráfico 2.2: Limites contratuais para flex de  $\pm 10\%$

Analisando o gráfico 2.2 conclui-se que para a flexibilidade contratual de  $\pm 10\%$  houveram meses em que o consumo ficou fora dos limites máximos, caracterizando déficit de energia, ou dos limites mínimos, caracterizando sobra de energia.

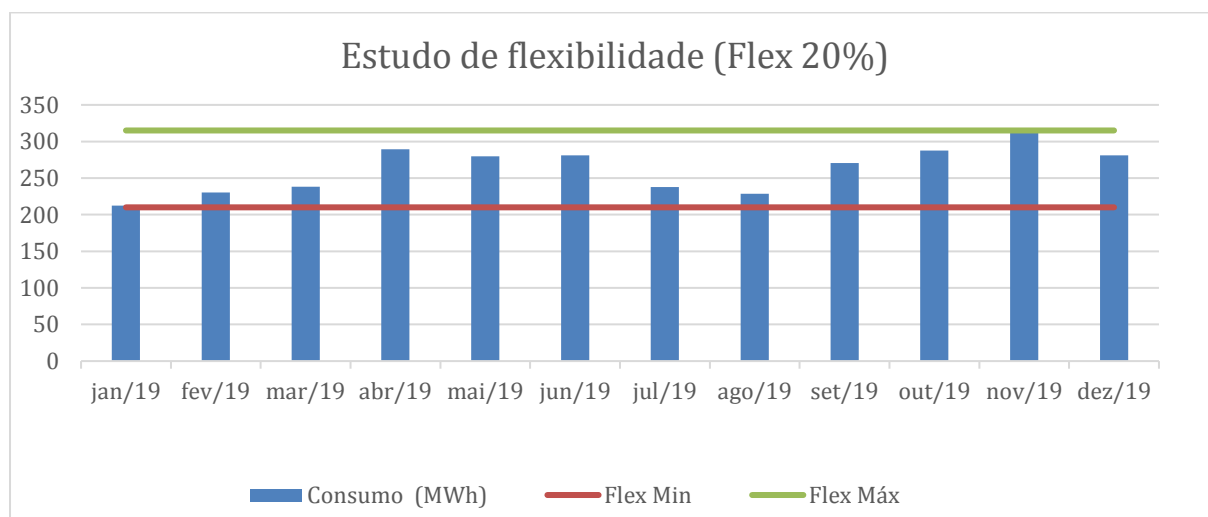


Gráfico 2.3: Limites contratuais para flexibilidade de  $\pm 20\%$

Analisando o gráfico 2.3, conclui-se que para a flexibilidade contratual de  $\pm 20\%$  em todo período de análise o consumo verificado respeitou os limites estabelecidos pela flexibilidade máxima (Take máximo) e flexibilidade mínima (Take mínimo).

Tendo em vista que a previsibilidade de custos é um driver importante para instituições públicas, conclui-se que o cenário de flexibilidade de  $\pm 20\%$  atenderia bem as necessidades da UFSJ, pois, no período analisado evitou a existência de exposições aos custos do PLD e do mercado Spot.

Como não foi possível identificar um padrão sazonalidade no consumo mensal da UFSJ recomenda-se a contratação de um produto de sazonalização de  $\pm 10\%$ . Nesse caso, caso haja no futuro a identificação de um padrão de consumo sazonal, a universidade poderia fazer uma alocação otimizada de seu contrato de energia.

Não foram disponibilizados os dados horário de consumo das unidades, ou seja, as análises foram feitas baseadas no consumo total mensal. Tendo em vista que a partir de janeiro de 2021 a CCEE passará a realizar a apuração horária do consumo de energia, considerando o PLD horário, recomenda-se a UFSJ a contratação do produto com modulação de flexibilidade de  $\pm 100\%$ , amplamente denominada “modulação conforme perfil de consumo”. Desta forma, serão evitadas exposições horárias de energia, lastro e média móvel, evitando custos não previstos.

Na Tabela 2.4 apresentamos os parâmetros do contrato recomendado para UFSJ.

Parâmetro	Recomendação
Volume	263 MWh
Flexibilidade	$\pm 20\%$
Sazonalização	$\pm 10\%$
Modulação	Conforme perfil de consumo

Tabela 2.4: Contrato recomendado

Os parâmetros na Tabela 2.4 tem como objetivo a minimização dos riscos energéticos associados a migração da UFSJ para o ACL, visando sobretudo a previsibilidade dos custos. No cenário base utilizado o contrato recomendado não apresentou nenhuma exposição energética durante o período contratual.

## Conclusão

As análises de migração da UFSJ para o ACL tiveram resultados muito positivos, apresentando um potencial considerável de redução e previsibilidade dos custos com energia elétrica para os próximos anos. Uma vez que o produto recomendado obtido não apresenta nenhuma discrepância dos produtos mais comuns do mercado de energia, o contrato recomendado consiste em um bom ponto de partida para estudos mais aprofundados caso a universidade deseje avançar no tema.

## Referências bibliográficas

[1] – ANEEL: RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 414, DE 9 DE SETEMBRO DE 2010.  
Link acessado em 13/01/2021: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>

[2] – CCEE: Entenda o Mercado e a CCEE.  
Link acessado em 13/01/2021: [https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/como-participar/participe](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/como-participar/participe)

[3] – ANEEL: RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 2.757, DE 18 DE AGOSTO DE 2020.  
Link acessado em 13/01/2021: [biblioteca.aneel.gov.br](http://biblioteca.aneel.gov.br)

[4] – BBCE. Link acessado em 13/01/2021: <https://www.bbce.com.br/curva-forward/>

[5] – Dcide. Link acessado em 13/01/2021: <https://www.dcide.com.br/>