



cgEE

## **Avaliação estratégica de programas em educação superior no âmbito federal**

Relatório contendo proposta de adoção de processo de gestão eficiente da contratação de energia elétrica para as universidades federais

# **Avaliação estratégica de programas em educação superior no âmbito federal**

Relatório contendo proposta de adoção de processo de gestão eficiente da contratação de energia elétrica para as universidades federais



Brasília, DF  
Dezembro, 2022

## Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

*Organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI)*

### Presidente

*Fernando Cosme Rizzo Assunção*

### Diretores

*Ary Mergulhão Filho*

*Luiz Arnaldo Pereira da Cunha Junior*

Relatório contendo proposta de adoção de processo de gestão eficiente da contratação de energia elétrica para as universidades federais. Avaliação estratégica de programas em educação superior no âmbito federal. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2022.

80p: il.

1. Consumo de energia. 2. Universidades Federais. 3. Perfil tarifário.  
I. Título. II. CGEE. III. MCTI.

*Centro de Gestão e Estudos Estratégicos*

*SCN Quadra 2 Bloco A*

*Edifício Corporate Financial Center salas 1102/1103*

*70712-900 - Brasília, DF*

*Telefone: (61) 3424.9600*

<http://www.cgEE.org.br>

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que seja citada a fonte.

#### **Referência bibliográfica:**

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE. **Relatório contendo proposta de adoção de processo de gestão eficiente da contratação de energia elétrica para as universidades federais.** Avaliação estratégica de programas em educação superior no âmbito federal. Brasília, DF: 2022. 80p.

Este relatório publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do 3º Contrato de Gestão CGEE – 1º Termo Aditivo/Projeto: Avaliação estratégica de programas em educação superior no âmbito federal – 8.10.51.05.52.02 / Ministério da Educação/2022.

# **Avaliação estratégica de programas em educação superior no âmbito federal**

Relatório contendo proposta de adoção de processo de gestão eficiente da contratação de energia elétrica para as universidades federais

## **Supervisão**

*Ary Mergulhão Filho*

## **Coordenação**

*Sofia Daher Aranha*

## **Consultores**

*Equipe: Análise dos históricos de consumo de energia*

*Loana Nunes Velasco (coordenadora)*

*Ana Luísa de Brito Fagundes*

*Gabriel Tavares da Silva*

*Irwin Schmitt*

*Leonardo Marques Caldas*

*Equipe: Sistema computacional*

*Renato Coral Sampaio (coordenador)*

*Rodrigo Maia Pereira*

*Bruno Alves Félix*

*Estevão De Jesus Reis*

*Yudi Yamané De Azevedo*

## **Equipe Técnica do CGEE**

*Carlson Batista Oliveira*

*Emilly Caroline Costa Silva*

*José Salomão Oliveira Silva*

## **Apoio técnico**

*Genilda Mota*

*Lília Fernandes*

*Paula Gomes*

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	7
2. OBJETIVO GERAL .....	9
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
3. PREMISSA.....	10
3.1. LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES .....	10
3.2. ANÁLISE DO CONTRATO.....	11
4. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	12
4.1. TARIFA NA MODALIDADE HORÁRIA AZUL .....	12
4.2. TARIFA NA MODALIDADE HORÁRIA VERDE .....	13
4.3. ESCOLHA DA DEMANDA DE CONTRATO .....	14
5. REGRA ANEEL.....	15
6. RESULTADOS.....	18
7. SISTEMA COMPUTACIONAL .....	26
7.1. APRESENTAÇÃO.....	26
7.1.1. Finalidade .....	26
7.1.2. Escopo.....	26
7.1.3. Definições, Acrônimos e Abreviações .....	26
7.1.4. Referências .....	27
7.1.5. Visão Geral.....	27
7.2. REPRESENTAÇÃO ARQUITETURAL.....	27
7.2.1. Entidades.....	27
7.3. METAS E RESTRIÇÕES DA ARQUITETURA.....	29
7.4. VISÃO DE CASOS DE USO .....	30
7.4.1. Perfis de Usuário (Atores) .....	30
7.4.2. Descrição dos Casos de Uso .....	30
7.4.3. Realizações de Casos de Uso.....	32
7.5. VISÃO LÓGICA.....	39
7.5.1. Visão Geral.....	39
7.5.2. Pacotes de Design Significativos do Ponto de Vista da Arquitetura .	40
7.6. VISÃO DE IMPLANTAÇÃO.....	41

7.7. VISÃO DA IMPLEMENTAÇÃO .....	42
7.7.1. Visão Geral.....	42
7.7.2. Camadas .....	43
7.7.3. Backend Django REST .....	43
7.8. TAMANHO E DESEMPENHO .....	45
7.9. QUALIDADE .....	45
7.10. FLUXO DE TELAS.....	46
7.11. TELAS DO SISTEMA.....	47
CONCLUSÕES .....	54
APÊNDICE .....	55
ANEXO I.....	74
LISTA DE TABELAS .....	77
LISTA DE FIGURAS .....	79
LISTA DE GRÁFICOS.....	80

## 1. INTRODUÇÃO

Uma parte considerável dos recursos destinados às universidades está relacionada a despesas vinculadas a serviços básicos, como fornecimento de água, energia elétrica, limpeza, segurança, dentre outros.

Os contratos de energia elétrica para grandes consumidores possuem algumas variáveis que devem ser consideradas além do consumo de energia, tais como: demanda, perfil de consumo, horário de funcionamento, nível de tensão dentre outras. Essas variáveis podem ser muitas vezes desconhecidas pelo gestor, dificultando a gestão dos contratos. Nesse cenário, esse projeto contempla o estudo dos padrões de consumo e desenvolvimento de metodologia capaz de orientar a contratação eficiente do fornecimento de energia, evitando o pagamento de multas ou contratando acima do necessário.

Para a elaboração do estudo, foi necessária a realização de uma análise dos históricos de consumo de energia e demanda medida das unidades de consumo de modo a fazer uma caracterização do perfil tarifário dos contratos de energia elétrica das universidades federais. Essa análise, auxiliada também pela metodologia de cálculo tarifário desenvolvida, permitiu o desenvolvimento desse estudo que pode auxiliar as universidades federais examinar suas faturas de energia elétrica e estudo do contrato para verificar a adequação ao ideal, consequentemente facilitando a gestão dos seus contratos de fornecimento de energia elétrica. As economias obtidas nas despesas com o item de energia elétrica podem, com isso, ser direcionadas para outros itens de dispêndios, permitindo que as universidades foquem seus recursos financeiro nas atividades finalísticas, contribuindo com a realidade orçamentária no âmbito do governo federal.

Adicionalmente, para facilitar a gestão do grande número de Unidades Consumidoras que as Universidades Federais possam ter, foi necessário o desenvolvimento de uma ferramenta computacional capaz de gerar um relatório contemplando as análises e recomendações, a partir da entrada dos dados de consumo e de tarifas contratadas.

À luz dos fatos supracitados, este documento corresponde à entrega do produto “Relatório sobre a eficiência energética nas universidades públicas federais” referente ao estudo sobre a gestão eficiente de tarifas de eletricidade nas universidades federais.

Esse documento contempla em linhas gerais: i) uma proposta metodológica de análise de padrões de consumo e recomendação de contratação tarifária aplicada, num primeiro momento, a seis universidades federais e suas respectivas unidades de consumo; ii) uma visão global das universidades, sendo pelo menos uma de cada região do país, é apresentada com a análise do potencial de economia de recursos; iii) o modelo de relatório produzido por meio da ferramenta computacional, que contempla as análises e recomendações para os gestores institucionais; e iv) a própria ferramenta computacional.



## **2. OBJETIVO GERAL**

Realizar estudo sobre padrão de consumo e elaborar proposta para melhorar a eficiência da gestão de contratos de fornecimento de energia elétrica nas universidades federais, visando reduzir despesas.

### **2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar estudo sobre o padrão de consumo e as tarifas de energia contratadas pelas universidades federais;
- Propor ações para o aprimoramento da gestão da contratação de tarifas de energia elétrica;
- Propor metodologia de monitoramento sistemático de consumo, tarifas e despesas com energia elétrica para ajustes e recomendações para adoção pelas universidades federais;
- Elaborar relatório sobre gestão eficiente da contratação de energia elétrica nas universidades públicas federais.

### 3. PREMISSA

Esta seção apresenta as premissas utilizadas para o desenvolvimento do estudo.

#### 3.1. LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES

A imagem a seguir apresenta o fluxo de atividades para o levantamento de informações que subsidiam a análise do contrato da unidade consumidora.



**Imagem 1** - Fluxograma de classificação das faturas das unidades consumidoras

**Fonte:** elaboração própria, disponível no <https://app.diagrams.net/?page-id=ZxAkyXoPFWoqm2HpXzo7&scale=auto>

As seguintes premissas foram estabelecidas:

- **Desclassificação de faturas anteriores ao ano de 2019:** Para tornar a análise mais próxima do cenário atual de consumo da unidade consumidora, foram desconsideradas faturas anteriores ao ano de 2019.
- **Desclassificação de faturas no período da pandemia de COVID 19:** Devido a implementação de trabalho remoto nas Universidades Federais durante o período de pandemia de COVID 19, verificou-se que o consumo de energia das unidades durante esse período apresentou uma queda significativa, o que não refletia a realidade das universidades, sendo assim foram desconsideradas as faturas de 2020, 2021 e as faturas de 2022 que apresentaram um comportamento semelhante ao da pandemia.
- **Desclassificação de faturas de unidades consumidoras enquadrada como Consumidor Livre:** Para casos em que a

unidade consumidora se encontra no ambiente de comercialização livre de energia (ACL), as faturas foram desconsideradas, uma vez que foge do escopo do projeto.

### 3.2. ANÁLISE DO CONTRATO

Para o desenvolvimento da análise de enquadramento tarifário, as seguintes considerações foram aplicadas:

- Foram analisadas de forma individualizada cada unidade consumidora.
- Foram utilizados os valores de tarifas vigentes da distribuidora da área de concessão da unidade consumidora;
- Não foram considerados no cálculo os encargos setoriais e bandeiras tarifárias;
- Para análise entre os cenários, o valor total da fatura não foi considerado, apenas os valores relacionados ao consumo e demanda. Isso porque, na maioria das distribuidoras, o valor final já possui os tributos, o que dificultaria a análise de viabilidade.

Considerações gerais para análise, conforme Resolução Normativa ANEEL 1.000:

1. Consumidores do grupo A, inclusive cada unidade consumidora que integre comunhão de interesses de fato ou de direito de consumidores especiais e outros usuários: a demanda mínima contratada é 30 kW.
2. A unidade consumidora do grupo A deve ser enquadrada nas seguintes modalidades tarifárias:
  - No caso de tensão de conexão maior ou igual a 69 kV: horária azul; e
  - No caso de tensão de conexão menor que 69 kV: horária azul ou verde, de acordo com a opção do consumidor.

## 4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento desse estudo, para apresentação de proposta de enquadramento tarifário, precisou analisar o consumo da unidade consumidora. O ideal para essa análise é que fosse feita a apreciação de 12 meses de conta, o que representa um ano fiscal, e o perfil de consumo da unidade. As grandezas avaliadas para a realização do monitoramento foram:

- Tensão de fornecimento;
- Consumo na ponta;
- Consumo fora de ponta;
- Demanda medida ponta;
- Demanda medida fora de ponta.

### 4.1. TARIFA NA MODALIDADE HORÁRIA AZUL

A fatura de energia elétrica dos consumidores enquadrados na tarifa horária azul é composta da soma de parcelas referentes ao consumo e demanda, de acordo com o horário do dia. Os cálculos efetuados para obter os custos neste cenário são:

$$V_{consumo} = T_{cp}C_p + T_{cfp}C_{fp} \quad (1)$$

$$V_{demanda} = T_{dp}D_p + T_{dfp}D_{fp} \quad (2)$$

$$V_{ultrapassagem} = 3T_{dp}U_p + 3T_{dfp}U_{fp} \quad (3)$$

Em que:

$V_{consumo}$  = Valor total de consumo (R\$);  
 $V_{demanda}$  = Valor total de demanda (R\$);  
 $T_{cp}$  = Tarifa de consumo na ponta (R\$/MWh);  
 $T_{cftp}$  = Tarifa de consumo fora de ponta (R\$/MWh);  
 $C_p$  = Consumo medido na ponta (MWh);  
 $C_{ftp}$  = Consumo medido fora de ponta (MWh);  
 $T_{dp}$  = Tarifa de demanda na ponta (R\$/kW);  
 $T_{dfp}$  = Tarifa de demanda fora de ponta (R\$/kW);  
 $D_p$  = Demanda contratada na ponta (kW);  
 $D_{fp}$  = Demanda contratada fora de ponta (kW);  
 $U_p$  = Ultrapassagem de demanda na ponta (kW);  
 $U_{fp}$  = Ultrapassagem de demanda fora de ponta (kW).

#### 4.2. TARIFA NA MODALIDADE HORÁRIA VERDE

A fatura de energia elétrica dos consumidores enquadrados na tarifa horária verde é composta da soma de parcelas referentes ao consumo, de acordo com o horário do dia e demanda. Os cálculos efetuados para obter os custos neste cenário são:

$$V_{consumo} = T_{cp}C_p + T_{cftp}C_{ftp} \quad (4)$$

$$V_{demanda} = T_d D \quad (5)$$

$$V_{ultrapassagem} = 3T_d(U_p + U_{fp}) \quad (6)$$

Em que:

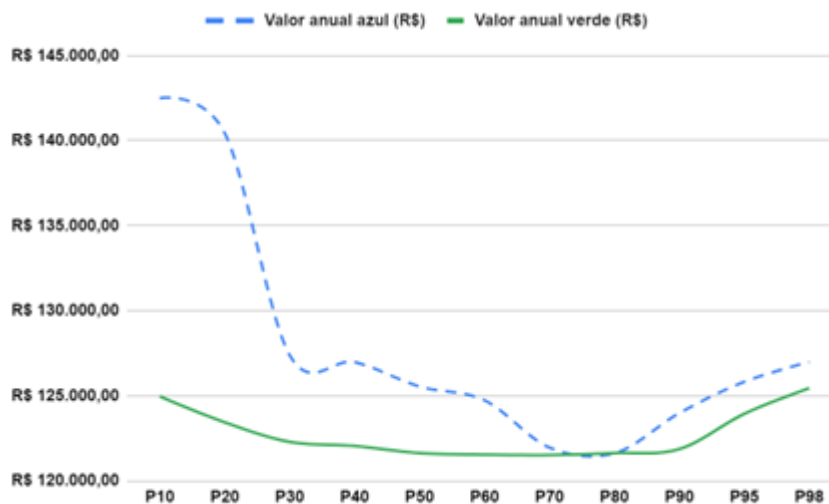
$V_{consumo}$  = Valor total de consumo (R\$);  
 $V_{demanda}$  = Valor total de demanda (R\$);  
 $T_{cp}$  = Tarifa de consumo na ponta (R\$/MWh);  
 $T_{cftp}$  = Tarifa de consumo fora de ponta (R\$/MWh);  
 $C_p$  = Consumo medido na ponta (MWh);  
 $C_{ftp}$  = Consumo medido fora de ponta (MWh);  
 $T_d$  = Tarifa de demanda (R\$/MW);  
 $D$  = Demanda contratada (kW);  
 $U_p$  = Ultrapassagem de demanda na ponta (MW);  
 $U_{fp}$  = Ultrapassagem de demanda fora de ponta (MW).

É importante ressaltar, que no caso da demanda medida, nas duas modalidades tarifárias em que haja ultrapassagem da demanda contratada, a unidade

consumidora paga a multa por ultrapassagem, o que corresponde a três vezes o valor da tarifa de demanda.

### 4.3. ESCOLHA DA DEMANDA DE CONTRATO

Para a análise de demanda e proposta de contratação, utilizou-se a metodologia estatística de percentil, utilizando 10 cenários de percentil 10 a percentil 95, verificando o ponto em que se apresenta o melhor cenário econômico, de forma a aproximar a demanda de seu valor ótimo. O gráfico abaixo apresenta um exemplo em que pode ser vista a análise mencionada.



**Gráfico 1 - Comparativo entre as diferentes proposições de demanda em cenários observados.**

Fonte: elaboração própria.

Para uma análise mais detalhada dos relatórios que serão gerados para as universidades, é necessário observar o modelo de relatório que é apresentado na seção “Apendice” desse documento.

## **5. REGRA ANEEL**

### **Considerações gerais sobre ajuste de contrato conforme resolução da ANEEL 1000, de 7 de dezembro de 2021.**

#### **Do Prazo de Vigência e da Prorrogação**

Art. 133. Os contratos devem observar os seguintes prazos de vigência e condições de prorrogação:

I - indeterminado para o contrato de adesão do grupo B; e

II - 12 (doze) meses para a vigência do CUSD e do CCER, com prorrogação automática por igual período, desde que o consumidor e demais usuários não se manifestem em contrário com antecedência de pelo menos 180 (cento e oitenta) dias em relação ao término de cada vigência.

§ 1º O prazo de vigência e as condições de prorrogação podem ser estabelecidos de comum acordo entre as partes e, se não houver acordo, deve-se observar o inciso II do caput.

§ 2º A distribuidora pode reduzir o prazo de manifestação disposto no inciso II do caput para o CCER, observado o 0.

§ 3º Mediante solicitação expressa do consumidor e demais usuários submetidos à Lei nº 14.133, de 2021:

I - os prazos de vigência e as condições de prorrogação devem observar o disposto na Lei nº 14.133, de 2021, inclusive podendo ser estabelecida vigência por prazo indeterminado; e

II - o contrato com prazo indeterminado deve ser aditivado para estabelecimento de prazo de vigência e as condições de prorrogação, observada a diferença entre a data de solicitação e a do próximo aniversário do contrato:

a) se maior que 180 (cento e oitenta) dias: a vigência será a data do próximo aniversário do contrato; e

b) se menor que 180 (cento e oitenta) dias: a vigência será a segunda data de aniversário do contrato subsequente à data de solicitação.

Seção V

#### **Da Eficiência Energética e do Montante Contratado**

Art. 134. A distribuidora deve ajustar o contrato em razão da implementação de medidas de eficiência energética e da instalação de micro ou minigeração distribuída, observadas as seguintes condições:

I - as medidas devem resultar em redução da demanda e do consumo de energia elétrica ativa e serem comprováveis pela distribuidora;

II - deve haver solicitação do consumidor e demais usuários; e

III - devem ser ressarcidos os investimentos não amortizados, observado o art. 147.

Art. 135. O consumidor e demais usuários devem submeter previamente à distribuidora os projetos básico e executivo das medidas de eficiência energética a serem implementadas, contendo:

I - justificativas técnicas;

II - etapas de implantação;

III - resultados previstos; e

IV - proposta para a revisão contratual e acompanhamento pela distribuidora.

Art. 136. A distribuidora deve informar ao consumidor e demais usuários as condições para a revisão da demanda contratada em até 30 (trinta) dias da apresentação dos projetos de eficiência energética.

Art. 137. O consumidor que pretenda modificar os montantes contratados quando da instalação de micro ou minigeração distribuída deve informar, no pedido de conexão, a proposta com os novos valores a serem contratados.

Parágrafo único. A distribuidora deve celebrar, no prazo de até 30 (trinta) dias, os aditivos contratuais com o consumidor quando da aprovação da conexão de micro ou minigeração ao sistema de distribuição.

### **Do Período de Testes e Ajustes**

Art. 311. A distribuidora deve aplicar o período de testes para unidade consumidora para permitir a adequação da demanda contratada e a escolha da modalidade tarifária, nas seguintes situações:

I - início do fornecimento de energia elétrica;



II - mudança para faturamento aplicável à unidade consumidora do grupo A, cuja opção anterior tenha sido por faturamento do grupo B;

III - enquadramento na modalidade tarifária horária azul; e

IV - Acréscimo de demanda, quando maior que 5% (cinco por cento) da contratada.

Parágrafo único. Quando do enquadramento na modalidade tarifária horária azul, o período de testes abrangerá exclusivamente o montante contratado para o posto tarifário ponta.

Art. 312. O período de testes deve ter duração de 3 (três) ciclos consecutivos e completos de faturamento.

Parágrafo único. A distribuidora pode prorrogar o período de testes, mediante solicitação fundamentada do consumidor.

Art. 313. A distribuidora deve faturar a demanda medida durante o período de testes, exceto na situação de acréscimo de demanda, em que a distribuidora deve considerar o maior valor entre a demanda medida e a demanda contratada anteriormente à solicitação de acréscimo.

§ 1º A distribuidora deve faturar o valor mínimo disposto no caput do art. 148 em ao menos 1 (um) dos postos tarifários.

## 6. RESULTADOS

Essa seção contempla a consolidação dos resultados alcançados pela análise e proposição dos ajustes tarifários aos contratos das universidades avaliadas nesse projeto. Foram analisadas 191 unidades consumidoras no, com diversidades de padrão de consumo, o potencial de economia é de R\$ 2.329.078,45 (dois milhões, trezentos e vinte e nome mil e setenta e oito reais e quarenta e cinco centavos) por ano. A Universidade Federal do Acre apresentou os maiores percentuais de economia anual, com valores variando de 12% a 52,82% (Tabela 2). A Universidade Federal de Minas Gerais (Tabela 10) apresentou o maior potencial de economia, de R\$ 1.050.483,04 (um milhão, cinquenta mil, quatrocentos e oitenta e três reais e quatro centavos) anual, visto que foi a maior universidade avaliada. Por outro lado, a Universidade Federal da Fronteira do Sul apresentou o menor percentual de economia, com uma média de 1,22% (Tabela 4), demonstrando possuir contratos com tarifas mais adequadas. A unidade consumidora nº 109000001-9 da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (Tabela 1), apresentou o maior potencial de economia individual, que foi de R\$ 376.329,00 (trezentos e setenta e seis mil reais e trezentos e vinte e nove reais). Não foi possível realizar a análise de algumas unidades consumidoras, devido à falta de informações, a exemplo da Universidade Federal de Pelotas (Tabela 13).

A análise dessa pequena amostra do total de 69 universidade federais demonstra o potencial que a alteração, que compreende apenas ajustar os contratos de fornecimento de energia elétrica, pode gerar na economia de recursos financeiros dessas instituições sem, contudo, ser necessário investimentos relevantes.

É importante ressaltar que na análise para cada unidade consumidora, de cada universidade, foram gerados documentos individualizados, visto que cada unidade corresponde a um contrato de fornecimento de energia elétrica com a respectiva distribuidora de energia. É importante também considerar que uma mesma universidade pode ter contratos com diferentes distribuidoras de energia, apresentando assim, informações de tarifas diferentes para cada caso. Na seção “Apêndice” desse documento será apresentado um modelo de relatório gerado a partir das análises desenvolvidas nesse estudo. É importante salientar que os

relatórios individualizados de cada unidade consumidora de todas as universidades avaliadas serão disponibilizados em documentos independentes.

**Tabela 1 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul**

Unidade Consumidora	Modalidade tarifária (vigente)	Demanda Contratada (Vigente)	Modalidade tarifária (Proposta)	Demanda Contratada (Proposta)	Economia Anual Prevista	Percentual de Economia Anual
101083-5	Verde	40	Verde	42	R\$ 180,00	3%
1011101-5	Verde	400	Verde	467	R\$ 1500,00	2%
1012035-2	Verde	110	Verde	52	R\$ 19.516,75	27%
1030726-4	Verde	285	Verde	234	R\$ 16.204,21	6%
10979389-4	Verde	150	Verde	196	R\$ 20.407,79	4%
10992569-4	Verde	120	Verde	141	R\$ 2.134,90	1%
18433588	Verde	700	Verde	466	R\$ 72.234,96	10%
18433596	Verde	100	Verde	39	R\$ 17.393,21	32%
101261939-1	Verde	360	Verde	465	R\$ 19.370,14	2%
101346216-3	Verde	120	Verde	120	-	-
101586987-8	Verde	120	Verde	112	R\$ 2.815,00	2%
101605981-8	Verde	70	Verde	70	-	-
103021440-7	Verde	90	Verde	125	R\$ 18.535,86	6%
103049042	Verde	50	Verde	30	R\$ 5.413,39	15%
103077652-0	Verde	80	Verde	81	-	-
103184214-9	Verde	60	Verde	30	R\$ 11.350,80	24%
109000001-9	Azul	1680	Verde	1933	R\$ 376.329,01	9%
103163370-4	Verde	70	Verde	48	R\$ 8.166,90	12%
101156961-3	Verde	148	Verde	131	R\$ 4.826,93	3%
<b>Total</b>					<b>R\$ 596.379,85</b>	

Fonte: elaboração própria.

**Tabela 2 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal do Acre**

Unidade Consumidora	Modalidade tarifária (vigente)	Demanda Contratada (Vigente)	Modalidade tarifária (Proposta)	Demanda Contratada (Proposta)	Economia Anual Prevista	Percentual de Economia Anual
30/77185-7	Verde	30	Verde	30	-	-
30/86965-1	Verde	1900	Verde	750	R\$ 113.850,00	23%
30/86966-9	Verde	50	Verde	30	R\$ 3153,00	17%
30/86967-7	Verde	45	Verde	51	-	-
30/86979-2	Verde	138	Verde	146	-	-
30/125222-0	Verde	80	Verde	46	R\$ 3.366,00	22%
30/226360-6	Verde	200	Verde	96	R\$ 10.031,67	25%
30/303555-7	Verde	150	Verde	61	R\$ 7.407,38	30%
30/357308-6	Verde	170	Verde	98	R\$ 7.085,83	15%
30/377180-5	Verde	80	Verde	30	R\$ 4.950,00	50%
30/390148-5	Verde	50	Verde	30	R\$ 1.862,39	15%
30/603713-9	Verde	50	Verde	36	R\$ 1.235,1	12%
<b>Total</b>					<b>R\$ 152.941,37</b>	

Fonte: elaboração própria.

**Tabela 3 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal do Cariri**

Unidade Consumidora	Modalidade tarifária (vigente)	Demanda Contratada (Vigente)	Modalidade tarifária (Proposta)	Demanda Contratada (Proposta)	Economia Anual Prevista	Percentual de Economia Anual
9006211	Verde	150	Verde	80	R\$17.280,30	18%
9006050	Verde	160	Verde	88	R\$ 18.060,06	14%
9004368	Verde	600	Verde	480	R\$13.945,51	3%
9001888	Verde	400	Verde	467	R\$752,45	-
<b>Total</b>					R\$ 50.038,32	

Fonte: elaboração própria.

**Tabela 4 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal da Fronteira Sul**

Unidade Consumidora	Modalidade tarifária (vigente)	Demanda Contratada (Vigente)	Modalidade tarifária (Proposta)	Demanda Contratada (Proposta)	Economia Anual Prevista	Percentual de Economia Anual
710928754	Verde	197	Verde	267	R\$ 18.222,84	7%
710928754	Verde	53	Verde	37	R\$ 5.815,80	13%
47131642	Verde	490	Verde	588	R\$13.325,28	3%
12298749	Verde	90	Verde	750,72	R\$750,72	22%
710928754	Verde	250	Verde	222	R\$ 10.856,16	3%
93923465	Verde	227	Verde	205	R\$ 1.664,65	2%
710928754	Verde	150	Verde	73	R\$ 20.936,88	17%
93797524	Verde	220	Verde	278	R\$2.472,45	2%
<b>Total</b>					R\$ 74.044,78	

Fonte: elaboração própria.

**Tabela 5 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal de Ouro Preto**

Unidade Consumidora	Modalidade tarifária (vigente)	Demanda Contratada (Vigente)	Modalidade tarifária (Proposta)	Demanda Contratada (Proposta)	Economia Anual Prevista	Percentual de Economia Anual
3011681425	Verde	40	Verde	30	R\$ 1.885,56	6%
3009016508	Verde	1200	Verde	1104	R\$ 82.810,31	5%
3009000013	Verde	200	Verde	200	-	-
3009000011	Verde	65	Verde	40	R\$ 4.813,14	10%
3010279602	Verde	330	Verde	125	R\$ 40.291,44	17%
3009000015	Verde	61	Verde	-	-	-
3011737716	Verde	95	Verde	-	-	-
<b>Total</b>					R\$ 129.800,45	

Fonte: elaboração própria.

**Tabela 6 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal Rural da Amazônia**

Unidade Consumidora	Modalidade tarifária (vigente)	Demanda Contratada (Vigente)	Modalidade tarifária (Proposta)	Demanda Contratada (Proposta)	Economia Anual Prevista	Percentual de Economia Anual
10928	Verde	1300	Verde	-	-	-
3002683422	Verde	82	Verde	-	-	-
5729866	Verde	100	Verde	130	R\$ 7.032,76	6 %
97079358	Verde	114	Verde	136	R\$ 3.631,69	3%
102252209	Verde	130	Verde	165	R\$ 7.643,30	3%

104029574	Verde	178	Verde	114	R\$ 25.112,31	9%
<b>Total</b>					<b>R\$ 43.420,06</b>	

Fonte: elaboração própria.

**Tabela 7 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**

Unidade Consumidora	Modalidade tarifária (vigente)	Demanda Contratada (Vigente)	Modalidade tarifária (Proposta)	Demanda Contratada (Proposta)	Economia Anual Prevista	Percentual de Economia Anual
72537841	Verde	30	Verde	30	-	-
55876251	Verde	35	Verde	30	R\$ 1.432,42	4,50%
66801028	Verde	85	Verde	59	R\$ 4.099,80	2,90%
49161270	Verde	53	Azul	59	-	-
20800215	Verde	950	Verde	917	-	-
20800304	Verde	1525	Verde	1.249	R\$ 47.642,88	2,89%
70601291	Verde	275	Verde	211	R\$ 13.522,32	3,10%
25354728	Azul	2.300,00/ 5.100,00	Azul	2.411,00/ 4.293	R\$ 42.170,28	1%
37984969	Verde	260	Verde	234	R\$ 7.470,32	2,29%
38408139	Verde	360	Verde	378	--	-
38408821	Verde	210	Azul	241	-	-
47528711	Verde	900	Verde	743	R\$ 25.127,44	2,23%
24700801	Verde	60	Verde	57	-	-
67548032	Verde	30	Verde	57	R\$ 15.059,22	11,40%
24703770	Verde	115	Verde	91	R\$ 4.482,19	4,60%
66320747	Verde	136	Verde	84	R\$ 10.698,75	9,90%
38485249	Verde	36	Verde	39	-	-
65253001	Verde	-	Verde	-	-	-
65716914	Verde	-	Verde	-	-	-
<b>Total</b>					<b>R\$ 179.866,64</b>	

Fonte: elaboração própria.

**Tabela 8 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal de São João Del-Rei**

Unidade Consumidora	Modalidade tarifária (vigente)	Demanda Contratada (Vigente)	Modalidade tarifária (Proposta)	Demanda Contratada (Proposta)	Economia Anual Prevista	Percentual de Economia Anual
3009014497	Verde	320	Azul	158/ 155	R\$ 32.648,83	7,60%
3009015700	Verde	320	Verde	192	R\$ 24.909,24	6,37%
3010692289	Verde	320	Azul	320/118	R\$ 41.869,40	16,48%
3009016646	Verde	280	Verde	200	R\$ 15.779,16	3,60%
3010001605	Verde	200	Verde	205	-	-
3009010945	Verde	30	Verde	30	-	-
<b>Total</b>					<b>R\$ 114.363,09</b>	

Fonte: elaboração própria.

**Tabela 9 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal de Alfenas**

Unidade Consumidora	Modalidade tarifária (vigente)	Demanda Contratada (Vigente)	Modalidade tarifária (Proposta)	Demanda Contratada (Proposta)	Economia Anual Prevista	Percentual de Economia Anual
<b>3011190436</b>	Verde	120	Verde	87	R\$ 6.103,26	3,96%
<b>3011339562</b>	Verde	250	Verde	176	R\$ 13.397,40	4,65%
<b>3009018096</b>	Verde	900	Verde	812	R\$ 12.405,00	1,23%
<b>16739202</b>	Verde	150	Verde	78	R\$ 12.703,68	13,37%
<b>Total</b>					R\$ 44.609,34	

Fonte: elaboração própria.

**Tabela 10 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal do Paraná**

Unidade Consumidora	Modalidade tarifária (vigente)	Demanda Contratada (Vigente)	Modalidade tarifária (Proposta)	Demanda Contratada (Proposta)	Economia Anual Prevista	Percentual de Economia Anual
<b>1936654</b>	Verde	80	Verde	33	R\$ 9.402,49	14,75%
<b>1936905</b>	Verde	380	Azul	372	-	-
<b>1940058</b>	Verde	41	Verde	30	R\$ 2.320,56	5,38%
<b>6882104</b>	Verde	130	Verde	104	-	-
<b>19450729</b>	Verde	2100	Azul	2077	-	-
<b>25579096</b>	Verde	90	Verde	60	R\$ 5.936,94	6,33%
<b>25579126</b>	Verde	80	Verde	58	-	-
<b>26657635</b>	Verde	30	Verde	30	-	-
<b>28362136</b>	Verde	77	Verde	70	-	-
<b>32767706</b>	Verde	45	Verde	45	-	-
<b>33261296</b>	Verde	120	Verde	111	R\$ 1.423,98	2,31%
<b>41059611</b>	Verde	40	Verde	36	-	-
<b>41322649</b>	Verde	165	Verde	139	R\$ 4.375,84	2,04%
<b>44860480</b>	Verde	130	Verde	139	-	-
<b>44869940</b>	Verde	190	Verde	160	R\$ 5.265,56	3,04%
<b>44895780</b>	Verde	220	Verde	534	R\$ 153.604,20	15,43%
<b>47953187</b>	Verde	65	Verde	47	R\$ 3.705,51	6,01%
<b>51289970</b>	Verde	30	Verde	30	-	-
<b>54587131</b>	Verde	140	Verde	145	-	-
<b>69860726</b>	Verde	210	Verde	178	-	-
<b>79888534</b>	Verde	500	Verde	462	-	-
<b>87125480</b>	Verde	80	Verde	97	-	-
<b>99476223</b>	Verde	40	Verde	41	-	-
<b>102704724</b>	Verde	250	Verde	144	R\$ 13.796,26	9,99%
<b>Total</b>					R\$ 214.120,89	

Fonte: elaboração própria.

**Tabela 11 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal de Minas Gerais.**

Unidade Consumidora	Modalidade tarifária (vigente)	Demanda Contratada (Vigente)	Modalidade tarifária (Proposta)	Demanda Contratada (Proposta)	Economia Anual Prevista	Percentual de Economia Anual
3009015348	Verde	125	Verde	98	R\$ 5.160,48	3,50%
3009016506	Verde	40	Verde	34	R\$ 1.141,26	9,37%
3009015340	Verde	95	Verde	125	R\$ 9.080,46	3,71%
3009018181	Verde	350	Azul	105/ 228	R\$ 21.395,63	4,04%
3009013410	Verde	200	Verde	272	R\$ 9.973,62	-
3011943490	Verde	30	Verde	-	-	-
3009015069	Verde	750	Verde	486	R\$ 52.398,72	5,06%
3009015066	Verde	350	Verde	481	R\$ 17.912,82	-
3009015071	Verde	390	Verde	-	-	-
3009015909	Verde	90	Verde	297	R\$ 105.640,98	16,48%
3009015338	Verde	50	Verde	34	R\$ 3.076,44	5,03%
3010591090	Verde	30	Verde	-	-	-
3010634292	Verde	100	Verde	-	-	-
3009016408	Verde	30	Verde	-	-	-
3009015341	Verde	220	Verde	-	-	-
3009015334	Verde	200	Verde	188	R\$ 1.786,32	-
3011134447	Verde	345	Verde	182	R\$ 26.943,66	30,58%
3011066319	Verde	400	Verde	122	R\$ 51.257,46	24,12%
3009020549	Verde	90	Verde	-	-	-
3009015342	Verde	100	Verde	-	-	-
3009015065	Verde	230	Verde	150	R\$ 15.580,68	5,38
3009015349	Verde	30	Verde	30	-	-
3010297972	Verde		Verde	206	R\$ 35.329,44	9,27
3010801949	Verde	359	Verde	158	R\$ 38.902,08	24,19
3011657677	Verde	250	Verde	155	R\$ 15.481,44	10,43
3010065811	Verde	49	Verde	30	R\$ 3.771,12	26,87
3009013864	Verde	30	Verde	-	-	-
3009015339	Verde	50	Verde	-	-	-
3009015352	Verde	150	Verde	38	R\$ 21.932,04	25,04
3009015345	Verde	279	Verde	124	R\$ 30.714,78	14,81
3013169547	Verde	435	Verde	77	R\$ 70.510,02	39,77
3011998912	Verde	460	Verde	175	R\$ 53.589,60	24,17
3009007720	Verde	1200	Azul	840	-	-
3009015335	Verde	280	Verde	180	-	-
3011587089	Verde	720	Azul	204	R\$ 108.686,03	18,58
3009018040	Verde	100	Verde	47	R\$ 9.924,00	21,19
3013342419	Verde	-	Verde	-	-	-
3009015344	Verde	150	Verde	-	-	-
3013587066	Verde	150	Verde	30	R\$ 23.817,60	65,16

3009013672	Verde	50	Verde	30	R\$ 3.969,60	11,45
3009015067	Verde	100	Verde	183	R\$ 5.954,4	16,99
3009021576	Verde	30	Verde	-	-	-
3012305605	Verde	280	Verde	111	R\$ 33.195,78	20,50
3009021286	Verde	100	Verde	183	R\$ 48.329,88	12,29
3009015329	Verde	95	Verde	-	-	-
3009015350	Verde	130	Verde	-	-	-
3009021333	Verde	600	Verde	-	-	-
3009015068	Verde	260	Verde	-	-	-
3010504292	Verde	220	Verde	229	R\$ 29.424,66	18,34%
3009015073	Verde	74	Verde	30	R\$ 96.560,52	23,34%
3009015333	Verde	310	Verde	-	-	-
3009015346	Verde	100	Verde	44	R\$ 10.767,54	9,81%
3009015336	Verde	60	Verde	87	R\$ 9.824,760	5,45%
3009015351	Verde	250	Verde	111	R\$ 27.042,90	14,13%
3009015332	Verde	60	Verde	104	R\$ 11.511,84	15,15%
3009015072	Verde	140	Verde	200	R\$ 13.149,30	3,51%
3009015343	Verde	260	Verde	199	R\$ 11.065,26	2,81%
3009015330	Verde	368	Verde	285	R\$ 15.679,92	4,60%
3009015331	Verde	115	Verde	-	-	-
3009015814	Verde	71	Verde	-	-	-
<b>Total</b>					R\$ 1.050.483,04	

Fonte: elaboração própria.

**Tabela 12 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal de Federal de Juiz de Fora**

Unidade Consumidora	Modalidade tarifária (vigente)	Demanda Contratada (Vigente)	Modalidade tarifária (Proposta)	Demanda Contratada (Proposta)	Economia Anual Prevista	Percentual de Economia Anual
3009020499	Verde	400	Verde	391	-	-
3009000028	Verde	100	Verde	90	-	-
3009000027	Verde	67	Verde	67	-	-
3009000026	Verde	1400	Verde	2087	R\$ 290.602,2	6,63%
3010379576	Verde	69	Verde	38	R\$ 5.507,82	8,21%
<b>Total</b>					R\$ 296.110,02	

Fonte: elaboração própria.

**Tabela 13 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal de Pelotas.**

Unidade Consumidora	Modalidade tarifária (vigente)	Demanda Contratada (Vigente)	Modalidade tarifária (Proposta)	Demanda Contratada (Proposta)	Economia Anual Prevista	Percentual de Economia Anual
20800240	Verde	1065	Verde	1065	-	-
23996218	Verde	30	Verde	30	-	-
24712876	Verde	30	Verde	30	-	-



---

<b>24713627</b>	Verde	30	Verde	30	-	-
<b>24713686</b>	Verde	30	Verde	30	-	-
<b>54283272</b>	Verde	120	Verde	120	-	-
<b>55454984</b>	Verde	130	Verde	130	-	-
<b>63746093</b>	Verde	380	Verde	380	-	-
<b>65323891</b>	Verde	160	Verde	160	-	-
<b>65324773</b>	Verde	30	Verde	30	-	-
<b>65370503</b>	Verde	147	Verde	147	-	-
<b>66357748</b>	Verde	70	Verde	70	-	-
<b>67178081</b>	Verde	50	Verde	50	-	-
<b>68650086</b>	Verde	60	Verde	60	-	-
<b>71629971</b>	Verde	45	Verde	45	-	-
<b>72686731</b>	Verde	44	Verde	44	-	-
<b>72719401</b>	Verde	30	Verde	30	-	-
<b>Total</b>					-	-

Fonte: elaboração própria.

## 7. SISTEMA COMPUTACIONAL

### Arquitetura de Software

#### 7.1. APRESENTAÇÃO

Essa seção tem por objetivo apresentar os requisitos, a modelagem, a arquitetura e as telas do sistema computacional de recomendação de contratação de fornecimento de energia elétricas pelas Universidades Federais.

##### 7.1.1. Finalidade

Os tópicos a seguir oferecem uma visão geral arquitetural abrangente do sistema, usando diversas visões arquiteturais para representar diferentes aspectos do sistema. O objetivo aqui é apresentar os requisitos, arquitetura, fluxos de usuário e telas do sistema, demonstrando sua implementação. O público-alvo consiste dos membros contratantes e da equipe de desenvolvimento servindo de documentação.

##### 7.1.2. Escopo

O sistema tem por objetivo avaliar a adequação de contratos de conta de energia elétrica em instituições de ensino superior a partir do registro das faturas mensais de energia, gerando relatórios de recomendações de ajustes nos contratos visando economia de recursos.

O escopo deste documento envolve inicialmente o registro de todas as entidades envolvidas no sistema (objetos a serem cadastrados) e os perfis de usuário. Em seguida, a descrição das relações entre as entidades e as funcionalidades esperadas. Em uma segunda etapa, o documento irá apresentar a arquitetura do sistema envolvendo a descrição das camadas, tecnologias e protocolos de comunicação envolvidos. Por fim, são apresentadas as telas e fluxos de usuários do sistema, baseado na proposta inicial e já refinada com testes de interface gráfica com usuários finais da plataforma.

##### 7.1.3. Definições, Acrônimos e Abreviações

API: *Application Programming Interface* (Interface de Programação de Aplicativos).

CRUD: acrônimo referente às operações de criar (**C**reate), ler/visualizar (**R**ead), modificar/atualizar (**U**ppdate) e apagar (**D**elete) itens no banco de dados do sistema.

*Endpoint*: função da API que atende a um tipo específica de requisição relacionada a uma funcionalidade, objeto ou conjunto de objetos.

HTTP: *Hypertext Transfer Protocol* (Protocolo de Transferência de Hipertexto).

IDE: *Integrated Development Environment* (Ambiente de Desenvolvimento Integrado).

REST: *Representational State Transfer* (Transferência de Estado Representacional).

UC: *Use Case* (Caso de Uso).

*Backend*: parte do sistema responsável pela comunicação com o banco de dados. Funciona como API para o *frontend* para que as operações necessárias sejam realizadas.

*Frontend*: parte do sistema responsável pela interface e interação com usuário.

#### 7.1.4. Referências

Documentação React JS (<https://reactjs.org>)

Documentação Framework Next.js (<https://nextjs.org/>),

Documentação Framework Django REST (<https://www.django-rest-framework.org>)

Documentação Banco de dados Postgres (<https://www.postgresql.org>)

#### 7.1.5. Visão Geral

Este documento visa detalhar as soluções arquiteturais desenvolvidas no sistema. Deste modo, neste documento serão abordados os seguintes aspectos:

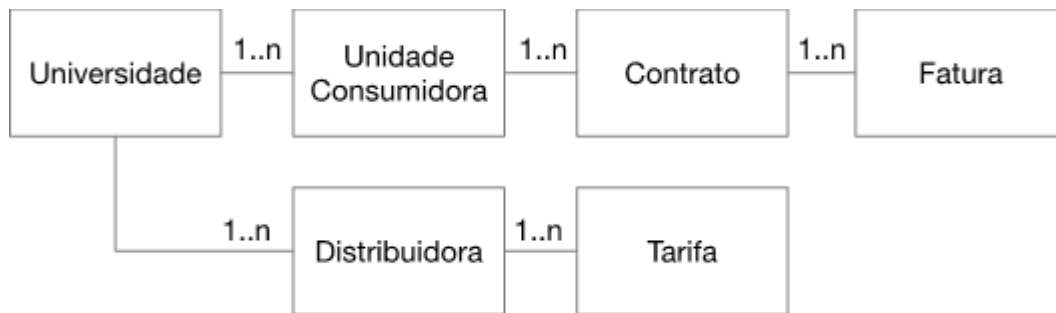
- Representação Arquitetural
- Restrições e Metas Arquiteturais
- Visão de Casos de Uso
- Visão Lógica
- Visualização da Implementação
- Visão de Dados
- Tamanho e Desempenho
- Qualidade
- Fluxo de Telas
- Design de Telas

## 7.2. REPRESENTAÇÃO ARQUITETURAL

Esse documento descreve a arquitetura do sistema em um conjunto de tipos de visualizações sendo eles: os casos de uso, a visualização de processo, a visualização da implementação e visualização de implantação.

### 7.2.1. Entidades

Antes de apresentar todas as camadas do sistema, para contextualizar, iremos definir as entidades que são os elementos que serão gerenciados pelo sistema com operações básicas de criação, visualização, atualização e remoção. A listagem das entidades e suas relações básicas é demonstrada na [Figura 1](#).



**Figura 1 - Diagrama de Entidades do Sistema**

Fonte: elaboração própria.

A seguir, são apresentadas as descrições de cada uma das entidades:

- **Universidade:** as universidades são as entidades de mais alto nível e que vinculam todas as demais entidades. Todas as demais entidades do sistema são vinculadas a uma determinada universidade, incluindo os usuários da própria universidade (não listados no diagrama);
- **Unidade Consumidora:** conjunto composto por instalações, ramal de entrada, equipamentos elétricos, condutores e acessórios, incluída a subestação, quando do fornecimento em tensão primária, caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em apenas um ponto de entrega, com medição individualizada, correspondente a um único consumidor e localizado em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas. No sistema, a unidade consumidora é a entidade que efetivamente possui um contrato de fornecimento de energia com uma distribuidora. Cada universidade geralmente possui uma ou mais unidades consumidoras. A maior parte das universidades públicas possui até mais de uma dezena de unidades consumidoras que pode ser organizada por campus ou por um subconjunto de prédio de um campus;
- **Contrato:** o contrato é a entidade que registra a relação entre a unidade consumidora e a distribuidora incluindo o fornecimento de energia, as demandas contratadas, o modo de contratação, dentre outros. Cada unidade consumidora possui somente um contrato em vigência em um determinado momento. Porém, é possível efetuar renovações de contrato e manter o histórico de contratos anteriores;
- **Fatura:** documento comercial que apresenta a quantia monetária total que deve ser paga pelo consumidor à distribuidora, em função do fornecimento de energia elétrica, da conexão e uso do sistema ou da prestação de serviços, devendo especificar claramente os serviços fornecidos, a respectiva quantidade, tarifa e período de faturamento. É um documento mensal vinculado a um contrato e registra os dados de consumo e demanda medidas de um determinado mês do ano bem como os valores cobrados. Portanto, cada contrato terá uma nova fatura por mês até que ele seja renovado ou suspenso;
- **Distribuidora:** agente titular de concessão ou permissão federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica. No sistema, é a entidade que fornece energia e estabelece o contrato com as universidades;
- **Tarifas:** as tarifas registram os valores cobradas por uma determinada distribuidora para cada item do contrato. As tarifas são classificadas por

subgrupos de acordo com a resolução da ANEEL. Portanto, cada distribuidora possui um conjunto de tarifas aplicadas para cada subgrupo. As tarifas são reajustadas anualmente pelas distribuidoras e esse ajuste independe dos contratos estabelecidos.

Este sistema foi concebido para registrar somente unidades consumidoras enquadradas no **Grupo A**, as quais se caracterizam por possuir fornecimento de energia elétrica via rede de distribuição em média tensão e faturadas por Tarifa Horo-Sazonal (THS) Azul ou THS Verde.

**Grupo A:** 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:

- subgrupo A1 - tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
- subgrupo A2 - tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV;
- subgrupo A3 - tensão de fornecimento de 69 kV;
- subgrupo A3a - tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV;
- subgrupo A4 - tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV;
- subgrupo AS - tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição.

### 7.3. METAS E RESTRIÇÕES DA ARQUITETURA

Requisitos e restrições do sistema que influenciam na arquitetura:

- O sistema funciona em um servidor e, portanto, é necessária a conexão com internet para utilização do sistema;
- Não há código fonte legado (o sistema está todo sendo feito do zero) baseado em frameworks *open source*;
- As únicas informações de identificação do usuário armazenadas no sistema são o nome, e-mail, senha do próprio sistema e a universidade ao qual ele está vinculado. Portanto, há somente uma mínima identificação do usuário sem armazenamento de dados pessoais sensíveis;
- O acesso ao sistema é feito a partir de login (email e senha) cuja autenticação envolve a geração de tokens de acesso para que a comunicação entre o *frontend* e o *backend* seja realizada de maneira criptografada. Já a comunicação entre o *backend* e o banco de dados é realizada à partir de configuração de usuário e senha locais e o acesso ao banco de dados pode ser configurado para que a porta de seu serviço fique exposta somente para o servidor que esteja executando o *backend*, limitando as possibilidades de acesso externos e possíveis ataques.
- O sistema foi elaborado com foco no usuário **Técnico da Universidade**. Portanto, todas as funcionalidades estão voltadas para que ele possa inserir os dados relacionados aos contratos de Faturas das unidades consumidoras e gerar, a partir disto, as recomendações de ajustes de contrato com as distribuidoras;
- O sistema somente considera faturas de energia do Grupo A, não estando previsto o cadastro de faturas ou mesmo qualquer recomendação feita para contratos de outros grupos;

- A aplicação terá suporte a qualquer sistema operacional que utilize um browser moderno (Chrome, Firefox, Edge, Safari etc.);
- O desenvolvimento da aplicação está sendo realizado com o framework Django REST API na versão 4.1, o banco de dados Postgres na versão 14.5 e o framework React Next.JS na versão 12.3.

## 7.4. VISÃO DE CASOS DE USO

### 7.4.1. Perfis de Usuário (Atores)

A definição dos perfis de usuário é base para a especificação dos requisitos de um sistema já que é a partir dos perfis que são definidas as funcionalidades necessárias. Para definir os perfis que utilizam o sistema, foram listadas as categorias de usuário sendo eles:

- **Usuário Administrador do sistema:** usuário que tem permissões para realizar a configuração inicial do sistema e cadastrar outros usuários administradores e administradores de universidades e suas respectivas permissões;
- **Usuário Administrador da Universidade:** usuário que administra a conta de uma determinada universidade com permissão para criar contas e dar permissões a outros usuários dentro de uma determinada universidade. Conforme a listagem da Casos de Uso na Seção 7.4, este usuário tem acesso a todas as funcionalidades da universidade podendo ser o único usuário para administrar uma universidade com equipe pequena ou que tenha um só responsável pelas faturas de energia;
- **Usuário Técnico da Universidade:** usuário que irá efetivamente operar o sistema cadastrando todas as entidades dentro de uma universidade tendo permissão para efetuar todos os cadastros, edições e análises das entidades de uma universidade, exceto a criação de novos usuários.

### 7.4.2. Descrição dos Casos de Uso

Tabela 14 - Casos de Uso

Item	Caso de Uso	Usuário
1.1	<b>Criar Universidade</b>	<b>Administrador do sistema</b>
1.2	<b>Visualizar Universidade</b>	
1.3	<b>Atualizar Universidade</b>	
2.1	<b>Criar usuários</b> Administradores de Universidades	
2.2	<b>Visualizar usuários</b> Administradores de Universidades	
2.3	<b>Atualizar usuários</b> Administradores de Universidades	
3.1	<b>Criar usuários</b> Administradores da própria universidade a qual está vinculado.	<b>Administrador da Universidade</b>
3.2	<b>Visualizar usuários</b> Administradores da própria universidade a qual está vinculado.	
3.3	<b>Atualizar usuários</b> Administradores da própria universidade a qual está vinculado.	

3.4	<b>Remover usuários</b> Administradores da própria universidade a qual está vinculado.	
4.1	<b>Criar usuários</b> Técnicos da própria universidade a qual está vinculado	
4.2	<b>Visualizar usuários</b> Técnicos da própria universidade a qual está vinculado	
4.3	<b>Atualizar usuários</b> Técnicos da própria universidade a qual está vinculado	
4.4	<b>Remover usuários</b> Técnicos da própria universidade a qual está vinculado	<b>Administrador da Universidade e Técnico da Universidade</b>
5.1	<b>Visualizar</b> todas as <b>Unidades Consumidoras</b> de uma Universidade	
5.2	<b>Criar Unidade Consumidora</b> da universidade a qual está vinculado	
5.3	<b>Visualizar Unidade Consumidora</b> da universidade a qual está vinculado	
5.4	<b>Atualizar Unidade Consumidora</b> da universidade a qual está vinculado	
6.1	<b>Criar Contrato</b> vinculado à Unidades Consumidoras da universidade a qual está vinculado	
6.2	<b>Visualizar Contrato</b> vinculado à Unidades Consumidoras da universidade a qual está vinculado	
6.3	<b>Atualizar Contrato</b> vinculado à Unidades Consumidoras da universidade a qual está vinculado	
6.4	<b>Renovar Contrato</b> vinculado à Unidades Consumidoras da universidade a qual está vinculado	
7.1	<b>Visualizar</b> todas as <b>Faturas</b> de uma Unidade Consumidora	
7.2	<b>Criar Fatura</b> de um Contrato da universidade a qual está vinculado	
7.3	<b>Visualizar Fatura</b> de um Contrato da universidade a qual está vinculado	
7.4	<b>Atualizar Fatura</b> de um Contrato da universidade a qual está vinculado	
7.5	<b>Visualizar as Pendências de Fatura</b>	
8.1	<b>Visualizar</b> todas as <b>Distribuidoras</b> de uma Universidade	
8.2	<b>Criar Distribuidora</b> da universidade a qual está vinculado	
8.3	<b>Visualizar Distribuidora</b> da universidade a qual está vinculado	
8.4	<b>Atualizar Distribuidora</b> da universidade a qual está vinculado	
9.1	<b>Criar Tarifas</b> das Distribuidoras da universidade a qual está vinculado	
9.2	<b>Visualizar Tarifas</b> das Distribuidoras da universidade a qual está vinculado	

9.3	<b>Atualizar Tarifas</b> das Distribuidoras da universidade a qual está vinculado	
9.4	<b>Apagar Tarifas</b> das Distribuidoras da universidade a qual está vinculado	
9.5	<b>Visualizar</b> as <b>Pendências de Tarifas</b>	
10.1	<b>Visualizar</b> de maneira geral, todas as <b>Unidades Consumidoras e Pendências de Distribuidoras</b>	
10.2	<b>Visualizar</b> de maneira filtradas todas as <b>Pendências</b> da Universidade	
11	<b>Visualizar Recomendações</b> geradas para uma Unidade Consumidora vinculada à universidade a qual está vinculado	

Fonte: elaboração própria.

### 7.4.3. Realizações de Casos de Uso

Nesta seção iremos ilustrar os casos de uso mais frequentemente utilizados. Essa descrição irá utilizar não só a listagem dos passos (etapas para a realização de cada caso de uso) como também as telas implementadas e validadas em entrevistas com usuários. Todas as operações envolvem o acesso do usuário via *frontend* que por sua vez acessa a API no *backend* (detalhes na Seção 7.5. Visão Lógica).

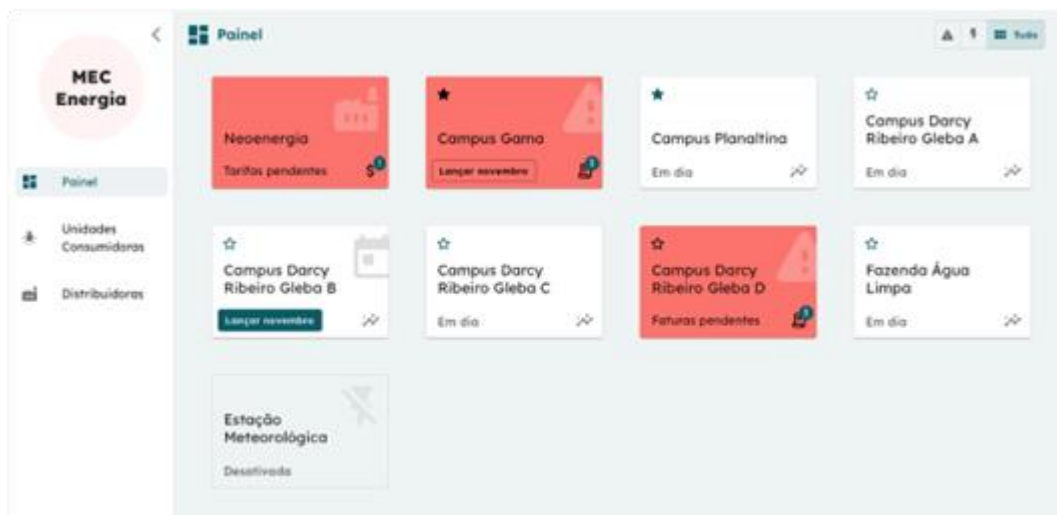
Os casos de uso de 1.1 a 4.4 são mais focados na configuração inicial do sistema, portanto, iremos focar nos exemplos seguintes que serão os mais utilizados pelos usuários fim que são os das universidades.

#### Caso de Uso 5.1 – Visualizar todas as Unidades Consumidoras

Essa tarefa contempla a **visualização** de todas as **Unidades Consumidoras** de uma **Universidade** onde o usuário pode ver o status de cada uma e a partir deste ponto, navegar para uma determinada Unidade Consumidora.

Para realizar a tarefa, o usuário deve seguir os seguintes passos:

1. Estar logado no sistema;
2. Acessar o Painel - aba inicial (Figura 2).





**Figura 2 - Tela do Painel Inicial**

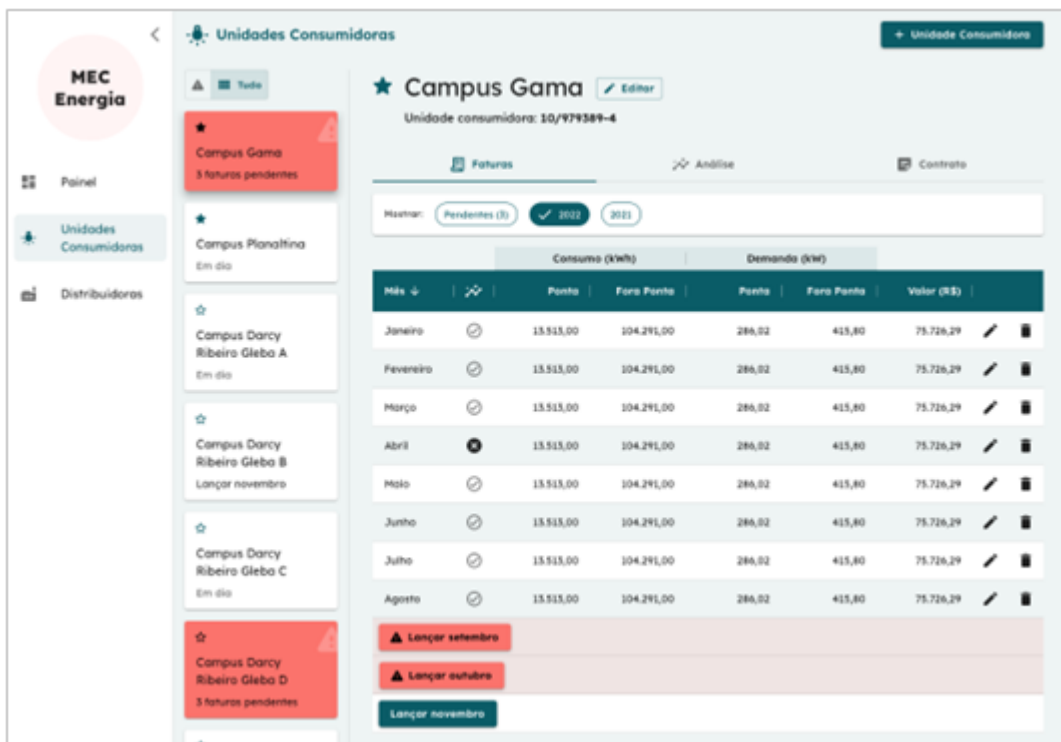
Fonte: elaboração própria.

### Caso de Uso 5.2 – Criar Unidade Consumidora

Esta tarefa consiste em **criar** uma nova **Unidade Consumidora** vinculada à **Universidade** à qual o usuário está associado. A tarefa pode ser realizada tanto pelo usuário **Administrador da Universidade** quanto pelo **Técnico da Universidade**.

Para realizar a tarefa, o usuário deve seguir os seguintes passos:

1. Estar logado no sistema;
2. Acessar o menu de Unidades Consumidoras para ir à Tela de Unidades Consumidoras (Figura 3);
3. Na tela de Unidades Consumidoras, clicar no botão “+ **Unidade Consumidora**”;
4. Preencher o formulário com dados da Unidade Consumidora e os dados do Contrato (Figura 4a);
5. Caso ainda não exista o cadastro da distribuidora referente ao contrato, adicionar uma nova distribuidora preenchendo os dados necessários. (Figura 4b)
6. Confirmar a criação.

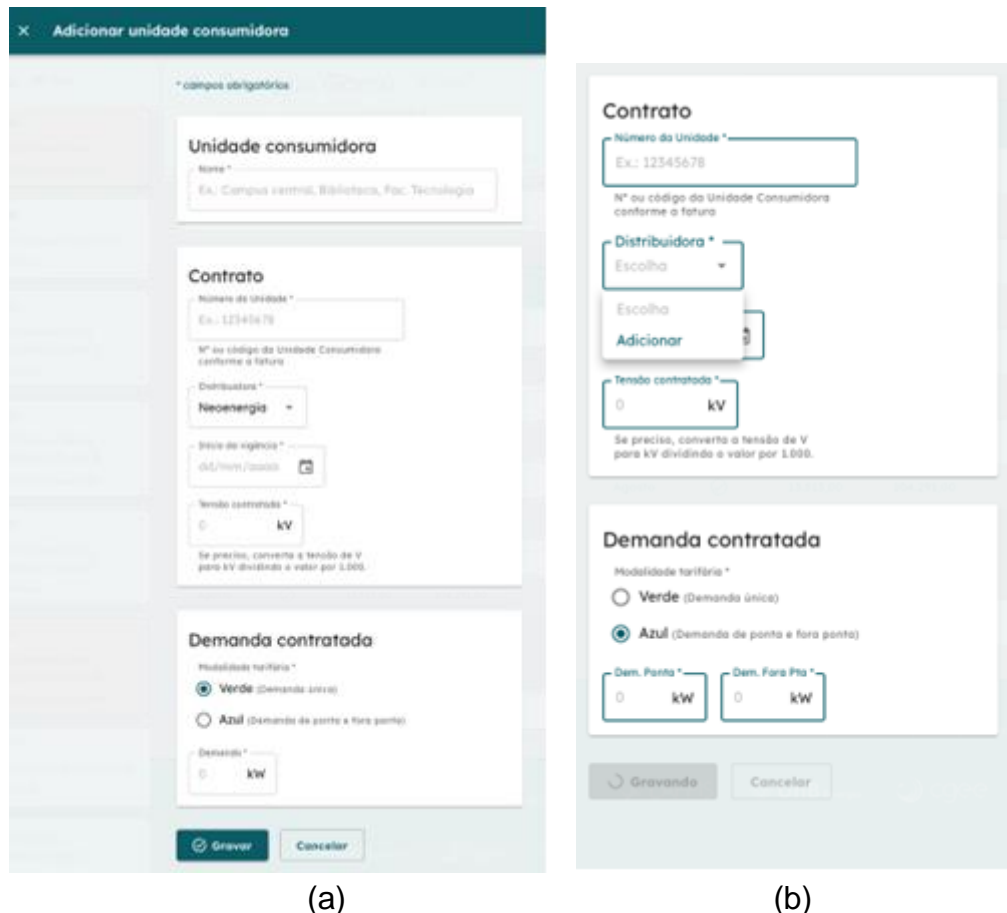


The screenshot shows the 'Unidades Consumidoras' page in the MEC Energia system. On the left, there is a sidebar with navigation options: 'Painel', 'Unidades Consumidoras', and 'Distribuidoras'. The main content area is titled 'Unidades Consumidoras' and features a '+ Unidade Consumidora' button in the top right. Below this, there is a list of units, with 'Campus Gama' selected and highlighted in red. The detailed view for 'Campus Gama' (Unidade consumidora: 10/979389-4) is shown, including a 'Faturas' section with a 'Número' field set to 'Pendentes (0)' and a table of consumption and demand data for the year 2021. The table has columns for 'Mês', 'Consumo (kWh)', and 'Demanda (kW)', each with sub-columns for 'Ponta' and 'Fora Ponta', and a 'Valor (R\$)' column. The data for 2021 shows consistent values for each month from January to August. Below the table, there are buttons to 'Lançar setembro', 'Lançar outubro', and 'Lançar novembro'.

Mês	Consumo (kWh)		Demanda (kW)		Valor (R\$)
	Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta	
Janeiro	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29
Fevereiro	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29
Março	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29
Abril	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29
Mai	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29
Junho	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29
Julho	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29
Agosto	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29

**Figura 3 - Tela de Unidades Consumidoras**

Fonte: elaboração própria.



**Figura 4-** (a) Tela de Adição da Unidade Consumidora. (b) Detalhe de adição de distribuidora no ato do cadastro.

Fonte: elaboração própria.

### Caso de Uso 6.1 – Criar Contrato da Unidade Consumidora

Essa tarefa consiste em **criar** um novo **Contrato** para a **Unidade Consumidora** e é realizada em conjunto com o Caso de Uso 5.1 pois o formulário de criação da Unidade Consumidora já contempla os dados para registro do primeiro contrato. A tarefa pode ser realizada tanto pelo usuário **Administrador da Universidade** quanto pelo **Técnico da Universidade**.

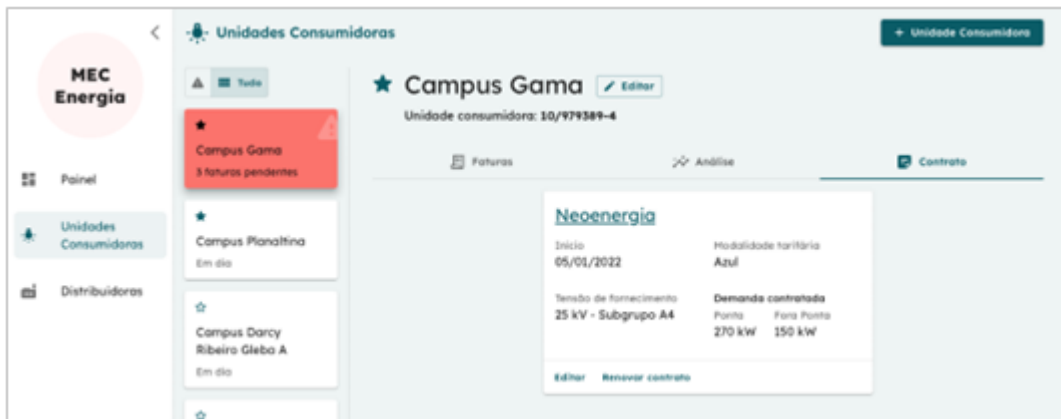
### Caso de Uso 6.4 - Renovar Contrato da Unidade Consumidora

Essa tarefa consiste em **renovar** um **Contrato** e é realizada quando um novo contrato é negociado com a atual distribuidora (ou estabelecido com uma nova distribuidora) e significa que o contrato antigo é arquivado e um novo contrato é criado vigente é criado em seu lugar. A tarefa pode ser realizada tanto pelo usuário **Administrador da Universidade** quanto pelo **Técnico da Universidade**.

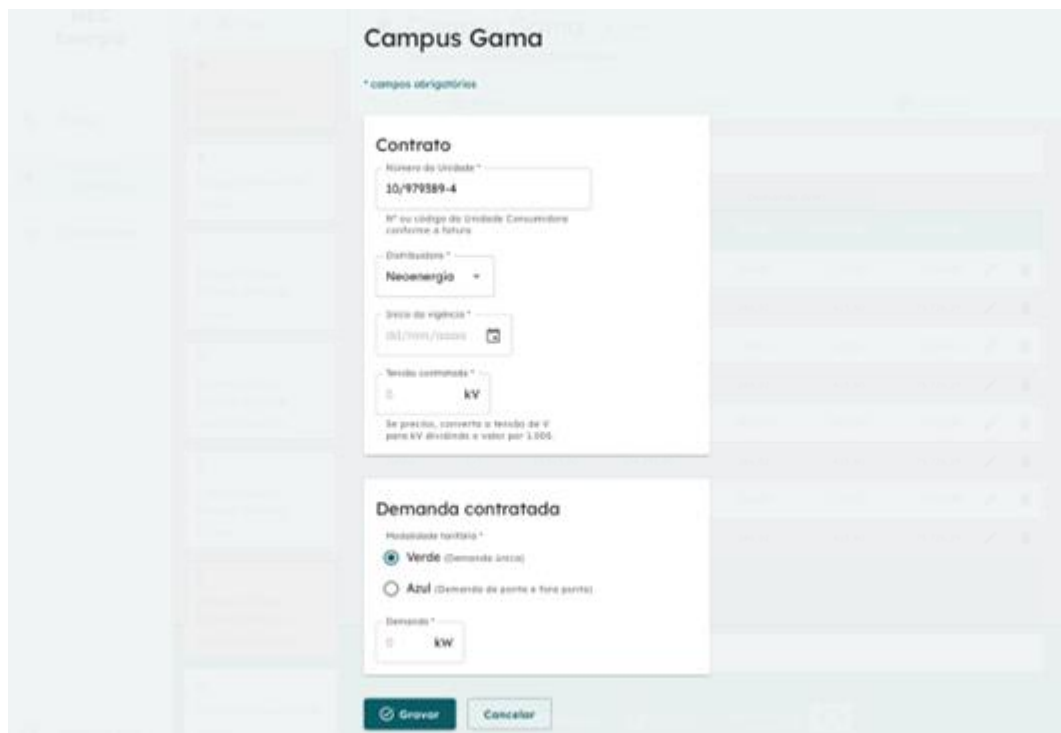
Para realizar a tarefa, o usuário deve seguir os seguintes passos:

1. Estar logado no sistema;
2. Acessar o menu de Unidades Consumidoras para ir à Tela de Unidades Consumidoras (Figura 3);
3. Na tela de Unidades Consumidoras;
4. Acessar a aba Contrato na tela das Unidades Consumidoras (Figura 5);
5. Clicar no botão “**Renovar contrato**” (Figura 5);
6. Preencher os dados do novo Contrato (Figura 6)

7. Clicar no botão “**Gravar**” para armazenar os dados.



**Figura 5 - Tela do Contrato**  
Fonte: elaboração própria.



**Figura 6 - Tela de Renovação de Contrato**  
Fonte: elaboração própria.

### **Caso de Uso 7.1 - Visualizar as Faturas de uma Unidade Consumidora**

Essa tarefa consiste em o usuário poder **visualizar** todas as **Faturas** de uma determinada **Unidade Consumidora**. A tarefa pode ser realizada tanto pelo usuário **Administrador da Universidade** quanto pelo **Técnico da Universidade**.

Para realizar a tarefa, o usuário deve seguir os seguintes passos:

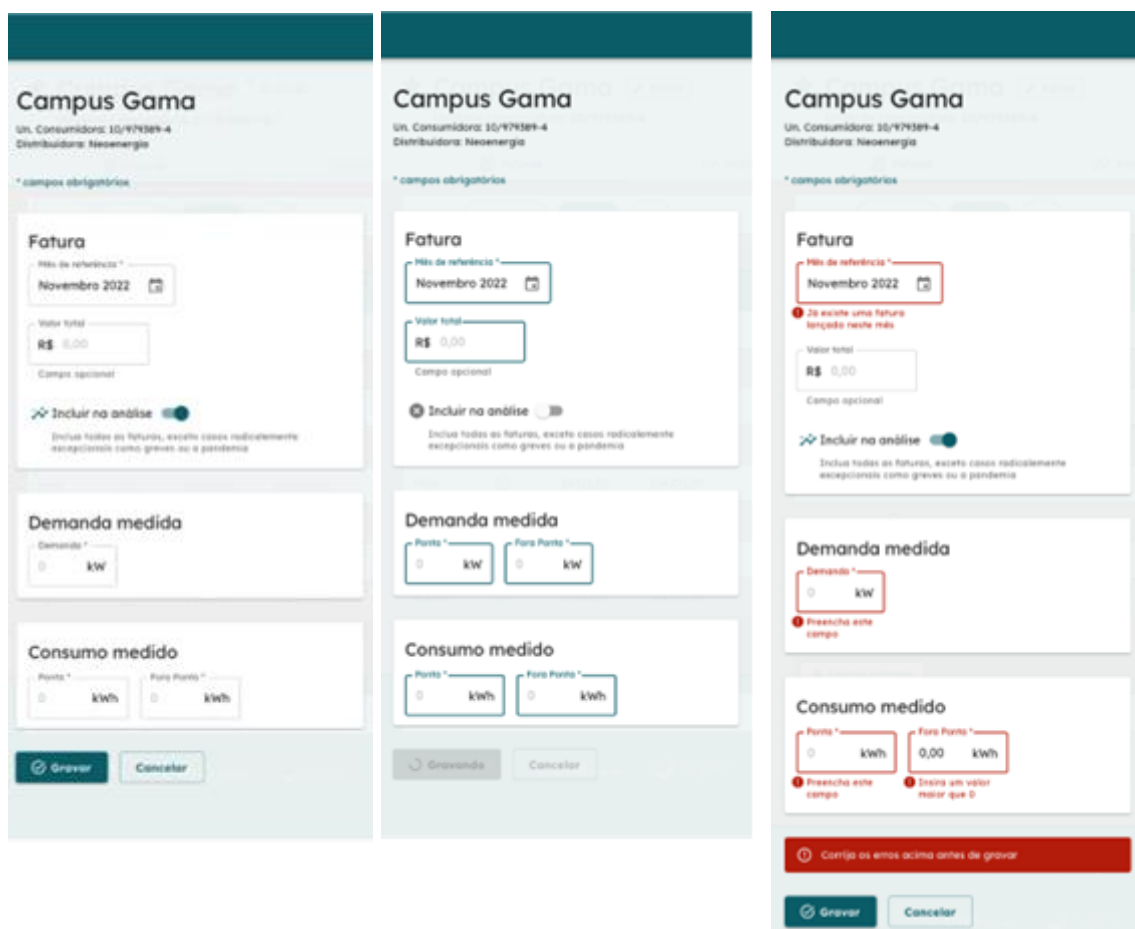
1. Estar logado no sistema;
2. Acessar o menu de Unidades Consumidoras para ir à Tela de Unidades Consumidoras (Figura 3). Nesta tela é possível visualizar a lista de todas as Faturas cadastradas por ano e visualizar de modo resumido os dados de cada conta em uma tabela em ordem cronológica.

## Caso de Uso 7.2 - **Criar Fatura** de um Contrato da universidade a qual está vinculado

Essa tarefa consiste em o usuário poder cadastrar uma nova Fatura ainda não registrada no sistema.

Para realizar a tarefa, o usuário deve seguir os seguintes passos:

1. Estar logado no sistema;
2. Acessar o menu de Unidades Consumidoras para ir à Tela de Unidades Consumidoras (Figura 3);
3. Clicar no mês desejado na tabela de Faturas;
4. Preencher o formulário com os dados da Fatura;
5. Clicar em Gravar.



The figure displays three sequential screenshots of the 'Campus Gama' system's 'Fatura' (Invoice) creation form. Each screenshot shows the same form with different fields highlighted or filled, illustrating the progression of data entry. The form includes sections for 'Fatura', 'Demanda medida' (measured demand), and 'Consumo medido' (measured consumption). The 'Fatura' section contains a date selector for the reference month (November 2022) and a 'Valor total' field. The 'Demanda medida' section has two input fields for 'Demanda' in kW. The 'Consumo medido' section has two input fields for 'Consumo' in kWh. The third screenshot shows red error messages: 'Preencha este campo' (Fill this field) for the demand field and 'Insira um valor maior que 0' (Enter a value greater than 0) for the consumption field. A red banner at the bottom of the third screenshot reads 'Corrija os erros acima antes de gravar' (Fix the errors above before saving).

**Figura 7 -** Telas de Inserção de Fatura

Fonte: elaboração própria.

## Caso de Uso 7.5 - **Visualizar** as Pendências de Faturas

Essa tarefa consiste em o usuário poder **visualizar** na lista de **Faturas** as que estão pendentes. A tarefa pode ser realizada tanto pelo usuário **Administrador da Universidade** quanto pelo **Técnico da Universidade**.

Essa tarefa tem duas formas de ser executada. O primeiro método é:

1. Estar logado no sistema;

2. Acessar o Painel Inicial (Figura 2). Lá estarão listadas, de maneira resumida todas as unidades consumidoras com o respectivo número de pendências para cada fatura não cadastrada.

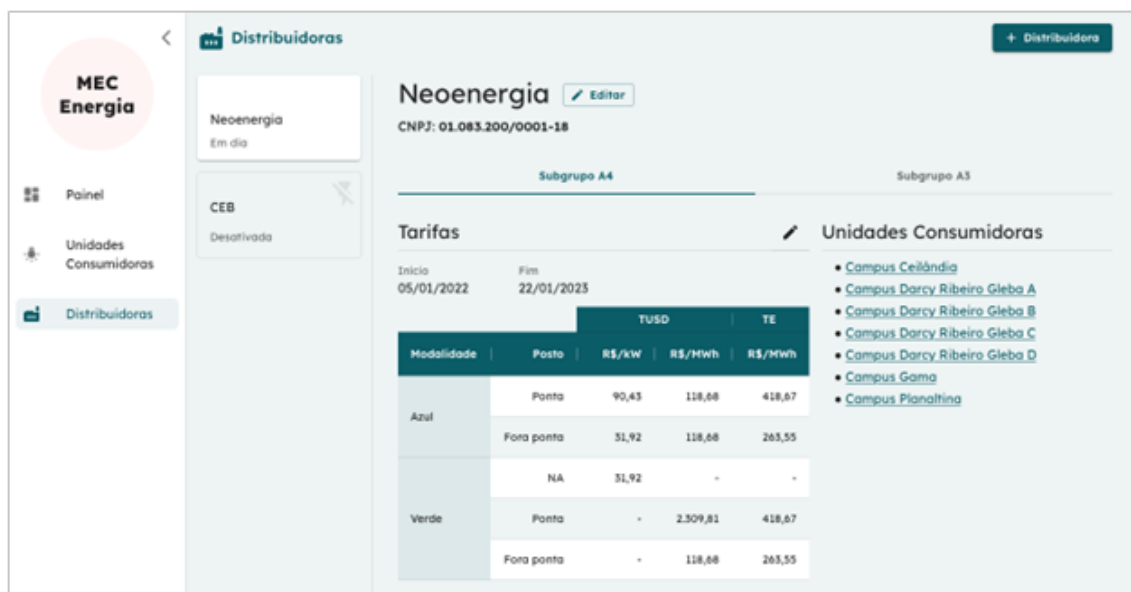
O segundo método é:

1. Estar logado no sistema;
2. Acessar o menu de Unidades Consumidoras para ir à Tela de Unidades Consumidoras (Figura 3);
3. Selecionar a aba “Faturas” onde estão listadas as Faturas em ordem cronológica. Caso haja pendências, elas serão listadas nesta tela.

**Caso de Uso 8.1 – Visualizar** todas as **Distribuidoras** de uma Universidade  
Essa tarefa pode ser realizada tanto pelo usuário **Administrador da Universidade** quanto pelo **Técnico da Universidade** e se refere à **listar** as **Distribuidoras** de uma **Universidade** para que o usuário possa selecionar e ver os detalhes de cada uma.

Para realizar a tarefa, o usuário deve seguir os seguintes passos:

1. Estar logado no sistema;
2. Acessar o menu de Distribuidoras;
3. Na tela de Distribuidoras haverá uma listagem vertical com os ícones de cada distribuidora (Figura 8). Os detalhes de cada distribuidora estarão apresentados na mesma tela na área central, o que inclui informações sobre as tarifas.



The screenshot shows the 'Distribuidoras' screen for Neoenergia. The main content area displays the following information:

- Company Name:** Neoenergia
- CNPJ:** 01.083.200/0001-18
- Tariffs Table:**

Modalidade	Posto	TUSD		TE
		R\$/kW	R\$/MWh	R\$/MWh
Azul	Ponta	90,43	118,68	418,67
	Fora ponta	31,92	118,68	263,55
Verde	NA	31,92	-	-
	Ponta	-	2.509,81	418,67
	Fora ponta	-	118,68	263,55

On the right side, there is a list of consumer units under the heading 'Unidades Consumidoras':

- Campus Ceilândia
- Campus Darcy Ribeiro Gleba A
- Campus Darcy Ribeiro Gleba B
- Campus Darcy Ribeiro Gleba C
- Campus Darcy Ribeiro Gleba D
- Campus Gama
- Campus Planaltina

**Figura 8 -** Tela de Distribuidoras

Fonte: elaboração própria.

**Caso de Uso 8.2 – Criar Distribuidora** da universidade a qual está vinculado  
Essa tarefa pode ser realizada tanto pelo usuário **Administrador da Universidade** quanto pelo **Técnico da Universidade** e se refere a **criar** uma nova **Distribuidora** a uma **Universidade**.

Para realizar a tarefa, o usuário deve seguir os seguintes passos:

1. Estar logado no sistema;
2. Acessar o menu de Distribuidoras;

3. Na tela de Distribuidoras, clicar no botão “Adicionar” no topo da listagem vertical com os ícones de cada distribuidora (Figura 8).
4. Preencher o formulário com os dados da Distribuidora e clicar em Gravar (Figura 9).



**Figura 9** - Tela para Adicionar Distribuidora

Fonte: elaboração própria.

### **Caso de Uso 9.1 – Criar Tarifas** das Distribuidoras da universidade a qual está vinculado

Essa tarefa pode ser realizada tanto pelo usuário **Administrador da Universidade** quanto pelo **Técnico da Universidade** e se refere a **criar / adicionar** tarifas de uma **Distribuidora**. As tarifas são inseridas em pares (conjunto de valores da tarifa Azul e o conjunto de valores da tarifa Verde) e haverá um par de tarifas por subgrupo. Para evitar a necessidade de os usuários manterem atualizadas tarifas de subgrupos não utilizados, somente é habilitada a inserção de tarifas referentes a contratos que estejam vigentes para um determinado subgrupo.

Para realizar a tarefa, o usuário deve seguir os seguintes passos:

1. Estar logado no sistema;
2. Acessar o menu de Distribuidoras;
3. Na tela de Distribuidoras, selecionar a aba do subgrupo desejado (Figura 8);
4. Clicar no botão para “Editar Tarifa”;
5. Preencher os valores da tarifa no formulário e clicar em “Gravar”.

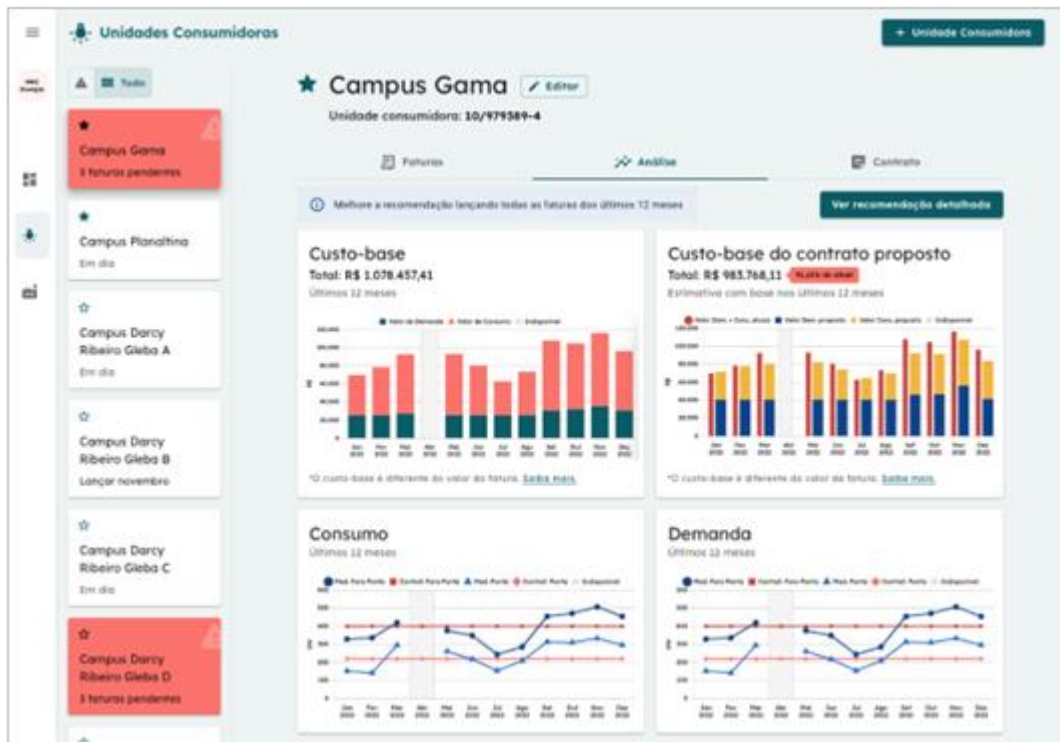
## Caso de Uso 11 – Visualizar Recomendações geradas para uma Unidade Consumidora

Essa tarefa pode ser realizada tanto pelo usuário **Administrador da Universidade** quanto pelo **Técnico da Universidade** e se refere a **visualizar** as **Recomendações** referentes ao ajuste de contrato geradas para uma Unidade Consumidora baseado no histórico de faturas cadastradas.

O relatório de recomendações está sendo implementado baseado no Modelo denominado “**Estudo de modalidades tarifárias da Universidade**” que utiliza uma metodologia de percentis para recomendar os ajustes de “Modalidade Tarifária”, e os valores de “Demanda” economicamente mais viáveis para uma determinada Unidade Consumidora.

Para realizar a tarefa, o usuário deve seguir os seguintes passos:

1. Estar logado no sistema;
2. Acessar o menu de Unidades Consumidoras para ir à Tela de Unidades Consumidoras (Figura 3);
3. Na tela de Unidades Consumidoras, selecionar a aba “Análise” (Figura 10);



**Figura 10** - Tela de Análise

Fonte: elaboração própria.

## 7.5. VISÃO LÓGICA

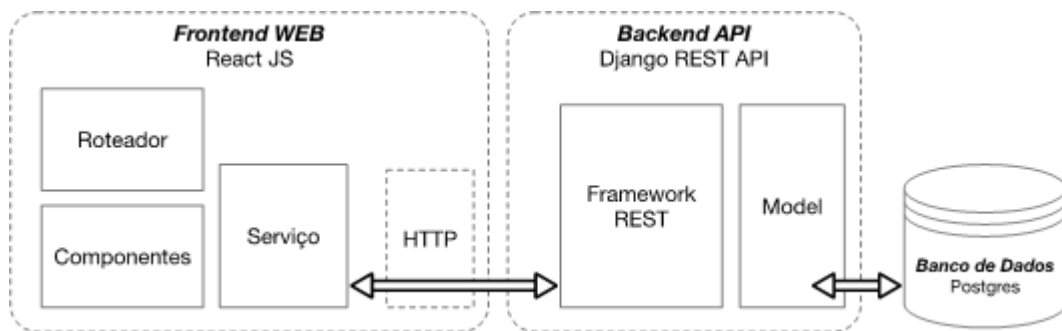
### 7.5.1. Visão Geral

O sistema em questão foi definido como um serviço via Web, podendo assim ser acessado via navegadores independente de sistema operacional. Nesse sentido, a arquitetura geral adotada é composta por uma camada de interface gráfica Web (*frontend*), implementada em tecnologia React JS (<https://reactjs.org>) utilizando o

framework Next.js (<https://nextjs.org/>), e uma camada de servidor (*backend*) baseada no framework Django REST (<https://www.django-rest-framework.org>). Nesta arquitetura, o armazenamento permanente de dados é implementado a partir de um banco de dados Postgres (<https://www.postgresql.org>) abstraído a partir de um conector do framework Django.

A comunicação entre as camadas do *frontend* e *backend* é implementada através de uma API no padrão REST. Já a comunicação do *backend* com o banco de dados é realizada através de um conector próprio incorporado ao framework Django REST.

A Figura 11 representa o diagrama contendo os componentes gerais do sistema e suas conexões.



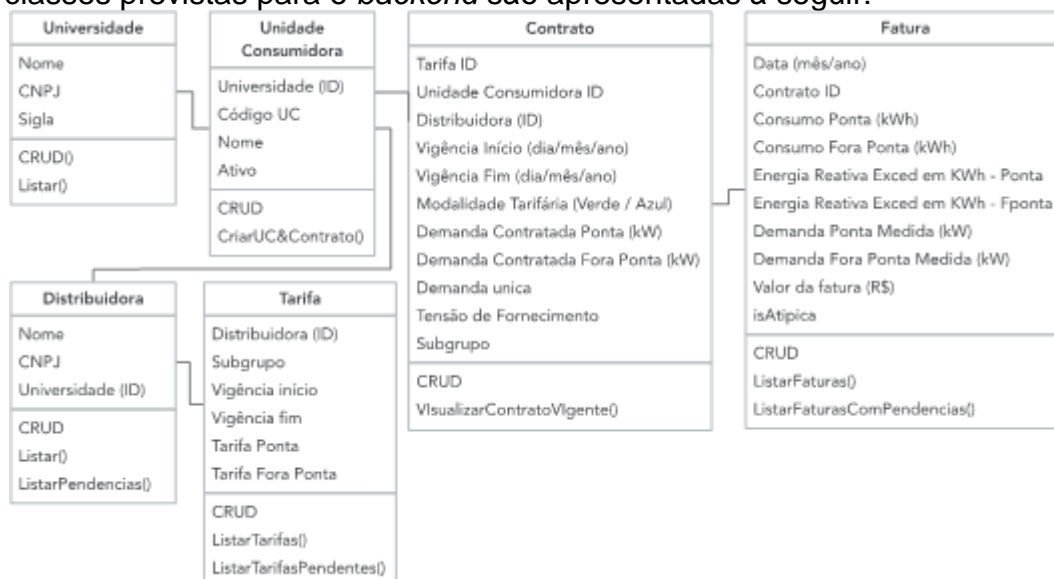
**Figura 11** - Arquitetura Geral do Sistema  
Fonte: elaboração própria.

Cada camada do sistema (*frontend*, *backend* e banco de dados) por sua vez possui sua própria arquitetura.

## 7.5.2. Pacotes de Design Significativos do Ponto de Vista da Arquitetura

### 7.5.2.1. Backend Django REST

As classes previstas para o *backend* são apresentadas à seguir:



**Figura 12**- Diagrama de Classes Backend



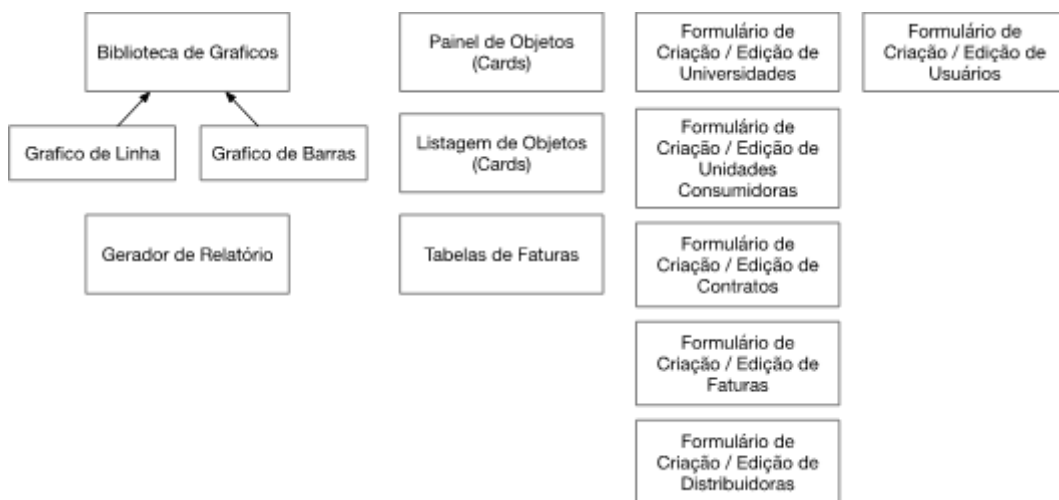
Fonte: elaboração própria.

Conforme a arquitetura do Django REST, as classes são implementadas nas *Models* enquanto os *endpoints* são implementados em uma combinação das *Views* e *Serializers*.

Um outro módulo não previsto junto às classes *Models* é o **Gerador de Recomendação** cuja função é receber uma lista de faturas de uma determinada Unidade Consumidora por um período de 12 meses e gerar uma recomendação de contrato (modalidade de tarifa, demanda contratada de ponta e fora de ponta).

#### 7.5.2.2. Frontend React

Os componentes gerais do frontend são representados na Figura 13.



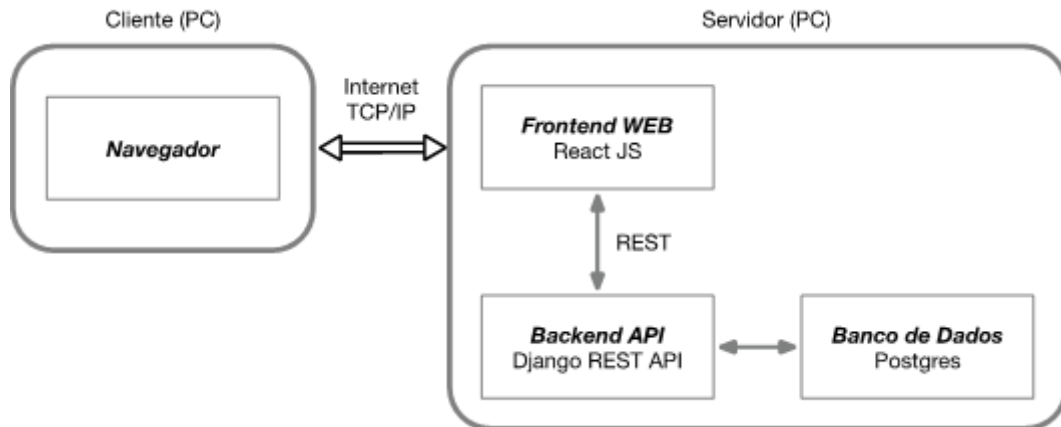
**Figura 13** - Componentes do Frontend

Fonte: elaboração própria.

## 7.6. VISÃO DE IMPLANTAÇÃO

O diagrama de implantação a seguir, representa os nós físicos do sistema e a maneira como eles se comunicam. Os serviços da aplicação foram desenvolvidos para serem executados em um servidor único em um datacenter ou provedor em nuvem. O cliente por sua vez conecta-se ao sistema através da internet via TCP/IP com protocolo HTTP/HTTPS.

Todos os serviços do sistema estão configurados em containers *Docker* (<https://www.docker.com>) e configurados para serem executados de maneira automática a partir do *Docker-Compose* podendo ser executados em um único servidor ou serem configurados e executados em servidores ou Máquinas Virtuais separadas.

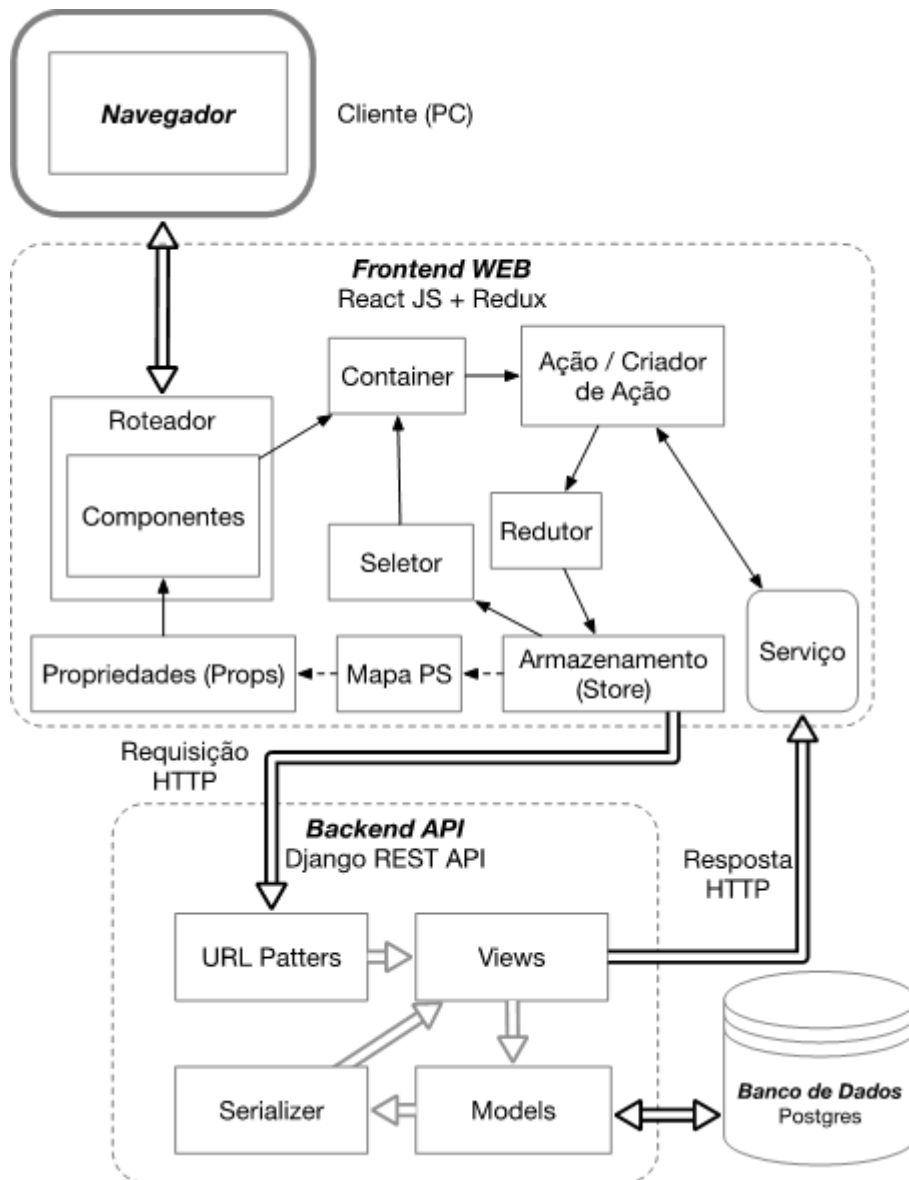


**Figura 14** - Visão de Implantação  
**Fonte:** elaboração própria.

## 7.7. VISÃO DA IMPLEMENTAÇÃO

### 7.7.1. Visão Geral

Conforme já mencionado, a arquitetura está dividida em *frontend* feito em React e o *backend* em Django REST. O Django em si trabalha com a arquitetura MVT (Model-View-Template), contudo a camada *Template* é substituída pelo React. A ligação entre o Django REST Framework e o React sendo realizada através de requisições HTTP/HTTPS através de URLs.



**Figura 15** - Visão de Implementação - Camadas  
 Fonte: elaboração própria.

### 7.7.2. Camadas

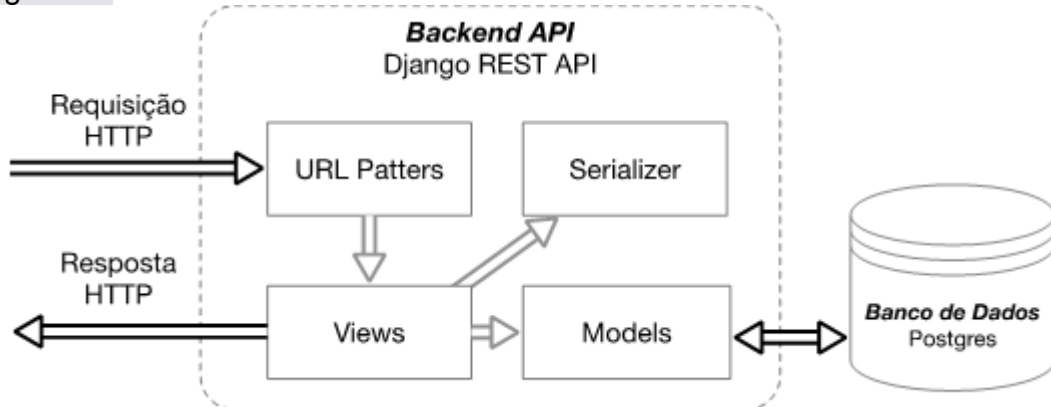
### 7.7.3. Backend Django REST

Iniciando pelos processos do *backend* que utiliza o framework Django REST temos:

- **Requisições HTTP:** são capturadas e reconhecidas pelo módulo de **Padrão de URL (URL Patterns)** e encaminhada para a camada de **Visualização (Views)**.
- O módulo de **Visualização (Views)** por sua vez precisa das requisições HTTP e retorna Respostas HTTP a partir do módulo de **Serialização (Serializer)**.
- O módulo de **Serialização (Serializer)** serializa e deserializa os **Objetos de Modelo de Dados (Data Model Objects)**.

- Os **Objetos de Modelo de Dados (Models)** descrevem os atributos dos objetos de dados que persistem no sistema e implementam os comportamentos padrão de CRUD junto ao banco de dados.

A Figura 16 detalha os fluxos do *backend*:



**Figura 16** - Arquitetura do Backend (Django REST API)

Fonte: elaboração própria.

### 7.7.3.1. Frontend React

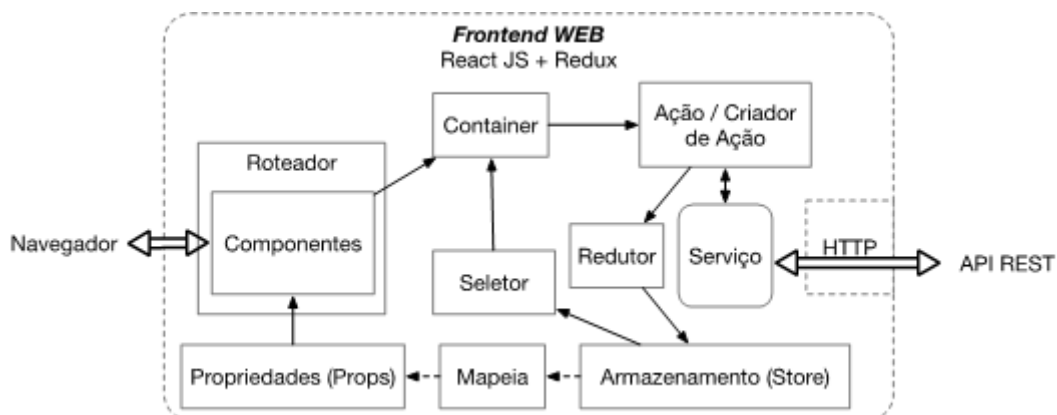
A arquitetura do *frontend* utiliza o framework Next.js para React junto à biblioteca Redux. Neste caso, temos os seguintes componentes principais:

O **Next.js** (<https://nextjs.org>) é um framework que provê os componentes, ferramentas e configuradores para criação de aplicações Web utilizando o React.

O **React** (<https://reactjs.org>) é uma biblioteca *open source* em JavaScript para criação de aplicações web criada e mantida pelo Facebook.

O **Redux** (<https://redux.js.org>) é um biblioteca que implementa a arquitetura Flux que oferece as funcionalidades de gerência consistente de estados para organizar o fluxo de dados em uma aplicação React.

A Figura 17 ilustra os fluxos dos componentes da arquitetura *React + Redux* descrita a seguir:



**Figura 17** - Arquitetura React + Redux

Fonte: elaboração própria.

**Componente:** é o elemento central da interface da aplicação, podendo ser o container da página, o botão, campo de texto, um formulário etc. O componente é

acionado através da ação do usuário pelo navegador via **roteador** (que gerencia as rotas ou URLs).

**Propriedades (Props):** as propriedades ou props são as variáveis de estado do sistema que, a cada mudança, ativam a renderização dos componentes.

**Container:** elemento de conexão entre o React e o Redux incluindo o Mapa Props-Store.

**Ação / Criador de Ação:** a partir da interação de um usuário com um componente, um evento é gerado e passado pelo container para o criador de ação que irá passar os dados para o **reduzidor** ou para um **serviço** e executar a função desejada.

**Reduzidor:** é a lógica de função síncrona que trata o evento e executa a função respectiva.

**Serviço:** é o módulo que pode chamar funções assíncronas como uma requisição a uma API.

**Armazenamento (store):** finalmente o armazenamento é onde ocorre a mudança de estado e a persistência local do novo estado da aplicação. Isso gera a atualização das propriedades que por sua vez dispara uma nova renderização do componente.

## 7.8. TAMANHO E DESEMPENHO

O software foi projetado para uso de aproximadamente 70 Universidades Públicas Federais com uma média de 20 usuários por universidade. Neste sentido, a arquitetura foi contemplada envolvendo o React JS como frontend e o Django REST associado ao banco de dados Postgres que tem ampla capacidade de ser escalado horizontal ou verticalmente. Apesar disso, um único servidor, conforme a descrição feita na Seção 7.7 (Visão de Implantação) deverá ser suficiente para hospedar e dar vazão a todos os usuários estimados. Observa-se ainda que o sistema tem previsão de ser usado pelos usuários alguns dias por mês e não ser um sistema de uso contínuo e diário por todos os usuários. Porém, caso haja um aumento na escala de uso, o mesmo pode ser disponibilizados com mais recursos computacionais para atender a maiores demandas.

## 7.9. QUALIDADE

Alguns aspectos referentes à qualidade já foram mencionados na Seção 7.3 (Metas e Restrições da Arquitetura) e serão reforçados aqui.

**Privacidade:** a identidade dos usuários está sendo mantida a um mínimo necessário para identifica-lo (Nome, e-mail, senha e universidade) e não armazenar dados pessoais que necessitem de medidas específicas para atender aos requisitos da LGPD.

**Extensibilidade:** o sistema foi desenvolvido com as melhores práticas de engenharia de software incluindo o uso de frameworks *open source* largamente usados no mercado e que adotam padrões arquiteturais que visam o reuso de componentes e sua extensibilidade.

**Testes:** unitários e E2E.

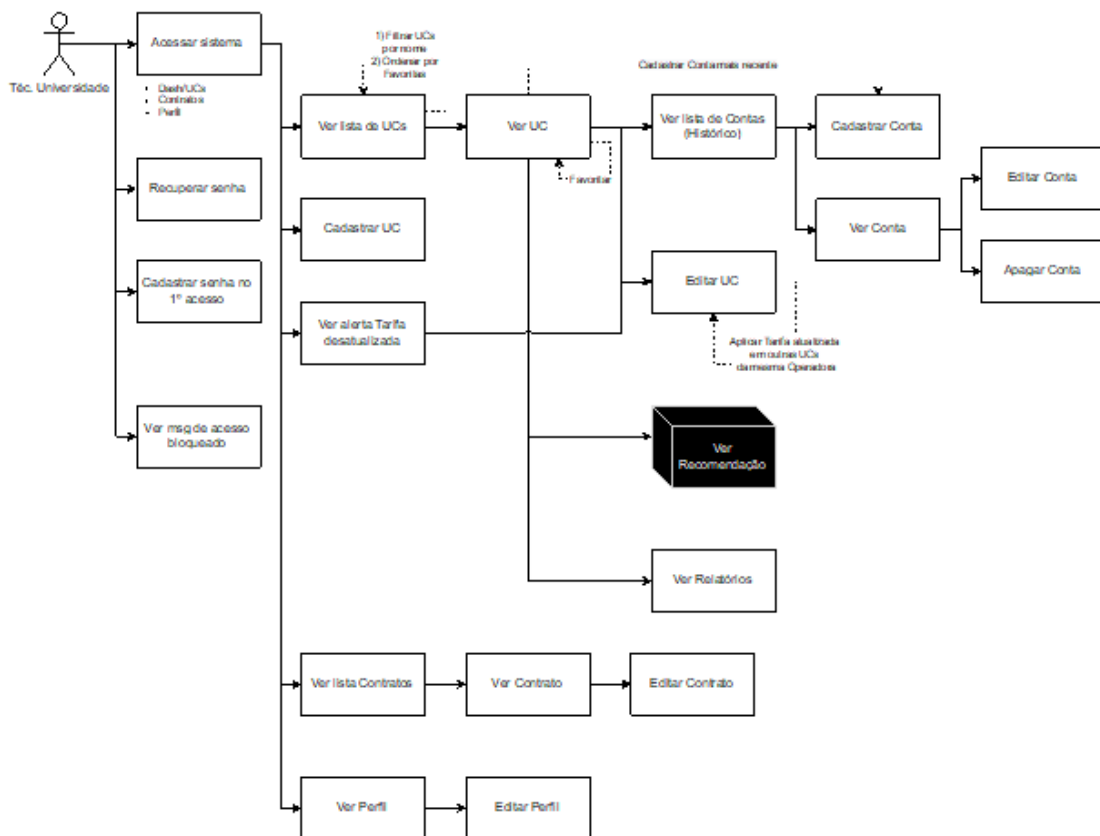
**Documentação:** Swagger API e guias de configuração do ambiente de desenvolvimento.

**Portabilidade:** as tecnologias adotadas são todas padrão *open source* podendo serem executadas (do ponto de vista dos servidores) em qualquer sistema operacional. Além disso, o acesso do cliente ao sistema é realizado a partir de um navegador que também independe de sistema operacional.

**Segurança:** o sistema adota o uso de autenticação por usuário e senha padrões dos frameworks com tokens para reforçar a segurança. Além disso, recomenda-se a implantação dos serviços em servidores com certificados para garantir o uso do protocolo HTTPS com criptografia, aumentando assim a segurança de acesso pelos usuários.

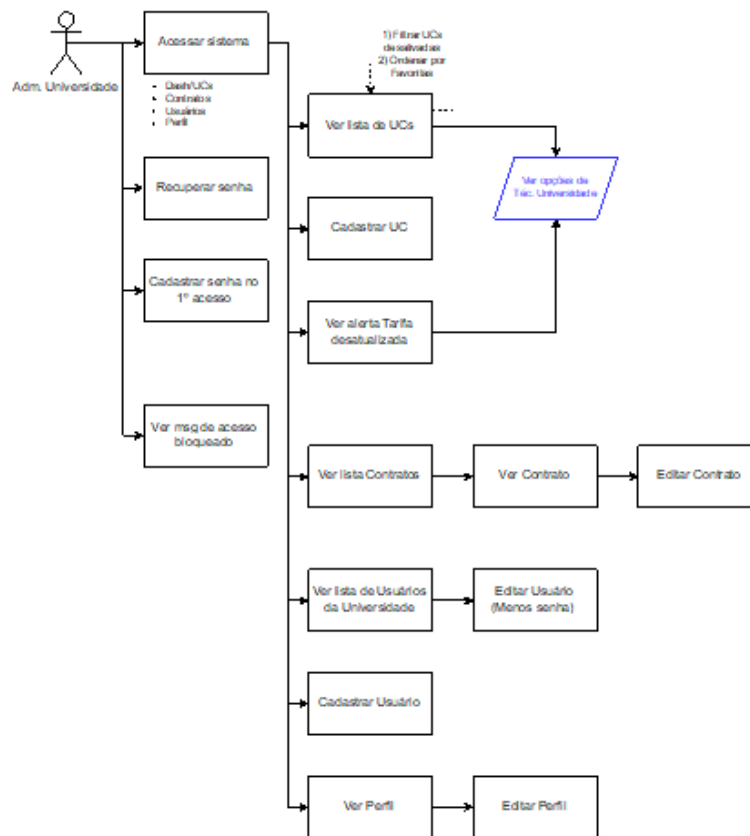
## 7.10. FLUXO DE TELAS

De maneira complementar às visões já apresentadas, acrescentamos ainda o resultado do trabalho da equipe de design e experiência de usuário que definiu o fluxo detalhado de navegação da aplicação contemplando tanto o usuário Técnico da Universidade (Figura 18) quanto o fluxo do usuário Administrador da Universidade (Figura 19). Nas figuras estão expressos todos os caminhos possíveis de navegação esperados para cada um dos tipos de usuário.



**Figura 18** - Fluxo do Usuário Técnico da Universidade

Fonte: elaboração própria.



**Figura 19** - Fluxo do Usuário Administrador da Universidade  
**Fonte:** elaboração própria.

## 7.11. TELAS DO SISTEMA

As telas do sistema já foram parcialmente apresentadas neste documento (Figura 2 à Figura 10) na Seção 7.4 (Visão de Casos de Uso). Porém, algumas telas serão replicadas aqui para maiores esclarecimentos em relação às tomadas de decisão e funcionalidades elaboradas. Os dados que aparecem nas imagens são fictícios e não representam valores reais de faturas, CNPJs etc.

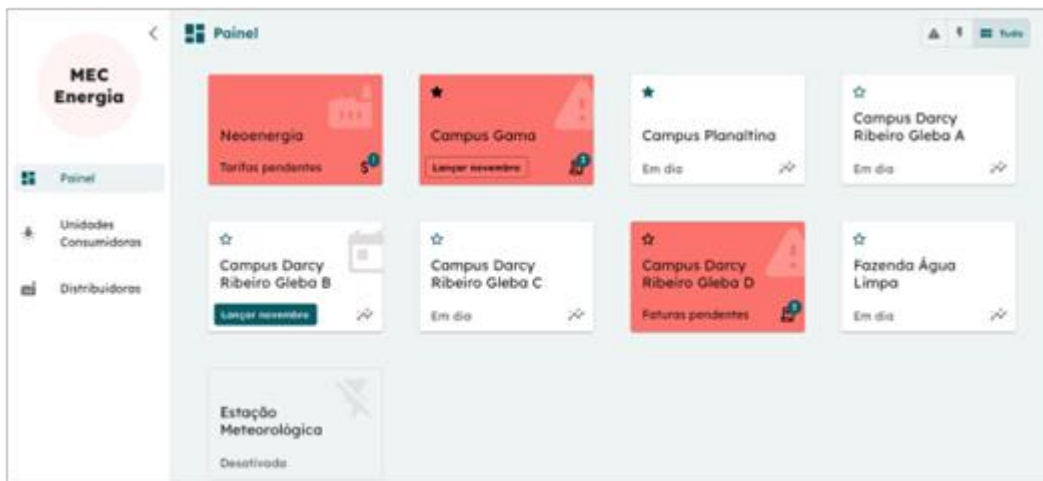
Além disso, foram realizados testes de usabilidade com 4 servidores da Universidade de Brasília que trabalham diretamente com as faturas de energia elétrica sendo: dois servidores com mais de uma década de experiência na área e outros dois com poucos meses sendo responsáveis por essas atribuições. O protótipo de telas foi apresentado em sessões de aproximadamente 1 hora de duração. Nestas sessões, o protótipo do sistema foi apresentado, as primeiras impressões dos usuários em cada parte do sistema foram coletadas. Além disso, atividades foram propostas para que o usuário navegasse pelo sistema realizando as principais tarefas e desse seu feedback em relação às facilidades ou dificuldades enfrentadas. Os resultados dessas entrevistas foram parcialmente incluídos no protótipo. Outras sugestões consideradas fora do escopo do projeto foram registradas, mas não implementadas.

## Painel Inicial

Esta tela é a primeira visão que o usuário Técnico da Universidade terá ao acessar o sistema. Nela é possível ter uma visão panorâmica de todas as Unidades Consumidoras onde, além de estarem listadas, também mostram seu estado atual que evidencia pendências como Faturas do mês atual a serem lançadas ou pendências anteriores. A partir desta tela é possível ir direto à tela de uma Unidade Consumidora em específico, ir direto para uma pendência ao clicar no ícone de pendências ou mesmo ir direto para o relatório de recomendações. O usuário pode definir as Unidades Consumidoras favoritas, definindo a ordem de prioridade em que elas serão mostradas sendo possível também filtrar a listagem por pendências, unidades ativas ou listar todas (Menu no canto superior direito).

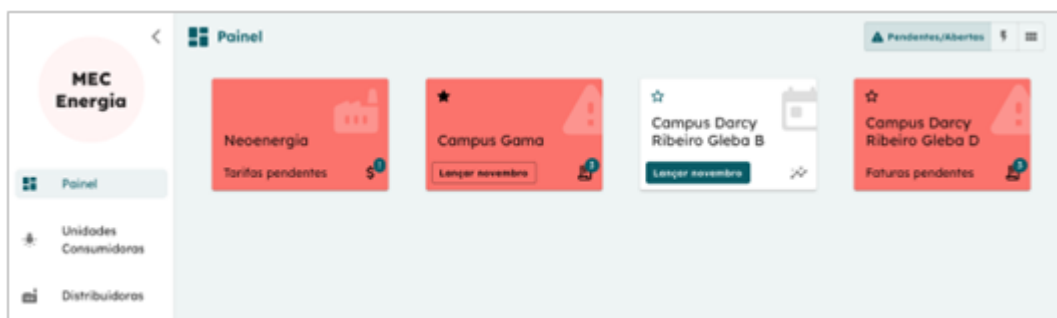
Além disso, distribuidoras com pendências no cadastro de tarifas (tarifas vencidas que precisem ser atualizadas) também são incluídas neste Painel Inicial.

Por fim, à esquerda o usuário tem acesso ao menu para navegar diretamente para as demais telas.



**Figura 20-** Tela do Painel Inicial

Fonte: elaboração própria.



**Figura 21 -** Tela do Painel Inicial – Com Filtro

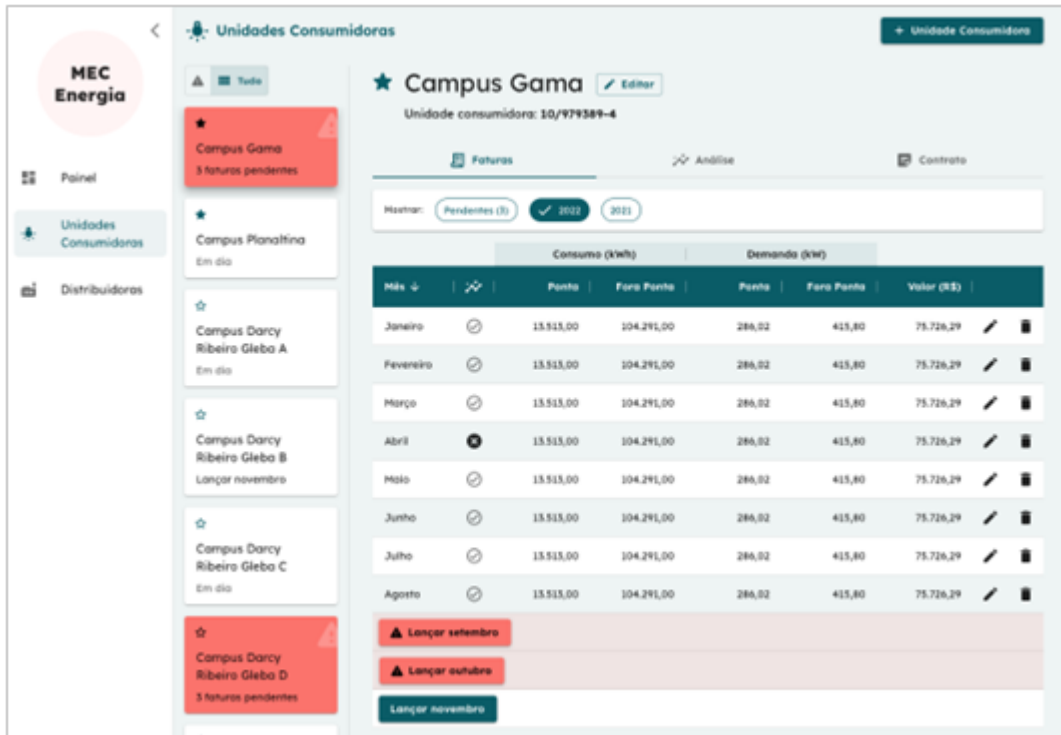
Fonte: elaboração própria.

## Unidade Consumidora

A tela de Unidade Consumidora é composta por dois painéis principais. O primeiro à esquerda lista todas as unidades consumidoras (lista vertical) enquanto o painel central está organizado em 3 abas principais: *Faturas*, *Análise* e *Contrato*.



A primeira aba (*Faturas*), visível na *Figura 22*, apresenta ao usuário todas as faturas cadastradas e as pendências em formato de uma tabela com os campos mais relevantes de cada fatura. Damos destaque à segunda coluna que indica se uma fatura deve ou não ser considerada na análise de recomendação. Isso se faz necessário em caso de exceção para que a recomendação gerada não seja enviesada (Ex: no caso de mês em pandemia, greve etc.) e afetada por eventos que mudem drasticamente o perfil de consumo. A segunda aba (*Análise*), visível na *Figura 23*, apresenta o relatório resumido de recomendações indicando um possível ajuste no contrato da Unidade Consumidora.

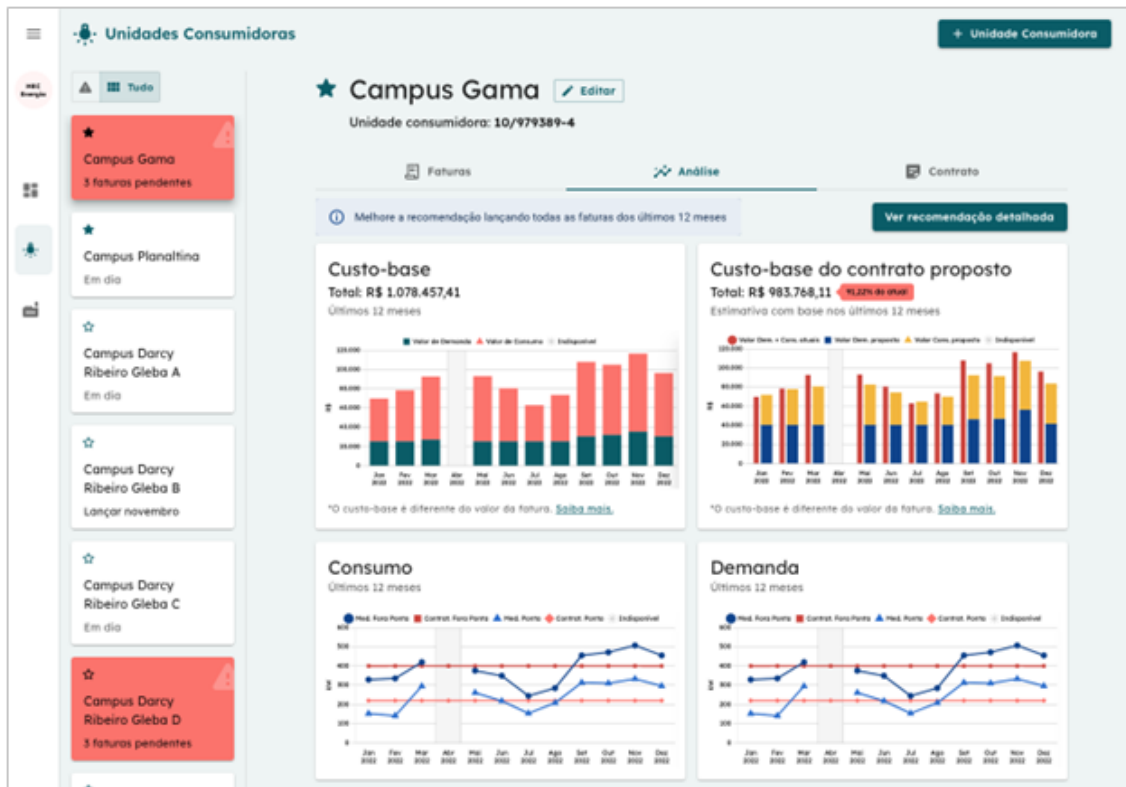


The screenshot displays the 'Faturas' (Invoices) section for the 'Campus Gama' consumer unit. The interface includes a sidebar with navigation options like 'Painel', 'Unidades Consumidoras', and 'Distribuidoras'. The main content area shows a table of invoices with columns for month, status, consumption, demand, and value. The table data is as follows:

Mês	Status	Consumo (kWh)		Demanda (kW)		Valor (R\$)	Ações
		Ponto	Fora Ponto	Ponto	Fora Ponto		
Janeiro	✓	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29	[Edit] [Delete]
Fevereiro	✓	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29	[Edit] [Delete]
Março	✓	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29	[Edit] [Delete]
Abril	✗	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29	[Edit] [Delete]
Mai	✓	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29	[Edit] [Delete]
Junho	✓	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29	[Edit] [Delete]
Julho	✓	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29	[Edit] [Delete]
Agosto	✓	15.513,00	104.291,00	286,02	415,80	75.726,29	[Edit] [Delete]

Below the table, there are buttons to 'Lançar setembro', 'Lançar outubro', and 'Lançar novembro', indicating pending invoices for those months.

**Figura 22-** Detalhe - Tela da Unidade Consumidora  
**Fonte:** elaboração própria.



**Figura 23 - Análise Resumida**

Fonte: elaboração própria.

Por fim, a aba Contrato (*Figura 24*) apresenta os detalhes do contrato vigente com as opções de correção dos dados ou de renovação para gerar um novo contrato.



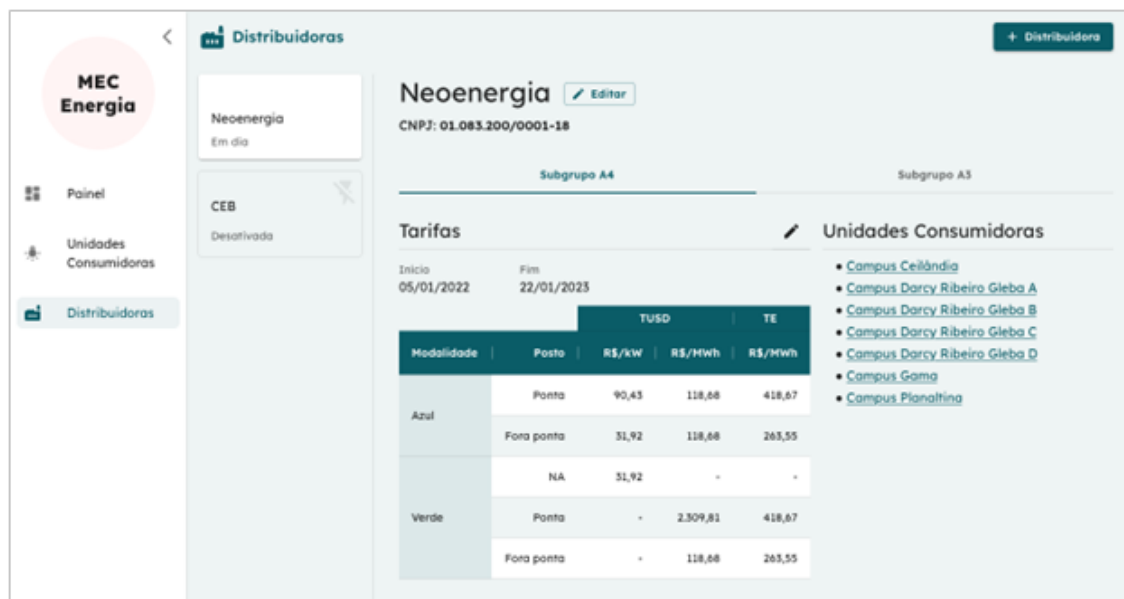
**Figura 24 - Detalhe da Tela de Contatos**

Fonte: elaboração própria.

### Distribuidoras

A tela de Distribuidoras segue uma lógica semelhante à anterior sendo composta por dois painéis principais. O primeiro à esquerda lista todas as distribuidoras (lista vertical) enquanto o painel central está organizado em abas referentes aos subgrupos tarifários. Neste caso, cada aba representa um subgrupo que só fica visível caso existam contratos vigentes com a distribuidora em questão e que pertençam ao subgrupo.

Em cada aba (subgrupo) é possível visualizar a tabela com os valores das tarifas (Azul e Verde) bem como a listagem de Unidades Consumidoras que estão vinculadas à esta distribuidora e a este subgrupo tarifário.



**Neoenergia** [Editar](#)  
CNPJ: 01.083.200/0001-18

Subgrupo A4      Subgrupo A3

**Tarifas**      **Unidades Consumidoras**

Início: 05/01/2022      Fim: 22/01/2023

Modalidade	Posto	TUSD		TE
		RS/kW	RS/Hwh	RS/MWh
Azul	Ponta	90,43	118,68	418,67
	Fora ponta	31,92	118,68	263,55
	NA	31,92	-	-
Verde	Ponta	-	2.309,81	418,67
	Fora ponta	-	118,68	263,55

- Campus Ceilândia
- Campus Darcy Ribeiro Gleba A
- Campus Darcy Ribeiro Gleba B
- Campus Darcy Ribeiro Gleba C
- Campus Darcy Ribeiro Gleba D
- Campus Gama
- Campus Planaltina

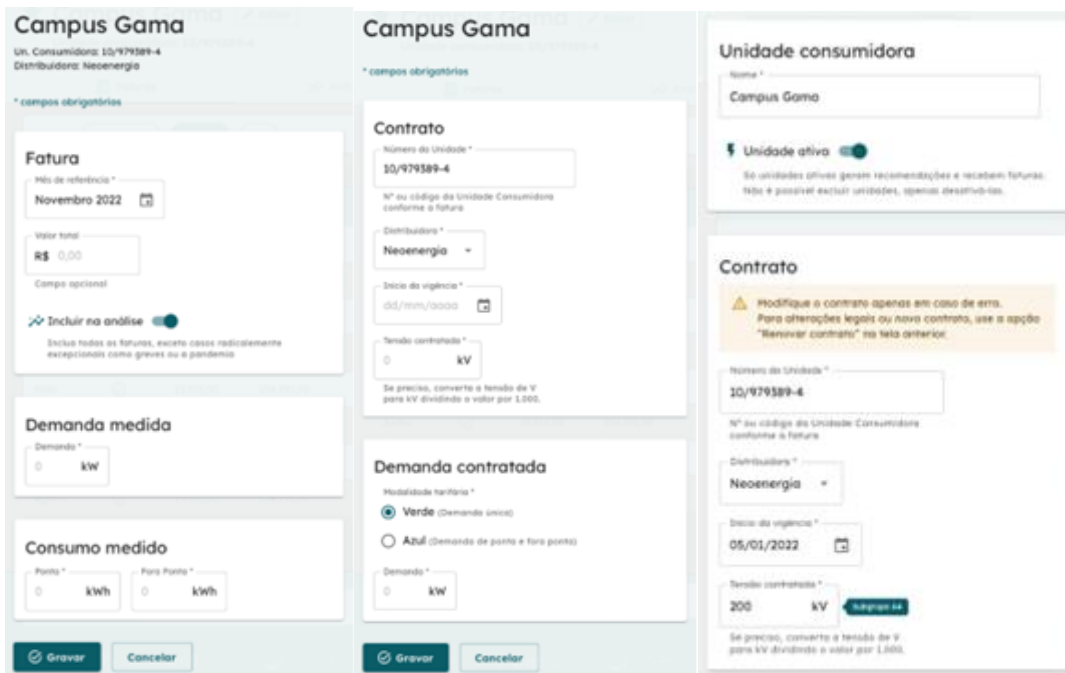
**Figura 25** - Tela em detalhe das Distribuidoras e Tarifas

Fonte: elaboração própria.

Tarifas cuja data de vigência tenha expirado (geralmente com ajustes anuais) são automaticamente classificadas como pendências e geram um alerta visual ao usuário para que as informações sejam atualizadas.

### Formulários

As telas de cadastro e edição de objetos do sistema foram todas implementadas a partir de formulários com fluxo vertical para facilitar o preenchimento e a navegação. Todos os formulários contemplam a validação dos campos de dados evitando erros de preenchimento além de apresentar mensagens de alerta e dicas de preenchimento.



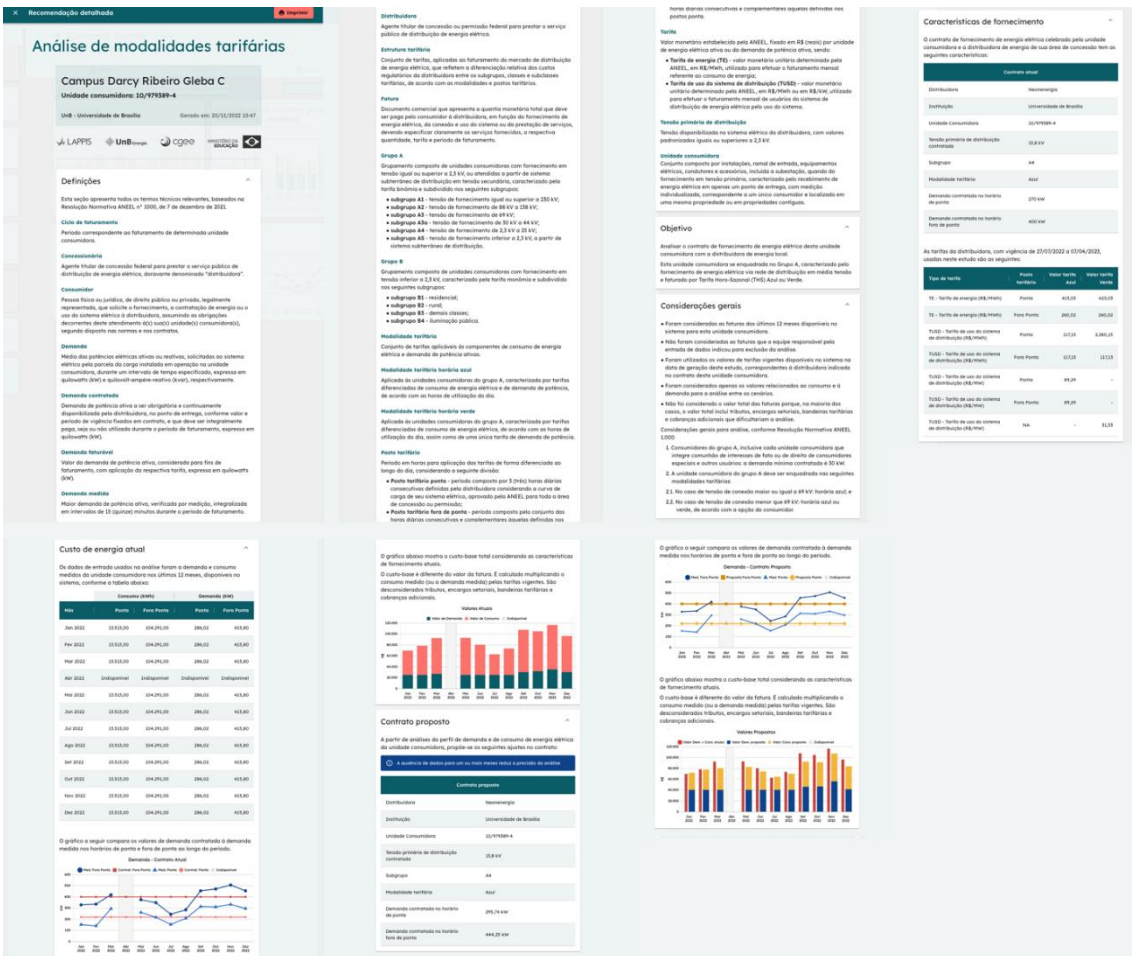
The image displays three examples of system forms for 'Campus Gama'.

- Form 1 (Left):** 'Campus Gama' header. Fields include 'Un. Consumidora: 10/979389-4', 'Distribuidora: Neoenergia', and 'campos obrigatórios'. Sections include:
  - Fatura:** 'Mês de referência' (Novembro 2022), 'Valor total' (R\$ 0,00), and an option to 'Incluir na análise'.
  - Demanda medida:** 'Demanda' (0 kW).
  - Consumo medido:** 'Pontos' (0 kWh) and 'Para Pontos' (0 kWh).
- Form 2 (Middle):** 'Campus Gama' header. Fields include 'campos obrigatórios', 'Número da Unidade' (10/979389-4), 'Distribuidora' (Neoenergia), 'Data de vigência' (dd/mm/aaaa), and 'Tensão contratada' (0 kV). Section includes:
  - Demanda contratada:** 'Modalidade tarifária' (Verde (Demanda única) selected, Azul (Demanda de ponto e fora ponto) unselected), and 'Demanda' (0 kW).
- Form 3 (Right):** 'Unidade consumidora' header. Fields include 'Nome' (Campus Gama), 'Unidade ativa' (checked), and a warning: 'Modifique o contrato apenas em caso de erro. Para alterações legais ou novo contrato, use a opção "Renovar contrato" na tela anterior.' Below are fields for 'Número da Unidade' (10/979389-4), 'Distribuidora' (Neoenergia), 'Data de vigência' (05/01/2022), and 'Tensão contratada' (200 kV).

**Figura 26** - Exemplos de formulários do sistema  
 Fonte: elaboração própria.

## Relatório de Recomendações

Por fim, conforme já visto na [Figura 23](#), o sistema gera as recomendações de novo contrato tanto de modo resumido quanto em modo detalhado em formato de relatório. Para visualizar o Relatório Detalhado, basta clicar no botão **“Ver recomendação detalhada”** e o sistema irá gerar o relatório em formato para ser impresso conforme mostrado na [Figura 27](#).



**Figura 27 - Relatório de Recomendações Detalhado**  
 Fonte: elaboração própria.

## CONCLUSÕES

Uma ferramenta computacional está em fase final de desenvolvimento visando implementar a metodologia aqui apresentada. É possível observar no tópico 7 desse documento um detalhamento completo da arquitetura do sistema computacional bem como todo o sistema de telas que está disponível nessa ferramenta computacional que será distribuída às universidades federais. A partir da alimentação da plataforma com os dados de consumo e tarifas pelas unidades consumidoras das universidades, será gerado um relatório padrão, cujo modelo se encontra na seção “Apêndice” deste documento. Esse relatório apresentará a análise do perfil tarifário e de consumo, bem como a orientação para a contratação eficiente do fornecimento de energia, evitando o pagamento de multas ou contratação acima do necessário.

## APÊNDICE

### MODELO DOS RELATÓRIOS DAS UNIDADES CONSUMIDORAS

A seguir é apresentado o modelo do relatório gerado a partir dos dados de cada unidade consumidora:

<p><b>Estudo e desenvolvimento de sistema automatizado para a gestão de contratos de fornecimento de energia elétrica nas universidades federais</b></p>					
00	Emissão inicial				
N°	DISCRIMINAÇÃO DE REVISÕES	DATA	VERIFICADO	DATA	APROVADO
		DATA	<p><b>Estudo de modalidades tarifárias da Universidade Federal {Nome da Universidade} Unidade Consumidora {Número da UC}</b></p>		
Elaborado					
Verificado					
Aprovado					
Autorizado					
			Revisão: 0	Páginas: 19	

## Sumário

1. **Objetivos**
2. Definições
3. Considerações gerais
  - 3.1. Levantamento de informações
  - 3.2. Análise do contrato
4. Metodologia de cálculo
  - 4.1. Tarifa na modalidade horária azul
  - 4.2. Tarifa na modalidade horária verde
  - 4.3. Escolha da demanda de contrato
5. Características de fornecimento da Unidade Consumidora
6. Cálculo dos custos de energia
  - 6.1. Contrato atual
  - 6.2. Contrato proposto
7. Conclusões



## 1 . Objetivos

Este relatório tem por objetivo a avaliação de contrato de fornecimento de energia elétrica das Universidades Federais com as concessionárias de energia local. Serão avaliados apenas as unidades consumidoras enquadradas no Grupo A, as quais se caracterizam por possuir fornecimento de energia elétrica via rede de distribuição em média tensão e faturadas por Tarifa Horo-Sazonal (THS) azul ou THS Verde.

## 2. Definições

Esta sessão compreenderá todos os termos técnicos relevantes para consulta. Para tal propósito, foi utilizado como base a Resolução Normativa ANEEL nº 1000, de 7 de dezembro de 2021.

- **Unidade consumidora:** conjunto composto por instalações, ramal de entrada, equipamentos elétricos, condutores e acessórios, incluída a subestação, quando do fornecimento em tensão primária, caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em apenas um ponto de entrega, com medição individualizada, correspondente a um único consumidor e localizado em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas.
- **Distribuidora:** agente titular de concessão ou permissão federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica;
- **Tensão primária de distribuição:** tensão disponibilizada no sistema elétrico da distribuidora, com valores padronizados iguais ou superiores a 2,3 kV;
- **Estrutura tarifária:** conjunto de tarifas, aplicadas ao faturamento do mercado de distribuição de energia elétrica, que refletem a diferenciação relativa dos custos regulatórios da distribuidora entre os subgrupos, classes e subclasses tarifárias, de acordo com as modalidades e postos tarifários;
- **Fatura:** documento comercial que apresenta a quantia monetária total que deve ser paga pelo consumidor à distribuidora, em função do fornecimento de energia elétrica, da conexão e uso do sistema ou da prestação de serviços, devendo especificar claramente os serviços fornecidos, a respectiva quantidade, tarifa e período de faturamento;
- **CUSD:** Contrato de Uso do Sistema de Distribuição;

- **Grupo A:** 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:
  - subgrupo A1 - tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
  - subgrupo A2 - tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV;
  - subgrupo A3 - tensão de fornecimento de 69 kV;
  - subgrupo A3a - tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV;
  - subgrupo A4 - tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV;
  - subgrupo AS - tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição.
  
- **Grupo B:** grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV, caracterizado pela tarifa monômia e subdividido nos seguintes subgrupos:
  - subgrupo B1 - residencial;
  - subgrupo B2 - rural;
  - subgrupo B3 - demais classes;
  - subgrupo B4 - Iluminação Pública.
  
- **Modalidade tarifária:** conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e demanda de potência ativas.
  
- **Modalidade tarifária horária verde:** aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia, assim como de uma única tarifa de demanda de potência;
  
- **Modalidade tarifária horária azul:** aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia;
  
- **Posto tarifário:** período em horas para aplicação das tarifas de forma diferenciada ao longo do dia, considerando a seguinte divisão:

- **Posto tarifário ponta:** período composto por 3 (três) horas diárias consecutivas definidas pela distribuidora considerando a curva de carga de seu sistema elétrico, aprovado pela ANEEL para toda a área de concessão ou permissão;
- **Posto tarifário fora de ponta:** período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas nos postos ponta;
- **Tarifa:** valor monetário estabelecido pela ANEEL, fixado em R\$ (reais) por unidade de energia elétrica ativa ou da demanda de potência ativa, sendo:
  - **Tarifa de energia – TE:** valor monetário unitário determinado pela ANEEL, em R\$/MWh, utilizado para efetuar o faturamento mensal referente ao consumo de energia;
  - **Tarifa de uso do sistema de distribuição – TUSD:** valor monetário unitário determinado pela ANEEL, em R\$/MWh ou em R\$/kW, utilizado para efetuar o faturamento mensal de usuários do sistema de distribuição de energia elétrica pelo uso do sistema.
- **Ciclo de faturamento:** período correspondente ao faturamento de determinada unidade consumidora;
- **Concessionária:** agente titular de concessão federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica, doravante denominado “distribuidora”;
- **Consumidor:** pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, legalmente representada, que solicite o fornecimento, a contratação de energia ou o uso do sistema elétrico à distribuidora, assumindo as obrigações decorrentes deste atendimento à(s) sua(s) unidade(s) consumidora(s), segundo disposto nas normas e nos contratos;
- **Demanda:** média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado, expressa em quilowatts (kW) e quilovolt-ampère-reativo (kvar), respectivamente;
- **Demanda contratada:** demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados em contrato, e que deve ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW);

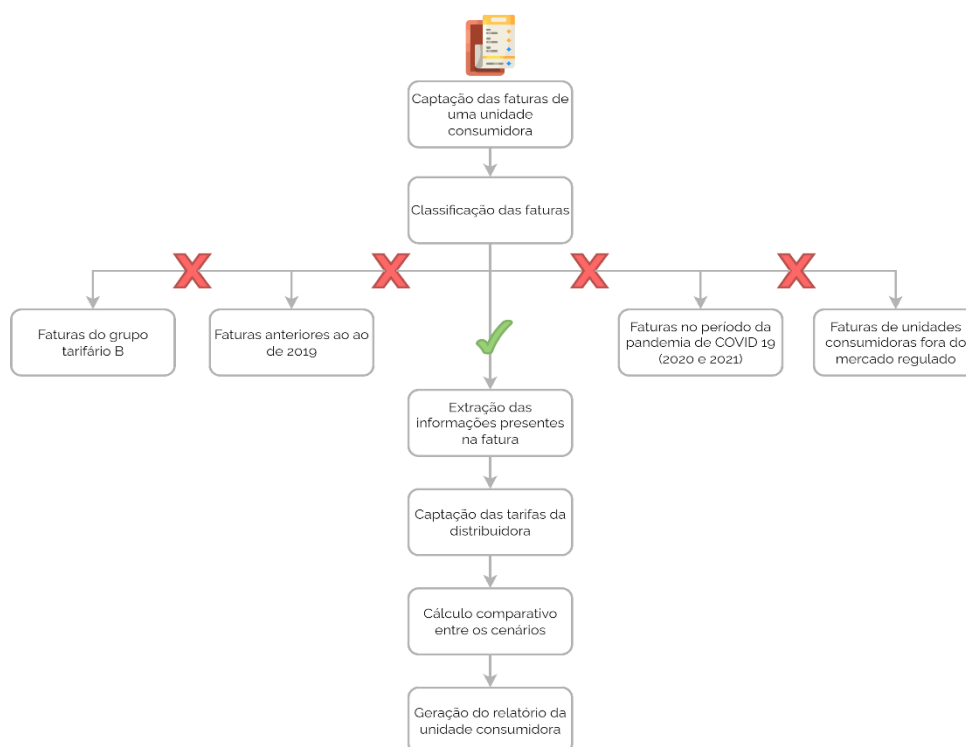
- **Demanda medida:** maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integralizada em intervalos de 15 (quinze) minutos durante o período de faturamento;
- **Demanda faturável:** valor da demanda de potência ativa, considerada para fins de **faturamento**, com aplicação da respectiva tarifa, expressa em quilowatts (kW);

### 3. Considerações gerais

Esta seção apresenta as premissas utilizadas para o desenvolvimento do estudo.

#### 3.1 Levantamento de informações

A imagem abaixo apresenta o fluxo de atividades para o levantamento de informações que subsidiam a análise do contrato da unidade consumidora.



Fluxograma de classificação das faturas das unidades consumidoras.

Fonte: elaboração própria

As seguintes premissas foram estabelecidas:

- **Desclassificação de faturas anteriores ao ano de 2019:** Para tornar a análise mais próxima do cenário atual de consumo da unidade consumidora, foram desconsideradas faturas anteriores ao ano de 2019.
- **Desclassificação de faturas no período da pandemia de COVID 19:** Devido a implementação de trabalho remoto nas Universidades Federais durante o período de pandemia de COVID 19, verificou-se que o consumo de energia das unidades durante esse período apresentou uma queda significativa, o que não refletia a realidade das universidades, sendo assim foram

desconsideradas as faturas de 2020, 2021 e as faturas de 2022 que apresentaram um comportamento semelhante ao da pandemia.

- **Desclassificação de faturas de unidades consumidoras enquadrada como Consumidor Livre:** Para casos em que a unidade consumidora se encontra no ambiente de comercialização livre de energia (ACL), as faturas foram desconsideradas, uma vez que foge do escopo do projeto.

### 3.2 Análise do contrato

Para o desenvolvimento da análise de enquadramento tarifário, as seguintes considerações foram aplicadas:

- Foram analisadas de forma individualizada cada unidade consumidora.
- Foram utilizados os valores de tarifas vigentes da distribuidora da área de concessão da unidade consumidora;
- Não foram considerados no cálculo os encargos setoriais e bandeiras tarifárias;
- Para análise entre os cenários, o valor total da fatura não foi considerado, apenas os valores relacionados ao consumo e demanda. Isso porque, na maioria das distribuidoras, o valor final já possui os tributos, o que dificultaria a análise de viabilidade.

Considerações gerais para análise, conforme Resolução Normativa ANEEL 1.000:

1. Consumidores do grupo A, inclusive cada unidade consumidora que integre comunhão de interesses de fato ou de direito de consumidores especiais e outros usuários: a demanda mínima contratada é 30 kW.
2. A unidade consumidora do grupo A deve ser enquadrada nas seguintes modalidades tarifárias:
  - No caso de tensão de conexão maior ou igual a 69 kV: horária azul; e
  - No caso de tensão de conexão menor que 69 kV: horária azul ou verde, de acordo com a opção do consumidor.

## 4. Metodologia de cálculo

Para apresentação de proposta de enquadramento tarifário é necessário a análise de consumo da unidade consumidora. O ideal é que seja feita a apreciação de 12 meses de conta, o que representa um ano fiscal e o perfil de consumo da unidade.

As grandezas monitoradas são:

- Tensão de fornecimento;
- Consumo na ponta;
- Consumo fora de ponta;
- Demanda medida ponta;
- Demanda medida fora de ponta.

### 4.1 Tarifa na modalidade horária azul

A fatura de energia elétrica dos consumidores enquadrados na tarifa horária azul é composta da soma de parcelas referentes ao consumo e demanda, de acordo com o horário do dia. Os cálculos efetuados para obter os custos neste cenário são:

$$V_{consumo} = T_{cp}C_p + T_{cfp}C_{fp} \quad (1)$$

$$V_{demanda} = T_{dp}D_p + T_{dfp}D_{fp} \quad (2)$$

$$V_{ultrapassagem} = 3T_{dp}U_p + 3T_{dfp}U_{fp} \quad (3)$$

Em que:

- $V_{consumo}$  = Valor total de consumo (R\$);
- $V_{demanda}$  = Valor total de demanda (R\$);
- $T_{cp}$  = Tarifa de consumo na ponta (R\$/MWh);
- $T_{cfp}$  = Tarifa de consumo fora de ponta (R\$/MWh);
- $C_p$  = Consumo medido na ponta (MWh);
- $C_{fp}$  = Consumo medido fora de ponta (MWh);
- $T_{dp}$  = Tarifa de demanda na ponta (R\$/kW);
- $T_{dfp}$  = Tarifa de demanda fora de ponta (R\$/kW);
- $D_p$  = Demanda contratada na ponta (kW);
- $D_{fp}$  = Demanda contratada fora de ponta (kW);

$U_p$  = Ultrapassagem de demanda na ponta (kW);  
 $U_{fp}$  = Ultrapassagem de demanda fora de ponta (kW).

## 4.2 Tarifa na modalidade horária verde

A fatura de energia elétrica dos consumidores enquadrados na tarifa horária verde é composta da soma de parcelas referentes ao consumo, de acordo com o horário do dia e demanda. Os cálculos efetuados para obter os custos neste cenário são:

$$V_{consumo} = T_{cp}C_p + T_{cfp}C_{fp} \quad (4)$$

$$V_{demanda} = T_d D \quad (5)$$

$$V_{ultrapassagem} = 3T_d(U_p + U_{fp}) \quad (6)$$

Em que:

$V_{consumo}$  = Valor total de consumo (R\$);  
 $V_{demanda}$  = Valor total de demanda (R\$);  
 $T_{cp}$  = Tarifa de consumo na ponta (R\$/MWh);  
 $T_{cfp}$  = Tarifa de consumo fora de ponta (R\$/MWh);  
 $C_p$  = Consumo medido na ponta (MWh);  
 $C_{fp}$  = Consumo medido fora de ponta (MWh);  
 $T_d$  = Tarifa de demanda (R\$/MW);  
 $D$  = Demanda contratada (kW);  
 $U_p$  = Ultrapassagem de demanda na ponta (MW);  
 $U_{fp}$  = Ultrapassagem de demanda fora de ponta (MW).

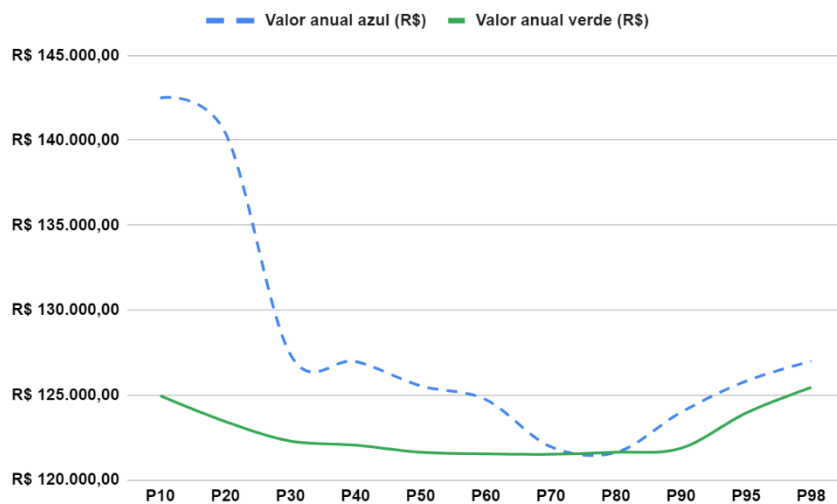
É importante ressaltar, que no caso da demanda medida, nas duas modalidades tarifárias em que haja ultrapassagem da demanda contratada, a unidade consumidora paga a multa por ultrapassagem, o que corresponde a três vezes o valor da tarifa de demanda.

## 4.3. Escolha da demanda de contrato

Para a análise de demanda e proposta de contratação, utilizou-se a metodologia estatística de percentil, utilizando 10 cenários de percentil 10 a percentil 95, verificando o ponto em que se apresenta o melhor cenário econômico, de forma a



aproximar a demanda de seu valor ótimo. O gráfico 2 apresenta um exemplo em que pode ser vista a análise mencionada.



**Gráfico A1:** Comparativo entre as diferentes proposições de demanda em cenários observados.  
**Fonte:** elaboração própria

## 5. Características de fornecimento da Unidade Consumidora

As informações em relação ao contrato de fornecimento de energia elétrica celebrado pela unidade consumidora e a distribuidora de energia de sua área de concessão podem ser vistos na tabela A1.

**Tabela A1:** Informações características de fornecimento da unidade consumidora.

<b>Contrato atual</b>	
Identificação da Universidade	
Identificação da Distribuidora	
Identificação do Campus	
Número da unidade consumidora	
Tensão de fornecimento	
Modalidade tarifária	
Subgrupo	
Demanda contratada (kW)	
Demanda contratada no horário de ponta (kW)	
Demanda contratada no horário fora de ponta (kW)	

**Fonte:** elaboração própria

Na tabela A2 é possível verificar as tarifas vigentes da distribuidora que foram utilizadas para o cálculo.

**Tabela A2:** Tarifas utilizadas para metodologia de cálculo comparativo, com vigência de {vigência}.

<b>Tarifa</b>	<b>Valor da tarifa azul</b>	<b>Valor da tarifa verde</b>
Tarifa de energia (TE) ponta (R\$/MWh)		
Tarifa de energia (TE) fora ponta (R\$/MWh)		
Tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD) ponta (R\$/MWh)		
Tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD) fora ponta (R\$/MWh)		
Tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD) ponta (R\$/kW)		
Tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD) fora ponta (R\$/kW)		
Tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD) única (R\$/kW)		

**Fonte:** elaboração própria

## 6. Cálculo dos custos de energia

Os dados de entrada para a avaliação de viabilidade foram a demanda e consumo medidos da unidade consumidora, conforme apresentado na tabela 3.

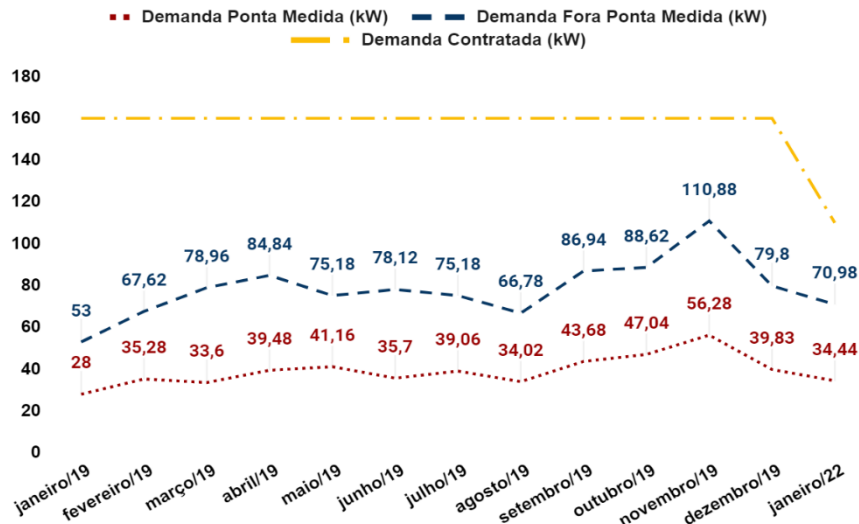
**Tabela 3:** Dados de consumo e demanda medidos extraídos das faturas da unidade consumidora.

Ano	Mês faturado	Consumo na ponta (kWh)	Consumo fora ponta (kWh)	Demanda Medida na ponta (kW)	Demanda Medida fora ponta (kW)
2019	Janeiro				
	Fevereiro				
	Março				
	Abril				
	Maio				
	Junho				
	Julho				
	Agosto				
	Setembro				
	Outubro				
	Novembro				
	Dezembro				
2022	Janeiro				
	Fevereiro				
	Março				
	Abril				

Fonte: elaboração própria

## 6.1. Contrato atual

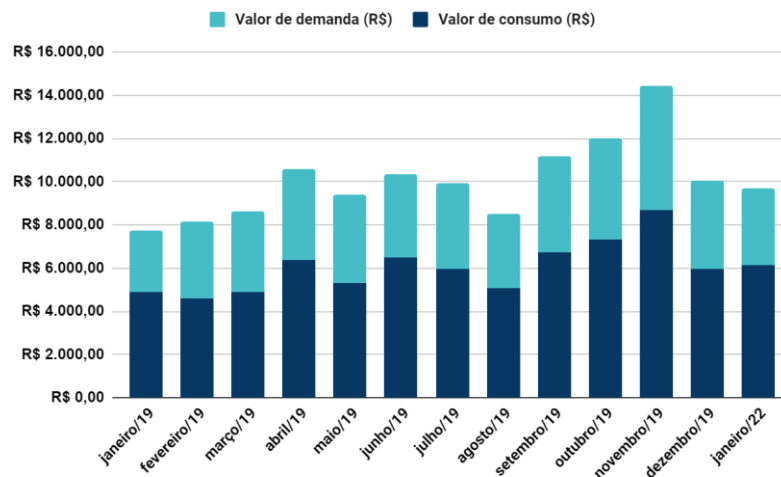
O gráfico A3 apresenta de forma consolidada a comparação entre os valores de demanda contratada da unidade consumidora quando comparada com a demanda medida nos horários de ponta e fora de ponta.



**Gráfico A3:** Comparativo entre a demanda contratada e os valores medidos nos horários de ponta (P) e fora de ponta (FP) em kW.

Fonte: elaboração própria

O gráfico A4 mostra o valor total calculado considerando as condições atuais de contrato. Este valor foi separado entre consumo, que contribui com x% do valor total, e a demanda, que contribui com os outros y% da conta de energia.

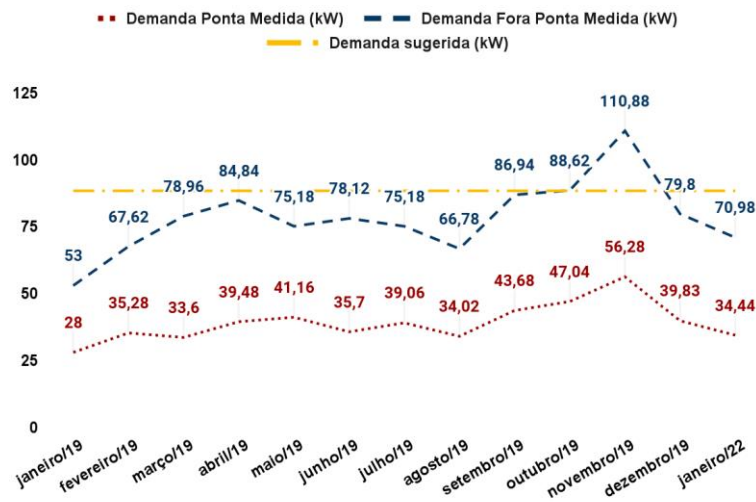


**Gráfico A4:** valores de consumo e demanda em reais considerando as condições atuais de contrato.

Fonte: elaboração própria

## 6.2. Contrato proposto

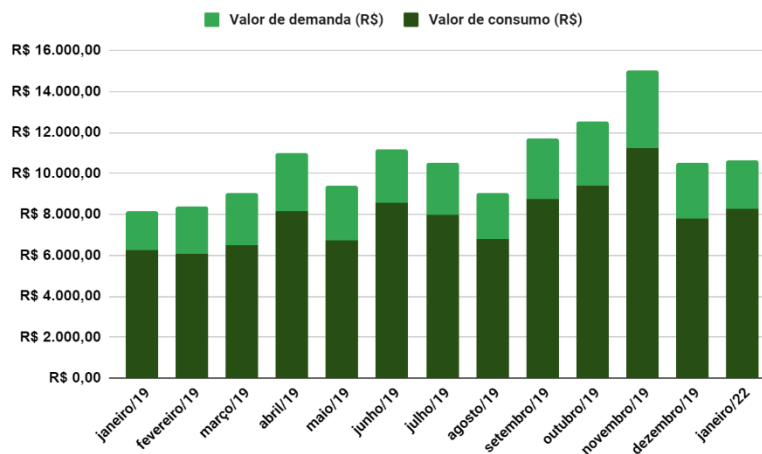
Na sequência, o gráfico A5 faz uma comparação entre os valores de demanda proposta e demanda medida nos horários de ponta e fora de ponta para a unidade consumidora.



**Gráfico A5:** Comparativo entre a demanda sugerida e os valores medidos nos horários de ponta (P) e fora de ponta (FP) em kW.

Fonte: elaboração própria

O gráfico A6 mostra o valor total calculado considerando as condições referentes ao novo contrato proposto. Neste cenário, o valor de consumo contribui com x% do valor total, enquanto a demanda corresponde a y% do mesmo valor.



**Gráfico A6:** Valores de consumo e demanda em reais considerando as condições de contrato sugeridas.

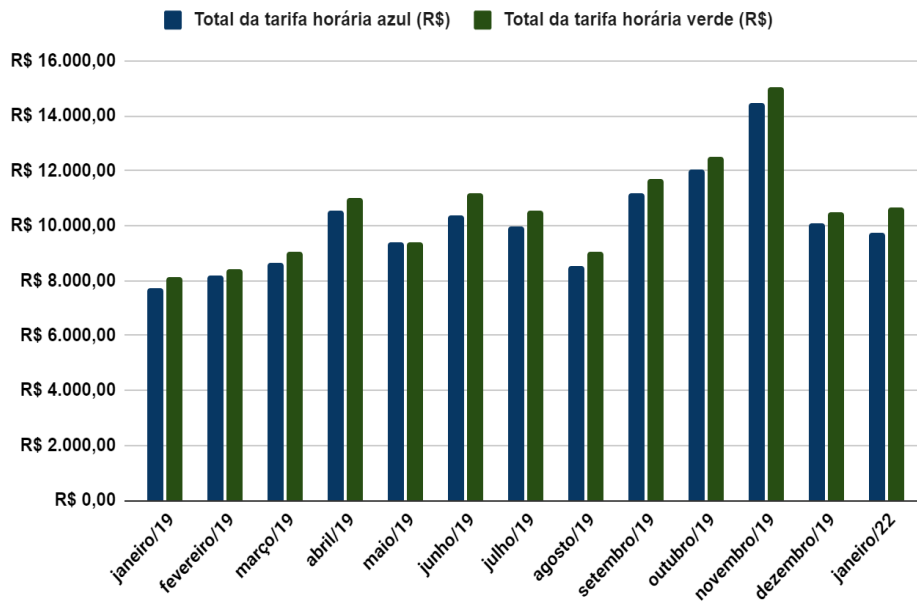
**Fonte:** elaboração própria.

Por fim, a tabela A4 e o gráfico A7 apresentam o comparativo do cenário atual de contrato e os valores calculados considerando a nova proposição.

**Tabela A4:** Valores calculados para consumo e demanda considerando o contrato atual e o contrato proposto.

Ano	Mês faturado	Contrato atual			Contrato proposto			Comparativo	
		Consumo	Demanda	Total	Consumo	Demanda	Total	Diferença	Diferença Percentual
2019	Janeiro								
	Fevereiro								
	Março								
	Abril								
	Maio								
	Junho								
	Julho								
	Agosto								
	Setembro								
	Outubro								
	Novembro								
	Dezembro								
<b>Total</b>									

**Fonte:** elaboração própria



**Gráfico A7:** Comparativo considerando o contrato atual e o contrato proposto.  
**Fonte:** elaboração própria

## 7. Conclusões

A partir de análises do perfil de demanda e consumo de energia elétrica da unidade consumidora, propõe-se ajustes no contrato, considerando os valores indicados na Tabela A5.

**Tabela A5:** Proposta para ajuste de contrato de fornecimento de energia elétrica da unidade consumidora.

Contrato proposto	
Identificação da Universidade	
Identificação da Distribuidora	
Identificação do Campus	
Número da unidade consumidora	
Tensão de fornecimento	
Modalidade tarifária	
Subgrupo	
Demanda contratada (kW)	
Demanda contratada no horário de ponta (kW)	



---

<b>Contrato proposto</b>	
--------------------------	--

Demanda contratada no horário fora de ponta (kW)	
---	--

**Fonte:** elaboração própria

## **ANEXO I**

### **Considerações gerais sobre ajuste de contrato conforme resolução da ANEEL ° 1000, de 7 de dezembro de 2021.**

#### **Do Prazo de Vigência e da Prorrogação**

Art. 133. Os contratos devem observar os seguintes prazos de vigência e condições de prorrogação:

I - indeterminado para o contrato de adesão do grupo B; e

II - 12 (doze) meses para a vigência do CUSD e do CCER, com prorrogação automática por igual período, desde que o consumidor e demais usuários não se manifestem em contrário com antecedência de pelo menos 180 (cento e oitenta) dias em relação ao término de cada vigência.

§ 1º O prazo de vigência e as condições de prorrogação podem ser estabelecidos de comum acordo entre as partes e, se não houver acordo, deve-se observar o inciso II do caput.

§ 2º A distribuidora pode reduzir o prazo de manifestação disposto no inciso II do caput para o CCER, observado o 0.

§ 3º Mediante solicitação expressa do consumidor e demais usuários submetidos à Lei nº 14.133, de 2021:

I - os prazos de vigência e as condições de prorrogação devem observar o disposto na Lei nº 14.133, de 2021, inclusive podendo ser estabelecida vigência por prazo indeterminado; e

II - o contrato com prazo indeterminado deve ser aditivado para estabelecimento de prazo de vigência e as condições de prorrogação, observada a diferença entre a data de solicitação e a do próximo aniversário do contrato:

a) se maior que 180 (cento e oitenta) dias: a vigência será a data do próximo aniversário do contrato; e

b) se menor que 180 (cento e oitenta) dias: a vigência será a segunda data de aniversário do contrato subsequente à data de solicitação.

#### Seção V

#### **Da Eficiência Energética e do Montante Contratado**

Art. 134. A distribuidora deve ajustar o contrato em razão da implementação de medidas de eficiência energética e da instalação de micro ou minigeração distribuída, observadas as seguintes condições:

I - as medidas devem resultar em redução da demanda e do consumo de energia elétrica ativa e serem comprováveis pela distribuidora;

II - deve haver solicitação do consumidor e demais usuários; e

III - devem ser ressarcidos os investimentos não amortizados, observado o art. 147.

Art. 135. O consumidor e demais usuários devem submeter previamente à distribuidora os projetos básico e executivo das medidas de eficiência energética a serem implementadas, contendo:

I - justificativas técnicas;

II - etapas de implantação;

III - resultados previstos; e

IV - proposta para a revisão contratual e acompanhamento pela distribuidora.

Art. 136. A distribuidora deve informar ao consumidor e demais usuários as condições para a revisão da demanda contratada em até 30 (trinta) dias da apresentação dos projetos de eficiência energética.

Art. 137. O consumidor que pretenda modificar os montantes contratados quando da instalação de micro ou minigeração distribuída deve informar, no pedido de conexão, a proposta com os novos valores a serem contratados.

Parágrafo único. A distribuidora deve celebrar, no prazo de até 30 (trinta) dias, os aditivos contratuais com o consumidor quando da aprovação da conexão de micro ou minigeração ao sistema de distribuição.

### **Do Período de Testes e Ajustes**

Art. 311. A distribuidora deve aplicar o período de testes para unidade consumidora para permitir a adequação da demanda contratada e a escolha da modalidade tarifária, nas seguintes situações:

I - início do fornecimento de energia elétrica;

II - mudança para faturamento aplicável à unidade consumidora do grupo A, cuja opção anterior tenha sido por faturamento do grupo B;

III - enquadramento na modalidade tarifária horária azul; e

IV - Acréscimo de demanda, quando maior que 5% (cinco por cento) da contratada.

Parágrafo único. Quando do enquadramento na modalidade tarifária horária azul, o período de testes abrangerá exclusivamente o montante contratado para o posto tarifário ponta.

Art. 312. O período de testes deve ter duração de 3 (três) ciclos consecutivos e completos de faturamento.

Parágrafo único. A distribuidora pode prorrogar o período de testes, mediante solicitação fundamentada do consumidor.

Art. 313. A distribuidora deve faturar a demanda medida durante o período de testes, exceto na situação de acréscimo de demanda, em que a distribuidora deve considerar o maior valor entre a demanda medida e a demanda contratada anteriormente à solicitação de acréscimo.

§ 1º A distribuidora deve faturar o valor mínimo disposto no caput do art. 148 em ao menos 1 (um) dos postos tarifários.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul .....	19
Tabela 2 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal do Acre.....	19
Tabela 3 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal do Cariri .....	19
Tabela 4 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal da Fronteira Sul.....	20
Tabela 5 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal de Ouro Preto.....	20
Tabela 6 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal Rural da Amazônia.....	20
Tabela 7 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.....	21
Tabela 8 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal de São João Del-Rei .....	21
Tabela 9 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal de Alfenas .....	22
Tabela 10 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal do Paraná .....	22

---

Tabela 11 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal de Minas Gerais.....	23
Tabela 12 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal de Federal de Juiz de Fora .....	24
Tabela 13 - Comparativo entre as modalidades tarifárias vigente e proposta, demanda contratada vigente e proposta e valores de economia anual prevista (R\$ e %) da Universidade Federal de Pelotas.....	24
Tabela 14 - Casos de Uso.....	30

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de Entidades do Sistema.....	28
Figura 2 - Tela do Painel Inicial.....	33
Figura 3 - Tela de Unidades Consumidoras.....	33
Figura 4- (a) Tela de Adição da Unidade Consumidora. (b) Detalhe de adição de distribuidora no ato do cadastro. ....	34
Figura 5 - Tela do Contrato .....	35
Figura 6 - Tela de Renovação de Contrato .....	35
Figura 7 - Telas de Inserção de Fatura .....	36
Figura 8 - Tela de Distribuidoras .....	37
Figura 9 - Tela para Adicionar Distribuidora.....	38
Figura 10 - Tela de Análise .....	39
Figura 11 - Arquitetura Geral do Sistema.....	40
Figura 12- Diagrama de Classes Backend.....	40
Figura 13 - Componentes do Frontend .....	41
Figura 14 - Visão de Implantação.....	42
Figura 15 - Visão de Implementação - Camadas .....	43
Figura 16 - Arquitetura do Backend (Django REST API).....	44
Figura 17 - Arquitetura React + Redux.....	44
Figura 18 - Fluxo do Usuário Técnico da Universidade.....	46
Figura 19 - Fluxo do Usuário Administrador da Universidade .....	47
Figura 20- Tela do Painel Inicial .....	48
Figura 21 - Tela do Painel Inicial – Com Filtro.....	48
Figura 22- Detalhe - Tela da Unidade Consumidora.....	49
Figura 23 - Análise Resumida .....	50
Figura 24 - Detalhe da Tela de Contatos .....	50
Figura 25 - Tela em detalhe das Distribuidoras e Tarifas.....	51
Figura 26 - Exemplos de formulários do sistema .....	52
Figura 27 - Relatório de Recomendações Detalhado.....	53

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparativo entre as diferentes proposições de demanda em cenários observados.....	14
--	----