



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
COLEGIADO DO CURSO DE ENG. ELÉTRICA



LUCAS SEIXAS DIAS

Análise Tarifária das Unidades Consumidoras da Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Orientador: Prof. Dr. Kleber Freire da Silva

Salvador - BA - Brasil

12 de dezembro de 2022

Lucas Seixas Dias

Análise Tarifária das Unidades Consumidoras da Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Trabalho apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Freire da Silva

Salvador - BA - Brasil

12 de dezembro de 2022

Lucas Seixas Dias

Análise Tarifária das Unidades Consumidoras da Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Trabalho apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Trabalho aprovado. Salvador - BA - Brasil, 12 de dezembro de 2022:

Orientador: Prof. Dr. Kleber Freire da Silva

Profa. Dra. Luciana Martinez

Prof. Dr. André Luiz de Carvalho Valente

**Salvador - BA - Brasil
12 de dezembro de 2022**

Agradecimentos

Em primeiríssimo lugar, quero agradecer aos meus pais, Terezinha e Luis Alberto (in memoriam), pelo amor incondicional e incentivo, os quais me tornaram a pessoa que sou hoje. Agradeço ao meu núcleo familiar, Diane, Luciano e Luis Felipe, que sempre estiveram comigo ao longo de toda essa jornada, à disposição em me ajudar em todos os momentos.

Agradeço à minha família, em especial os Temperos, o alicerce da minha história, que sempre estiveram ao meu lado.

Aos meus tios Ana Regina e Sergio, pelo cuidado e pela oportunidade que me ofereceram, o apoio que me fez chegar onde consegui estar hoje.

À minha querida Stela, por estar sempre comigo e por me acompanhar nos momentos mais felizes.

Ao meu amigo Daniel, pela parceria na rotina vencedora, conhecimento e incentivo.

À minha amiga Priscilla, por todo o suporte e aprendizado que precisei para virar a chave.

Agradeço ao prof. Dr. Kleber Freire por ser meu orientador, pela oportunidade em trabalhar com esse tema, por poder contribuir com a UFBA, e pelo apoio e conhecimentos neste trabalho de conclusão de curso.

A todos os meus amigos que conheci na faculdade, e que ainda estão presentes na minha vida, também aos meus amigos de outras esferas, enfim, a todo ser do universo que, direta ou indiretamente, contribuiu para minha formação, o meu muito obrigado.

“Não há resposta
incorrecta
A vida sempre será
incompleta.”
(LOKE 12)

Resumo

O propósito deste trabalho é realizar uma investigação com os dados de consumo de energia elétrica das unidades consumidoras da Universidade Federal da Bahia e sugerir mudanças contratuais para reduzir custos. O método aplicado foi uma análise exploratória das faturas através da linguagem de programação Python, onde possui bibliotecas adequadas para gerar visualizações gráficas e funções que realizam operações com muitos dados simultaneamente, viabilizando a investigação deste conjunto de dados composto por 5373 faturas de energia elétrica e 53 variáveis vinculadas a cada uma delas.

Conforme exploração realizada, três avaliações provaram aplicação viável no conjunto de dados: análise da mudança de modalidade tarifária, otimização da demanda contratada e comparação entre grupos tarifários.

Através dos resultados deste trabalho, descobriu-se que apenas com as mudanças contratuais seria possível uma economia de aproximadamente oitenta mil reais por mês e uma melhor previsibilidade do consumo para a cadeia de geração e distribuição de energia.

Palavras-chave: Redução de custos com energia, estrutura tarifária, otimização de demanda contratada, Análise exploratória.

Abstract

The purpose of this work is to carry out an investigation with the electricity consumption data of the consumer units of the Federal University of Bahia and suggest contractual changes to reduce costs. The method applied was an exploratory analysis of the bills through the Python programming language, where it has adequate libraries to generate graphical visualizations and functions that perform operations with many data simultaneously, enabling the investigation of this dataset composed of 5373 electricity bills and 53 variables linked to each of them.

According to the exploration carried out, three evaluations proved to be a viable application in the data set: analysis of tariff modality change, optimization of contracted demand and comparison between tariff groups.

Through the results of this work, it was discovered that only with the contractual changes it would be possible to save approximately eighty thousand reais per month and a better predictability of consumption for the energy generation and distribution chain.

Keywords: Energy cost reduction, tariff structure, contracted demand optimization, Exploratory analysis

Listas de Figuras

Figura 1. Ciclo de análise de dados segundo a ciência de dados.	6
Figura 2. Comparação entre o valor de fatura calculado pelo autor e o valor de fatura original fornecido no relatório da SUMAI na unidade consumidora “BEX - Biblioteca Universitária de Exatas Omar Catunda”.	24
Figura 3. Histórico das demandas ativas, na ponta e fora de ponta, e das demandas ativas contratadas da unidade “CEAB - FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO”.....	25
Figura 4. Histórico das demandas ativas, na ponta e fora de ponta, e das demandas ativas contratadas da unidade “PAF V - Pavilhão de Aulas da Federação V”.....	26
Figura 5. Histórico do consumo ativo na ponta e fora de ponta da unidade “ESCOLA POLITÉCNICA”.....	28
Figura 6. Valor da fatura calculada no Grupo B3 vs Valor da fatura calculada no Grupo A4 Verde da unidade consumidora “CEAB - FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO”.30	
Figura 7. Curva “ótima” de valores de fatura da unidade “PAF I - INSTITUTO DE MATEMÁTICA, PAF I, CPD, PAF II E FACULDADE DE FARMÁCIA”.	32
Figura 8. Comparação de valores de fatura da unidade “ESCOLA POLITÉCNICA” com a demanda contratada “ótima” nas modalidades horossazonal verde e azul e a fatura original.	34
Figura 9. Histórico dos valores de multas e juros somados mês a mês de todas as unidades consumidoras.	35

Lista de Tabelas

Tabela 1. Classificação tarifária	11
Tabela 2. Consumo de energia elétrica da UFBA entre 2016 e 2021.....	19
Tabela 3. Descrição das variáveis utilizadas do relatório de faturas.....	21
Tabela 4. Unidades consumidoras estudadas	29
Tabela 5. Valores que seriam economizados caso as unidades em destaque estivessem sido tarifadas como Grupo B3 no período de maio a setembro de 2022	31
Tabela 6. Valores que seriam economizados caso as unidades do Grupo A estivessem contratado a “demanda ótima” no período de maio a setembro de 2022. Para as demandas ótimas menores que o mínimo contratável (destacadas em amarelo), o cálculo de economia foi realizado com 30 kW.	33

Lista de Abreviaturas e Siglas

ACL	Ambiente de Contratação Livre
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BA	Bahia
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CIP	Contribuição de Iluminação Pública
COELBA	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
IA	inteligência Artificial
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IEA	Agência Internacional de Energia
kVA	Quilo Volt Ampere
kVAr	Quilo Volt Ampere reativo
kVArh	Quilo Volt Ampere reativo hora
kW	Quilo Watt
kWh	Quilo Watt hora
PIS	Programa de Integração Social
REN	Resolução Normativa
REUNI	Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
SUMAI	Superintendência de Meio Ambiente e Infraestrutura
TE	Tarifa de Energia
TIP	Taxa de iluminação pública
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
UFBA	Universidade Federal da Bahia

Sumário

Capítulo 1: Introdução	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo geral	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Organização do trabalho.....	3
Capítulo 2: Fundamentação Teórica	4
2.1 Estatística	4
2.1.1 Média aritmética	4
2.1.2 Média móvel aritmética (simples)	5
2.2 Análise exploratória de dados	5
2.2.1 Limpeza e transformação de dados.....	6
2.2.2 Análise gráfica.....	6
2.3 Eficiência energética	7
2.3.1 Contratação de fornecimento de energia elétrica	8
2.4 Definições e conceitos de instalações elétricas.....	8
2.4.1 Consumo de energia elétrica	8
2.4.2 Demanda.....	8
2.4.3 Demanda contratada	9
2.4.4 Demanda medida ou registrada	9
2.4.5 Demanda de ultrapassagem	9
2.4.6 Horário de ponta.....	9
2.4.7 Horário fora de ponta	10
2.4.8 Período seco	10

2.4.9 Período úmido	10
2.4.10 Tarifa.....	10
2.4.11 Tarifa binômia	10
2.4.12 Tarifa monômia	10
2.5 Regulamentação vigente de instalações elétricas	11
2.5.1 Classificação tarifária.....	11
2.5.2 Modalidade tarifária.....	12
2.5.3 Revisão da demanda contratada.....	12
2.5.4 Revisão da classificação tarifária.....	13
2.6 Cálculo da fatura das unidades consumidoras.....	14
2.6.1 Cálculo da tarifa monômia	14
2.6.2 Cálculo da tarifa binômia	14
2.6.3 Cálculo de tributos na tarifa	15
2.6.4 Cálculo da Contribuição de iluminação pública	16
2.7 Tecnologias e ferramentas utilizadas.....	16
2.7.1 Python	16
2.7.2 Plataforma Anaconda.....	17
2.8 Objeto de estudo: A Universidade Federal da Bahia (UFBA)	18
2.8.1 Caracterização da área física da UFBA	18
2.8.2 Consumo de energia elétrica da UFBA.....	19
2.8.3 UFBA e a crise econômica	19
Capítulo 3: Metodologia.....	20
3.1 Composição dos dados de consumo de energia	20
3.2 Limpeza e manipulação dos dados	20
3.3 Metodologia de análise	22
3.3.1 Identificação do grupo tarifária mais vantajoso	24

3.3.2 Identificação da “demanda ótima”	25
3.3.3 Identificação da modalidade tarifária mais vantajosa	27
Capítulo 4: Resultados e Discussão	29
4.1 Análise de mudança do Grupo A para Grupo B	30
4.2 Análise de otimização da demanda contratada	32
4.3 Análise de mudança da tarifação horossazonal verde (atual) para a horossazonal azul das unidades do Grupo A	34
4.4 Observações sobre atraso de pagamento das faturas	35
Capítulo 5: Conclusão	36
5.1 Sugestões de trabalhos futuros	36
Referências	37
Apêndice A - Comparação do valor calculado via Python e o valor original da fatura	42
Apêndice B – Unidades do Grupo A com nenhuma demanda de registrada maior que 75 kW desde 2019.....	46
Apêndice C – Histórico das Demandas contratadas e registradas na ponta e fora de ponta das unidades Grupo A.....	49
Apêndice D – Consumo ativo das unidades Grupo A	57
Apêndice E – Tarifação no Grupo B3 vs Tarifação no Grupo A4 Verde em unidades do Grupo A com nenhuma demanda de registrada maior que 75 kW desde 2019	65
Apêndice F – Curva ótima de valores de fatura variando a demanda contratada.....	67
Apêndice G – Valores de fatura com a demanda contratada “ótima” Verde, “ótima” Azul e demanda original.....	75
Apêndice H – Código Python utilizado no trabalho.....	83

Capítulo 1: Introdução

O consumo de energia elétrica no setor educacional significa um alto valor nas despesas contabilizadas no orçamento, sobretudo no horário de ponta em que a energia tem seu custo mais elevado (UFBA, 2022a). Contudo, ações que envolvem o planejamento integrado de recursos podem ser empregadas para minimizar os custos com energia elétrica sem impactar negativamente na rotina da instituição. Gilberto Jannuzzi (apud FIRMES et al., 2018, p.4) enfatiza que os benefícios de investir esforços na otimização do uso de energia são de total interesse para a sociedade, como a contribuição para o aumento da confiabilidade do sistema elétrico, a redução ou postergação de investimentos em geração, transmissão e distribuição, a redução de impactos ambientais (locais e globais) e a redução do custo de energia para o consumidor final.

De acordo com Clodomiro Unsihuay-Vila (apud DANTAS FILHO, 2019, p.17), quanto maior a eficiência do planejamento da demanda de energia elétrica pelos agentes responsáveis, menor é a perda financeira causada pela subestimação ou superestimação da geração de energia elétrica.

O propósito deste trabalho é investigar as faturas de energia elétrica das unidades consumidoras pertencentes à UFBA e sugerir mudanças contratuais para reduzir custos. Para isso, é realizada uma análise exploratória de dados, sobretudo com métodos gráficos, algoritmos de limpeza e manipulação de dados no relatório “Faturamento_UFBA_2022.xlsx” cedido pela Superintendência de Meio Ambiente e Infraestrutura (SUMAI).

1.1 Motivação

Empresas que produzem, entregam e revendem energia elétrica precisam atender a demanda solicitada pela rede instantaneamente sendo que não há atualmente uma forma viável e eficiente de armazenar grandes quantidades de eletricidade (VILAR; CAO; ANEIROS, 2012). De acordo com Fábio Santos (apud FIRMES et al., 2018, p.4), é pelo menos 4 vezes mais barato economizar 1 kWh consumido do que adicionar 1kWh na geração. Então, possuir os contratos no grupo e modalidade tarifária mais adequados e uma demanda contratada

ajustada para a real necessidade de cada unidade consumidora tem o potencial de gerar economia da geração ao consumidor final.

Associado a esta análise, temos que desde 2014 o Brasil entrou em uma crise econômica e os ajustes fiscais realizados também atingiram as universidades federais, reduzindo gradativamente o orçamento disponibilizado pelo governo federal. Esta redução se aprofundou recentemente devido aos impactos da crise sanitária enfrentada globalmente (UFBA, 2022b). Observando este cenário crítico orçamentário, a temática deste trabalho surgiu como uma tentativa de contribuir com a otimização dos recursos financeiros disponíveis através da investigação das contas de energia da UFBA.

1.2 Objetivos

Nesta seção são apresentados o objetivo geral, os objetivos específicos e a organização do trabalho.

1.2.1 *Objetivo geral*

O presente trabalho tem como principal objetivo contribuir para a minimização dos custos com energia elétrica, otimizando os parâmetros contratuais de acordo com as possibilidades da regulamentação vigente.

1.2.2 *Objetivos específicos*

- Analisar quais unidades da UFBA são da classificação tarifária Grupo A (média e alta tensão) mas poderiam migrar e teriam maior economia se tarifadas no Grupo B (baixa tensão);
- Identificar qual o melhor custo benefício de demanda contratada para unidades do Grupo A;
- Comparar custo benefício das modalidades tarifárias das unidades do Grupo A;
- Apresentar gráficos e tabelas para expor os resultados da investigação realizada;
- Realizar todas as análises através da linguagem de programação Python.

1.3 Organização do trabalho

Este trabalho foi estruturado da seguinte maneira: no capítulo 1 são apresentadas a introdução, motivação, objetivos gerais, os objetivos específicos e a organização do trabalho. No capítulo 2 são apresentados o embasamento teórico e o objeto de estudo. No capítulo 3 são apresentadas as metodologias utilizadas no estudo. No capítulo 4 são apresentados os resultados e discussões em quatro seções: análise da classificação tarifária, análise de demanda contratada, análise da modalidade tarifária e observações sobre atraso de pagamento das faturas. No capítulo 5 são apresentadas as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 2: Fundamentação Teórica

Neste capítulo é tratado o referencial teórico com discussões de outros autores e órgãos regulamentadores sobre os assuntos abordados neste trabalho.

É iniciada a fundamentação com o tema estatística, ramo da matemática que relaciona fatos com números e base primordial deste trabalho, através de conceitos básicos e revisão de técnicas como a coleta, limpeza e organização de dados, a fim de produzir o arcabouço teórico necessário para as devidas interpretações através de métodos estatísticos e gráficos. Logo após, para entender as motivações por trás da necessidade de analisar e otimizar o consumo de energia elétrica, uma revisão é realizada sobre eficiência energética. Depois são desenvolvidas análises sobre definições e conceitos de instalações elétricas, a regulamentação vigente, os cálculos de tarifa e as tecnologias e ferramentas utilizadas neste trabalho. Por fim, é dissertado sobre o objeto de estudo.

2.1 Estatística

O uso de métodos estatísticos está presente em todas as áreas de conhecimento. Seu uso é percebido mais facilmente nas ciências, mas estes métodos também fundamentam argumentos decisivos na história, literatura e religião (STIGLER, 1999).

Conceitos da estatística podem ser devidamente utilizados para entender melhor o comportamento dos dados e desenvolver uma análise descomplicada e sucinta de diversos temas (HÄRDLE; SIMAR, 2015). Neste trabalho é realizada uma análise exploratória dos dados das contas de energia das unidades consumidoras da UFBA através de técnicas básicas descritivas e gráficas da estatística com a finalidade de criar um ambiente de fácil entendimento e reprodução das técnicas utilizadas.

2.1.1 Média aritmética

A média aritmética, representada na estatística por \bar{x} , é uma medida de posição definida como a soma das observações dividida pelo número total de observações consideradas (BUSSAB; MORETTIN, 2010).

Trata-se do “centro de massa” da distribuição de uma variável. Tem como característica ser muito sensível aos extremos, podendo ter sua aplicação distorcida caso o conjunto possua valores atípicos (FEIJOO, 2010).

Sua definição formal pode ser escrita como:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.1)$$

Onde de x_1 a x_n são os valores das observações e n refere-se à quantidade de observações.

2.1.2 Média móvel aritmética (*simples*)

Trata-se de uma média aritmética que se movimenta. A média móvel simples é formada pelo cálculo do valor médio de um parâmetro ao longo de um determinado período, utilizando o histórico do parâmetro escolhido para identificação de tendências. Os dados mais antigos são retirados conforme os dados mais recentes são adicionados. Isso faz com que a média se move ao longo do tempo. Por exemplo: a Média Móvel Aritmética de 5 dias de um determinado parâmetro trata-se da soma dos 5 últimos dias dividido por 5 (INFOMONEY, 2005).

2.2 Análise exploratória de dados

A análise exploratória de dados é uma abordagem da estatística que se concentra na redução, análise e interpretação dos dados brutos conforme ilustrado na Figura 1, com o objetivo de avaliar as características principais, relacioná-las e desenvolver ideias de maneira intuitiva (BUSSAB; MORETTIN, 2010).

Figura 1. Ciclo de análise de dados segundo a ciência de dados.



Fonte: (GONÇALVES, 2018).

2.2.1 Limpeza e transformação de dados

Até 2025, é estimado que mais de 463 exabytes (bilhões de gigabytes) de dados serão criados a cada dia, o que seria equivalente a 212.765.957 DVDs por dia (DEJARDINS, 2019).

Assim como equipamentos estão sujeitos a falhas, podem ocorrer durante a coleta de dados pontos decimais faltosos, zeros extras, erros tipográficos e outros problemas. Então, devido a esse mar de informações, uma das habilidades cruciais para os profissionais de dados é a perícia em manipular dados. Ao coletar os dados de alguma fonte, certamente será preciso “higienizar” as informações até chegar ao ponto de utilização para a análise (GRUS, 2016).

2.2.2 Análise gráfica

O ser humano é influenciado por padrões representativos e cores. Nossa cérebro diferencia de forma imediata o vermelho do azul e um quadrado de um círculo. O fenômeno cromático é comumente evidenciado no marketing, cultura, arte, cinema, entre outros (XAVIER NUNES, 2012). A análise gráfica trata-se do método de análise que utiliza a linguagem

de cores e padrões de forma a transmitir informações através de representações gráficas. Ela auxilia o entendimento de exceções, tendências e padrões das informações que na forma de números e tabelas dificilmente seriam visualizados (WICKHAM; GROLEMUND, 2017).

2.3 Eficiência energética

A eficiência energética objetiva garantir a sustentabilidade de uma operação tendo um gasto menor de energia. É uma estratégia que busca otimizar o consumo de energia por meio de ações de redução de custos de forma viável para o estabelecimento, muitas vezes garantindo a sobrevivência financeira do mesmo no atual cenário competitivo global (GIRARDI, 2020).

É importante salientar que os ganhos ao otimizar os gastos energéticos não se limitam a redução de custo financeiro, há também uma redução no impacto ambiental associado ao mercado de energia elétrica conforme Roméro e Reis (apud COMARU NETO, 2020, p.21), e o ganho intangível da conscientização do usuário que tem o potencial para influenciá-lo a usar de forma mais racional outros recursos (COMARU NETO, 2020).

A eficiência energética também vem sendo referenciada como um ponto crucial nas discussões sobre demanda energética em nível global e preservação do meio ambiente (IEA, 2021). Nas últimas décadas a participação da energia elétrica no consumo mundial de energia está em constante avanço e neste momento é de 20%. No cenário de emissões líquidas zero de gases de efeito estufa na atmosfera até 2050 da IEA (Agência Internacional de Energia), apresentado em 2021, a eletricidade representa cerca de 50% do uso final de energia. A contribuição da eletricidade é ainda maior do que esses números sugerem se considerarmos que ela fornece serviços de energia úteis com melhor eficiência do que outros combustíveis. Nessas circunstâncias, a eficiência energética é essencial para que as metas de sustentabilidade sejam atingidas e essa transição seja sustentável no desenvolvimento econômico e social de todos os países (IEA, 2021).

2.3.1 Contratação de fornecimento de energia elétrica

De acordo com Ferreira (apud COMARU NETO, 2020, p.24), costuma-se pensar primeiramente em atualização de tecnologias quando o assunto de eficiência energética é evidenciado, mas é possível alcançar maior eficiência através da compreensão da maneira que a energia está sendo consumida e dos parâmetros de funcionamento das instalações elétricas.

Compreender a motivação de como são cobradas as diferentes tarifas de energia elétrica, classificações tarifárias, bandeiras tarifárias, modalidades tarifárias, consumo (kWh), demanda (kW), entre outros termos, se torna primordial para desenvolver projetos de eficiência energética (CEPEL, 2015).

A partir da análise dessas informações é possível estudar os hábitos de consumo de uma unidade consumidora e tomar decisões quanto às diferentes possibilidades de contratação.

2.4 Definições e conceitos de instalações elétricas

Nesta seção são definidos os principais conceitos utilizados para as análises contratuais deste trabalho.

2.4.1 Consumo de energia elétrica

Quantidade de potência elétrica (kW) gasta em um intervalo de tempo. É expresso em quilowatt-hora (kWh) conforme padrão da concessionária (CEPEL, 2015).

2.4.2 Demanda

Média das potências elétricas ativa ou reativa, injetada ou solicitada do sistema elétrico de distribuição pela fração da carga ou geração instalada em operação na unidade consumidora durante um período especificado (ANEEL, 2021). É expressa em kW, conforme padrão da concessionária.

2.4.3 Demanda contratada

Quantidade de demanda ativa contratada pelas unidades consumidoras do Grupo A (média e alta tensão) que deve ser obrigatoriamente disponibilizada pela concessionária. Deve ser paga integralmente pela unidade consumidora mesmo se não utilizada durante o período de faturamento. É expressa em kW, conforme padrão da concessionária (CEPEL, 2015).

Importante observar que a demanda mínima a ser contratada é de 30 kW conforme art. 148 da REN 1000/2021 da ANEEL (ANEEL, 2021).

2.4.4 Demanda medida ou registrada

Maior valor da demanda de potência ativa solicitada pela carga no sistema elétrico de distribuição. Os medidores instalados no Brasil operam em intervalos de 15 minutos durante o período de faturamento e é expressa em kW (ANEEL, 2021).

2.4.5 Demanda de ultrapassagem

Demandada utilizada que excede o valor da demanda contratada, pagando-se um valor mais elevado por kW excedido quando ultrapassada uma determinada tolerância (CEPEL, 2015). A tolerância para consumidores é de 5% em relação à demanda contratada conforme art. 301 da REN 1000/2021 da ANEEL (ANEEL, 2021).

2.4.6 Horário de ponta

Posto tarifário com período de 3 horas consecutivas em dias úteis (excluindo sábados, domingos e feriados nacionais) definido pela concessionária em função das características de seu sistema elétrico. Em algumas das modalidades tarifárias há cobrança de preços mais elevados na demanda e consumo de energia durante este período (CEPEL, 2015). Na concessionária COELBA que presta distribuição de energia para o objeto deste estudo, o horário de ponta fica entre 18 e 21h (COELBA, 2022e).

2.4.7 Horário fora de ponta

Posto tarifário das demais 21 horas do dia fora do horário de ponta (CEPEL, 2015).

2.4.8 Período seco

Período de 7 meses compreendido entre maio a novembro em que, geralmente, acontecem poucas chuvas nas principais bacias hidrográficas do país, acarretando em piora das condições de geração de energia. Em algumas modalidades, as tarifas deste período apresentam valores mais elevados através das bandeiras tarifárias (ANEEL, 2022a).

2.4.9 Período úmido

Período de 5 meses compreendido entre dezembro a abril em que, geralmente, normaliza-se as condições de geração de energia por ser um período com mais chuvas nas principais bacias hidrográficas do país (CEPEL, 2015).

2.4.10 Tarifa

Valor a ser cobrado pela prestação de determinados serviços. As tarifas aplicadas são reajustadas periodicamente conforme homologação e divulgação da ANEEL, sendo diferentes entre as concessionárias (ANEEL, 2022b).

2.4.11 Tarifa binômia

Modalidade tarifária aplicada aos consumidores de média e alta tensão (Grupo A). Formada por preços aplicáveis ao consumo e demanda de energia elétrica (CEPEL, 2015).

2.4.12 Tarifa monômia

Modalidade tarifária aplicada aos consumidores de baixa tensão (Grupo B). Formada por preços aplicáveis unicamente ao consumo de energia elétrica (CEPEL, 2015).

2.5 Regulamentação vigente de instalações elétricas

No Brasil, o documento que estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica é a Resolução Normativa nº 1000 de 7 de dezembro de 2021 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2021), que revoga a REN 414 de 9 de setembro de 2010 da ANEEL (CEPEL, 2015).

2.5.1 Classificação tarifária

A classificação tarifária se dá em função do nível de tensão (kV) e da demanda (kW) em que as unidades consumidoras são atendidas. Em unidades atendidas em média e alta tensão (Grupo A), o fornecimento de tensão é igual ou superior a 2,3 kV e é aplicada a fatura binômia. Unidades atendidas em baixa potência (Grupo B) o fornecimento de tensão é inferior a 2,3 kV e é aplicada a fatura monômia. A Tabela 1 apresenta a subdivisão dos grupos tarifários (CEPEL, 2015).

Tabela 1. Classificação tarifária

Grupo	Subgrupo	Descrição
A	A1	Nível de tensão de 230 kV ou mais
	A2	Nível de tensão de 88 kV a 138 kV
	A3	Nível de tensão de 69 kV
	A3a	Nível de tensão de 30 kV a 44 kV
	A4	Nível de tensão de 2,3 kV a 25 kV
B	AS	Tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição
	B1	Residencial e residencial baixa renda
	B2	Rural e cooperativa de eletrificação rural
	B3	Demais classes
	B4	Iluminação pública

Fonte: Adaptado da REN 1000/2021 da ANEEL (ANEEL, 2021).

Conforme o relatório fornecido pela SUMAI, as unidades consumidoras da UFBA pertencentes ao Grupo A estão enquadradas no subgrupo A4 (média tensão) e as unidades do Grupo B estão enquadradas no subgrupo B3.

Poucos são os prédios públicos definidos como média e alta tensão (Grupo A) e, em geral, estão classificados no subgrupo A4 (média tensão). As edificações que geralmente estão definidas como Grupo B (baixa tensão) são residências, lojas, agências bancárias, pequenas oficinas, edifícios residenciais, grande parte dos edifícios comerciais e a maioria dos prédios públicos federais (CEPEL, 2015).

2.5.2 Modalidade tarifária

As unidades consumidoras do Grupo A podem optar por duas modalidades tarifárias diferentes: horossazonal azul ou horossazonal verde. Entre as duas modalidades há uma grande diferença no preço da tarifa paga no consumo ativo de ponta, sendo que na tarifa azul existem dois valores de demanda ativa, um para o horário de ponta e outro para o horário fora de ponta enquanto na tarifa verde há a contratação apenas de uma demanda ativa única.

Conforme COELBA (2022a), o preço pago pela demanda contratada em horário de ponta na tarifa azul (R\$ 98,67 por kW), em valores vigentes, e corresponde a quase três vezes o valor pago pela demanda contratada em horário fora de ponta (R\$ 37,72 por kW) para ambas as modalidades. Em contrapartida, o valor pago pelo consumo ativo na ponta na tarifa verde (R\$ 2,89 por kWh) corresponde a quase seis vezes o valor pago no mesmo horário para a tarifa azul (R\$ 0,49 por kWh). Conforme essas informações, pode-se considerar que a contratação da modalidade verde é mais vantajosa para unidades consumidoras que não possuem consumo ativo expressivo em horário de ponta ou utilizam outras fontes de energia durante este horário (RODRIGUES, 2017).

Para as unidades consumidoras do Grupo B existe a modalidade tarifária “Tarifa Branca”, onde os postos tarifários são divididos em ponta, intermediário e fora de ponta. Essa modalidade não foi investigada neste trabalho pois o relatório de faturas não possui dados do posto tarifário intermediário, sendo que é necessário instalar um medidor eletrônico específico para que esse posto seja contabilizado (MALAR, 2021).

2.5.3 Revisão da demanda contratada

É permitida a redução da demanda contratada com a concessionária respeitando-se um período de 12 meses entre solicitações conforme art. 155 da REN 1000/2021 da ANEEL

(ANEEL, 2021), sendo que essa solicitação deve ser realizada com antecedência mínima de 90 dias no caso de rede de distribuição aérea e de 180 dias no caso de rede subterrânea. Para aumento da demanda, é permitido solicitar o aumento mais de uma vez no período de 12 meses desde que seja solicitado com antecedência mínima de 30 dias.

2.5.4 Revisão da classificação tarifária

Conforme o art. 292 da REN 1000/2021 (ANEEL, 2021), é permitido que uma unidade consumidora classificada no Grupo A mude para o Grupo B, desde que atenda pelo menos um dos critérios abaixo:

- A soma das potências nominais dos transformadores que dão acesso à energia não ultrapasse 112,5 kVA;
- Se classificada como Cooperativa de Eletrificação Rural e a soma das potências nominais dos transformadores que dão acesso à energia não ultrapasse 1125 kVA;
- Esteja localizada em área de veraneio ou turismo onde a atividade principal da unidade consumidora seja a exploração de serviços de hotelaria ou pousada, independentemente da potência nominal total dos transformadores. Considera-se área de veraneio ou turismo aquela oficialmente reconhecida como estância balneária, hidromineral, climática ou turística;
- Seja uma instalação permanente para a prática de atividades esportivas ou parques de exposições agropecuárias onde a carga instalada de refletores seja igual ou superior a dois terços da carga instalada total.

Importante salientar que não há necessidade de mudança física nas instalações da unidade consumidora caso seja realizada a alteração para a classificação tarifária do Grupo B. A unidade consumidora pode continuar recebendo energia em média ou alta tensão através de seus transformadores particulares.

Foi possível observar no relatório fornecido pela SUMAI que a UFBA mudou a classificação de Grupo A para Grupo B de algumas unidades consumidoras ao longo desses últimos anos. Conforme nome exato retirado do relatório, foram as seguintes unidades: “EMEVZ - ESCOLA DE MED.VETERINARIA,705” em fevereiro de 2017, “MAS - MUSEU DE ARTE SACRA” em junho de 2018 e “R1 - RESIDÊNCIA UNIVERSITÁRIA 1” em julho de 2018.

2.6 Cálculo da fatura das unidades consumidoras

Nesta seção é descrito como os cálculos referentes às taxas pagas pela utilização da rede de energia elétrica são feitos. O valor pago pelo consumo e demanda de energia pode ser composto por duas tarifas: TE (Tarifa de Energia) e TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição). A tarifa TE refere-se ao valor cobrado pelo consumo de energia mensal da unidade consumidora enquanto TUSD refere-se ao valor cobrado pelas despesas da concessionária em distribuir energia até o consumidor final. São esses valores que compõem o cálculo tarifário, variando conforme classificação e modalidade tarifária (SILVA, 2021).

Para o cálculo deste trabalho são utilizados os valores vigentes da concessionária conforme (COELBA, 2022a) e (COELBA, 2022b).

2.6.1 Cálculo da tarifa monômia

A tarifa monômia é calculada através da equação abaixo:

$$\begin{aligned} Tarifa\ Monômia_{(R\$)} &= \left(Consumo\ ativo_{kWh} \times Tarifa\ específica_{\frac{R\$}{kWh}} \right) \\ &+ \left(Consumo\ reativo\ excedente_{kVarh} \times Tarifa\ específica_{\frac{R\$}{kVarh}} \right) \end{aligned} \quad (2.2)$$

2.6.2 Cálculo da tarifa binômia

O cálculo das modalidades azul e verde da tarifa binômia está expresso nas equações abaixo:

*Tarifa horossazonal azul*_(R\$)

$$\begin{aligned}
 &= \left(Consumo\ ativo\ na\ ponta_{kWh} \times T_{\frac{R\$}{kWh}} \right) \\
 &+ \left(Consumo\ ativo\ fora\ de\ ponta_{kWh} \times T_{\frac{R\$}{kWh}} \right) \\
 &+ \left(Consumo\ reativo\ excedente\ registrado_{kVArh} \times T_{\frac{R\$}{kVArh}} \right) \\
 &+ \left(Demanda\ ativa\ contratada\ na\ ponta_{kW} \times T_{\frac{R\$}{kW}} \right) \\
 &+ \left(Demanda\ ativa\ contratada\ fora\ de\ ponta_{kW} \times T_{\frac{R\$}{kW}} \right) \\
 &+ \left(Demanda\ reativa\ excedente\ kVAr \times T_{\frac{R\$}{kVAr}} \right) \\
 &+ \left(Ultrapassagem\ de\ demanda\ ativa\ na\ ponta_{kW} \times T_{\frac{R\$}{kW}} \right) \\
 &+ \left(Ultrapassagem\ de\ demanda\ ativa\ fora\ de\ ponta_{kW} \times T_{\frac{R\$}{kW}} \right)
 \end{aligned} \tag{2.3}$$

*Tarifa horossazonal verde*_(R\$)

$$\begin{aligned}
 &= \left(Consumo\ ativo\ na\ ponta_{kWh} \times T_{\frac{R\$}{kWh}} \right) \\
 &+ \left(Consumo\ ativo\ fora\ de\ ponta_{kWh} \times T_{\frac{R\$}{kWh}} \right) \\
 &+ \left(Consumo\ reativo\ excedente\ registrado_{kVArh} \times T_{\frac{R\$}{kVArh}} \right) \\
 &+ \left(Demanda\ ativa\ contratada\ kW \times T_{\frac{R\$}{kW}} \right) \\
 &+ \left(Demanda\ reativa\ excedente\ kVAr \times T_{\frac{R\$}{kVAr}} \right) \\
 &+ \left(Ultrapassagem\ de\ demanda\ ativa\ kW \times T_{\frac{R\$}{kW}} \right)
 \end{aligned} \tag{2.4}$$

Onde “T” refere-se à tarifa específica do respectivo tipo de consumo ou demanda.

2.6.3 Cálculo de tributos na tarifa

Tributos são pagamentos instituídos por lei direcionados ao poder público a fim de levantar recursos para os cofres públicos, permitindo, assim, que o governo desenvolva suas

atividades. O preço final da fatura trata-se da composição da tarifa mais os tributos ICMS, PIS e COFINS conforme o cálculo a seguir (COELBA, 2022c):

$$Preço Final = \frac{\text{Tarifa de Energia}}{1 - (ICMS\% + PIS\% + COFINS\%)} \quad (2.5)$$

É importante notar que o objeto deste estudo é uma universidade federal, então os tributos federais PIS e COFINS são abatidos do faturamento. Este abatimento corresponde à coluna “Tributos Federais (R\$)” do relatório de faturas da SUMAI.

2.6.4 Cálculo da Contribuição de iluminação pública

De acordo com a seção VII da REN 414/2021 da ANEEL (ANEEL, 2021), há repasse para o consumidor final do custeio do serviço de iluminação pública por parte da concessionária através da cobrança da CIP (Contribuição de Iluminação Pública). Essa cobrança era anteriormente denominada TIP (Taxa de Iluminação Pública) e atualmente pode também ser referenciada como COSIP (Custeio do Serviço de Iluminação Pública). Ela é aplicada em cima do consumo ativo de energia (kWh), variando de acordo com faixas de consumo, classe consumidora e município.

O cálculo da fatura final com contribuição de iluminação pública não é realizado neste trabalho pois varia conforme faixa de consumo (kWh) independente de contrato, não trazendo impacto relevante no propósito deste trabalho de comparação entre classificações e modalidades tarifárias.

2.7 Tecnologias e ferramentas utilizadas

Esta seção descreve as principais tecnologias e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho.

2.7.1 Python

Python é uma linguagem de programação de alto nível, dinâmica, interpretada, modular, multiplataforma e orientada a objetos. Foi desenvolvida uma grande popularidade

pela sua facilidade de compreensão, simplicidade de sintaxe e por possuir um extenso número de bibliotecas, nativas e de terceiros, se expandindo cada vez mais em áreas como análise de dados, aprendizado de máquina e inteligência artificial (KRIGER, 2022).

2.7.1.1 Pandas

Biblioteca Python para análise de dados que torna possível realizar operações com diversos bancos de dados ao mesmo tempo além de suportar importações e exportações de dados em formatos diferentes como JSON e XLSX (Excel) (COUTINHO, 2020a).

2.7.1.2 Numpy

Biblioteca Python que faz o processamento de matrizes e vetores além de fornecer um conjunto de estruturas predefinidas para que as informações possam ser gerenciadas e manipuladas de forma rápida e eficiente (COUTINHO, 2020a).

2.7.1.3 Matplotlib

Biblioteca Python utilizada para visualização de dados e plotagem gráfica. Possui código aberto e a motivação de sua criação foi ser uma plataforma alternativa ao MATLAB (COUTINHO, 2021).

2.7.1.4 Seaborn

Biblioteca Python baseada no Matplotlib muito utilizada para a construção de gráficos, com uma interface mais bem elaborada para apresentação de dados com enfoque estatístico (BARBOSA FILHO, 2022).

2.7.2 Plataforma Anaconda

Plataforma de código aberto que oferece os pacotes necessários das linguagens de programação Python e R, onde seu objetivo é simplificar o gerenciamento de informações e

sua utilização. A plataforma e seus pacotes estão disponíveis nos sistemas operacionais Windows, Linux e macOS (COUTINHO, 2020b).

2.7.2.1 Jupyter Notebook

Ambiente disponível na plataforma Anaconda que possibilita programar dividindo o código em células, permitindo unir código e texto de forma interativa (DE MIRANDA, 2022).

2.8 Objeto de estudo: A Universidade Federal da Bahia (UFBA)

A Universidade Federal da Bahia possui mais de 200 anos de história, se intitulando uma das instituições mais antigas de ensino superior da Bahia conforme Toutain e Silva (apud GÓES, 2022, p.25). De acordo com o relatório UFBA EM NÚMEROS: Especial 60 anos (UFBA, 2006), foi reconhecida formalmente como universidade em 1946 com o Decreto Lei Nº 9.155 de 8 de abril de 1946, tendo como data oficial de aniversário o dia 2 de julho. Ainda conforme o mesmo relatório, as primeiras unidades a entrarem em funcionamento da UFBA foram a Faculdade de Medicina da Bahia em 1813, a Academia de Belas Artes em 1877, a Faculdade de Direito da Bahia em 1891, a Faculdade de Ciências Econômicas em 1905, a Escola Politécnica da Bahia em 1896 e a Faculdade de Filosofia da Bahia em 1941.

2.8.1 Caracterização da área física da UFBA

Conforme o relatório UFBA EM NÚMEROS: 2022 ano base 2021 (UFBA, 2022a), a UFBA possui uma área territorial de 5.835.903,67 m² sendo 399.572,25 m² de área construída distribuída em 3 campi, 34 unidades universitárias, 2 hospitais universitários, 1 hospital de medicina veterinária, 3 museus, 1 creche, 3 fazendas experimentais, 4 residências universitárias, 1 restaurante universitário, 2 pontos de distribuição de alimentos, 1 centro de esportes e 11 pavilhões de aulas teóricas e práticas.

2.8.2 Consumo de energia elétrica da UFBA

Conforme os dados contidos no Relatório de Gestão: Exercício de 2021 (UFBA, 2022b), publicado em 26 de abril de 2022, o consumo de energia elétrica, que variava na faixa de 25 milhões de kWh/ano entre 2016 e 2019, teve uma queda para 11,8 milhões de kWh/ano em 2020 e 9,7 milhões de kWh/ano em 2021 à medida que a maioria das atividades presenciais foram suspensas devido à pandemia. A Tabela 2 mostra a evolução do consumo de energia entre 2016 e 2021.

Tabela 2. Consumo de energia elétrica da UFBA entre 2016 e 2021.

Ano	Consumo (kWh/ano)
2016	25.549.146,71
2017	24.971.499,25
2018	25.274.968,68
2019	24.482.410,92
2020	11.799.897,68
2021	9.727.301,10

Fonte: Adaptado de (UFBA, 2022b).

Conforme o mesmo relatório, o custo de energia elétrica para a UFBA no ano de 2021 foi de R\$ 27.838.958,89.

2.8.3 UFBA e a crise econômica

Considerando os cortes que a UFBA sofreu dos valores orçamentários para despesas discricionárias entre 2016 e 2021, observa-se uma redução de 23,4% (R\$ 39.204.772,00) para despesas de custeio e de 98% (R\$ 27.531.994,00) para despesas de capital, totalizando 34,1% (R\$ 66.736.766,00) de diminuição de verba (UFBA, 2022b).

Este cenário é muito preocupante pois mesmo com os recursos disponíveis antes dos cortes de 2016 já se faltava verba para fazer frente às necessidades da expansão REUNI (Reestruturação e Expansão das Universidades Federais) e para recuperar as condições de funcionamento da Universidade, deterioradas ao longo de vários anos (UFBA, 2022b).

Capítulo 3: Metodologia

Este capítulo expõe os métodos adotados para o desenvolvimento deste trabalho.

3.1 Composição dos dados de consumo de energia

O relatório cedido pela SUMAI reúne as informações coletadas pelos medidores eletrônicos da concessionária alocados em cada unidade consumidora, permitindo a análise do consumo de energia atual e passado.

O relatório possui 5373 linhas, cada linha correspondendo a uma fatura de energia, e 53 colunas com variáveis das respectivas faturas. Exemplos de colunas apresentados exatamente como aparecem no relatório: “Consumos Ativos (KWh)”, “Consumos Reativos (KWh)”, “Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)”, “Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)”, entre outras. Nem todas colunas possuem valores, à exemplo das unidades consumidoras do grupo B que não registram demanda. Algumas unidades consumidoras abrangem mais de uma construção da UFBA como é o caso de “PAVILHÕES ADMINISTRATIVOS (SUMAI, SEAD, PROAD, PRODEP)”. Outras unidades consumidoras são uma parte da construção como é o caso de “FAZENDA ESCOLA - EMEVZ - OLIVEIRA DOS CAMPINHOS / REFEITÓRIO”.

3.2 Limpeza e manipulação dos dados

O código em Python realizado no Jupyter Notebook recebe três planilhas externas: o relatório de faturas cedido pela SUMAI, uma planilha com as tarifas do Grupo B adaptada do site da concessionária (COELBA, 2022b) e uma planilha com as tarifas do Grupo A também adaptada do site da concessionária (COELBA, 2022a). Dessa forma, para possíveis avaliações futuras, o usuário basta atualizar os valores das planilhas externas em XLSX (Excel) que o código receberá a revisão.

Entrar em detalhes sobre quais funções são utilizadas para analisar os dados foge do escopo deste trabalho, portanto elas são omitidas, sendo apresentados apenas os resultados das operações realizadas e qual medida foi tomada para contornar as dificuldades

encontradas. O código Python utilizado no trabalho está disponível no Apêndice H e no [Github do autor](#).

Analisando a estrutura do conjunto de dados, é possível identificar que algumas limpezas eram necessárias. Constatado que o relatório também inclui contas de ajustes, encerramento de contrato, complementos, etc., trazendo informações desnecessárias para a análise desse trabalho. Filtrando apenas contas periódicas mensais, reduziu-se a quantidade de linhas de 5373 para 5277.

Foram corrigidos alguns dados numéricos carregados como outra categoria que poderiam gerar erros nas funções da programação.

Os campos ausentes foram preenchidos com zero através da função específica para mitigar erros nos cálculos da programação.

Identificado que a unidade consumidora “PROAE” possui duas contas contrato vinculadas à mesma variável “PROAE”, duplicando os dados de consumo nos gráficos. Realizada adição do número da conta contrato ao final do nome da unidade para resolver a duplicação.

Após as correções supracitadas, identificado que o relatório possuía dados de 130 contas contratos e 92 unidades consumidoras, mas que uma parcela dos contratos tinha sido modificada ou cancelada ao longo do tempo. A fim de corrigir, foi realizado filtro para analisar apenas unidades consumidoras que possuem contrato ativo no último mês vigente do relatório (setembro de 2022), reduzindo a base de dados para 74 contas contratos e 74 unidades consumidoras, sendo 44 unidades classificadas como A4 horrossazonal verde e 30 unidades classificadas como B3.

Foram necessárias 16 das 53 variáveis na realização do código. A Tabela 3 apresenta as variáveis utilizadas e suas respectivas descrições, sendo a coluna “Coluna/Variável” o nome exato de cada variável encontrada no relatório da SUMAI.

Tabela 3. Descrição das variáveis utilizadas do relatório de faturas

Coluna/Variável	Descrição
Mês/ano	Data da fatura
Classe Cálculo	Classificação tarifária
Unidade/UFBA	Unidade consumidora
Consumos Ativos (KWh)	Consumo ativo total (kWh)
Consumos Ativos Na Ponta (KWh)	Consumo ativo em horário de ponta (kWh)

Consumos Ativos Fora de Ponta (KWh)	Consumo ativo fora de horário de ponta (kWh)
Consumos Reativos (KWh)	Total de energia reativa utilizado (kVArh)
Demdas. Ativas Contdas. (DC)	Demandada contratada (kW)
Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)	Demandada ativa registrada em horário de ponta (kW)
Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)	Demandada ativa registrada em horário fora de ponta (kW)
Demandas Reativas Excedentes (KW)	Demandada reativa devido ao fator de potência está abaixo de 0,92 (kVAr)
Multa (R\$)	Multa por atraso de pagamento (R\$)
Juros (R\$)	Juros por atraso de pagamento (R\$)
TIP/CIP (R\$)	Contribuição de iluminação pública (R\$)
Tributos Federais (R\$)	Devolução de tributos federais (R\$)
Total da Fatura (R\$)	Valor final da fatura (R\$)

Fonte: Adaptado do relatório de faturas da UFBA.

As variáveis que não são citadas no parágrafo anterior estavam com integridade satisfatória e não precisaram passar por manipulação ou limpeza nesse momento inicial.

3.3 Metodologia de análise

As unidades consumidoras foram inicialmente separadas por classificação tarifária. Para as unidades consumidoras do Grupo B (baixa tensão) foram cogitadas duas análises: se haveria economia caso mudassem para a modalidade tarifária “Tarifa Branca” e se haveria economia caso mudassem a classificação tarifária para o Grupo A. As duas análises foram inviabilizadas por falta de dados: o dado de consumo de energia em horário intermediário não está disponível no relatório para a análise de viabilidade da tarifa branca e para verificar a viabilidade de mudar para o Grupo A seria necessário um levantamento da potência instalada de cada unidade consumidora no grupo B, que está fora do escopo deste trabalho. Após esta investigação, ficou determinado que o escopo deste trabalho são as unidades consumidoras do Grupo A que possuem contrato ativo vigente.

Outra dificuldade encontrada foi o cálculo comparativo da fatura original com extenso período de datas, pois os valores de tarifa sofreram reajustes ao longo do tempo. Foi solicitado para a concessionária COELBA o histórico de tarifação dos últimos 5 anos, mas não foi obtido

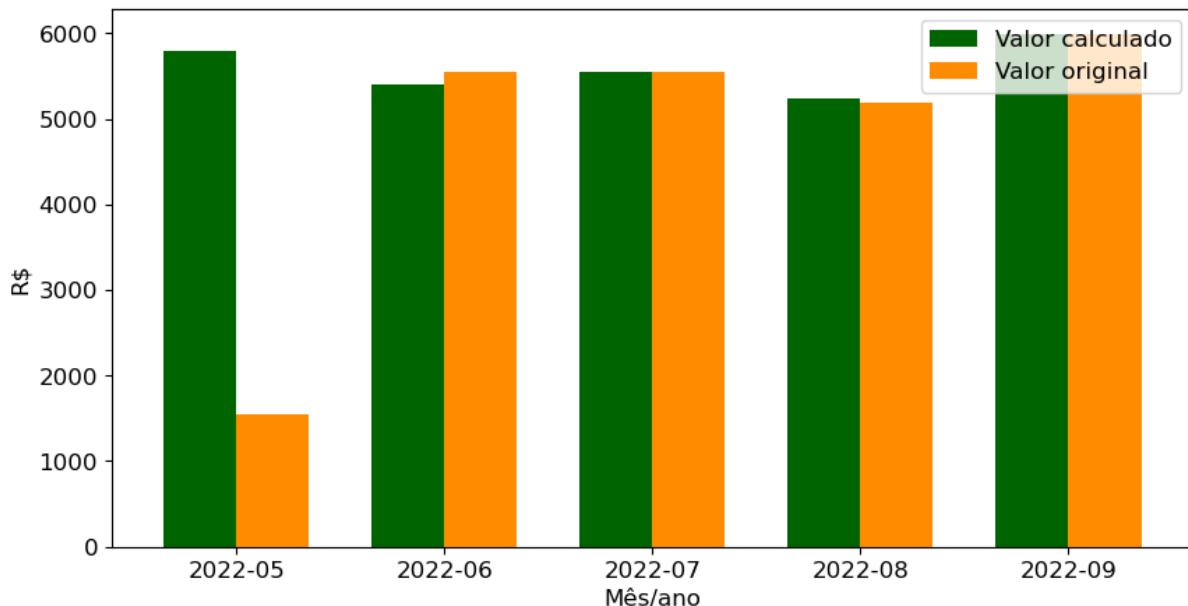
resposta. A segunda limitação foi que mesmo com o histórico de tarifação, o tributo ICMS que incide na fatura também variou.

Então, para entregar valores fidedignos, foi necessário limitar o cálculo de economia aos últimos 5 meses disponíveis no relatório dado que a tarifação da concessionária sofreu reajuste a partir de abril de 2022 (COELBA, 2022a) e (COELBA, 2022b). Bandeiras tarifárias também não entrarão no cálculo pois não houve mudança nos meses de análise.

Em seguida, foi realizada a comparação do cálculo de valores encontrados via programação e os valores originais da fatura. O método utilizado foi gerar uma variável com o valor da fatura original retirando as multas, juros, e a contribuição de iluminação pública. No Apêndice A é apresentado um compilado de gráficos com todas as unidades consumidoras estudadas, mostrando que o valor calculado no Python e o valor deduzido da fatura original ficaram praticamente iguais em todo o conjunto de dados e está apto a ser utilizado como base deste trabalho. Ocorreram algumas diferenças possivelmente devido a compensações da concessionária que podem ter existido devido a violação na continuidade individual ou nível de tensão de fornecimento conforme art. 4 da REN 1000/2021 da ANEEL (ANEEL, 2021). As unidades consumidoras também podem ser compensadas quando há descumprimento do prazo definido para os padrões de atendimento comercial. Algumas das unidades consumidoras tiveram meses pontuais com maiores diferenças no valor, à exemplo da unidade “BEX - Biblioteca Universitária de Exatas Omar Catunda” conforme Figura 2. Consegue-se observar nesta figura que o valor calculado (barra verde) nos meses de julho e setembro coincidiram perfeitamente com o valor original (barra laranja). Os meses de junho e agosto tiveram uma tênue diferença, junho para menos e agosto para mais. Já no mês de maio, o valor original ficou muito abaixo do esperado conforme o valor calculado. A suposição para estas ocorrências é que se tratam de contas que foram renegociadas ou que sofreram algum tipo de desconto ou cobrança, mas não está esclarecido no relatório de faturas.

Por fim, três análises findaram possíveis para o grupo alvo e são desenvolvidas nos tópicos subsequentes: identificação do grupo tarifário mais vantajoso, identificação da “demanda ótima” e identificação da modalidade tarifária mais vantajosa.

Figura 2. Comparação entre o valor de fatura calculado pelo autor e o valor de fatura original fornecido no relatório da SUMAI na unidade consumidora “BEX - Biblioteca Universitária de Exatas Omar Catunda”.

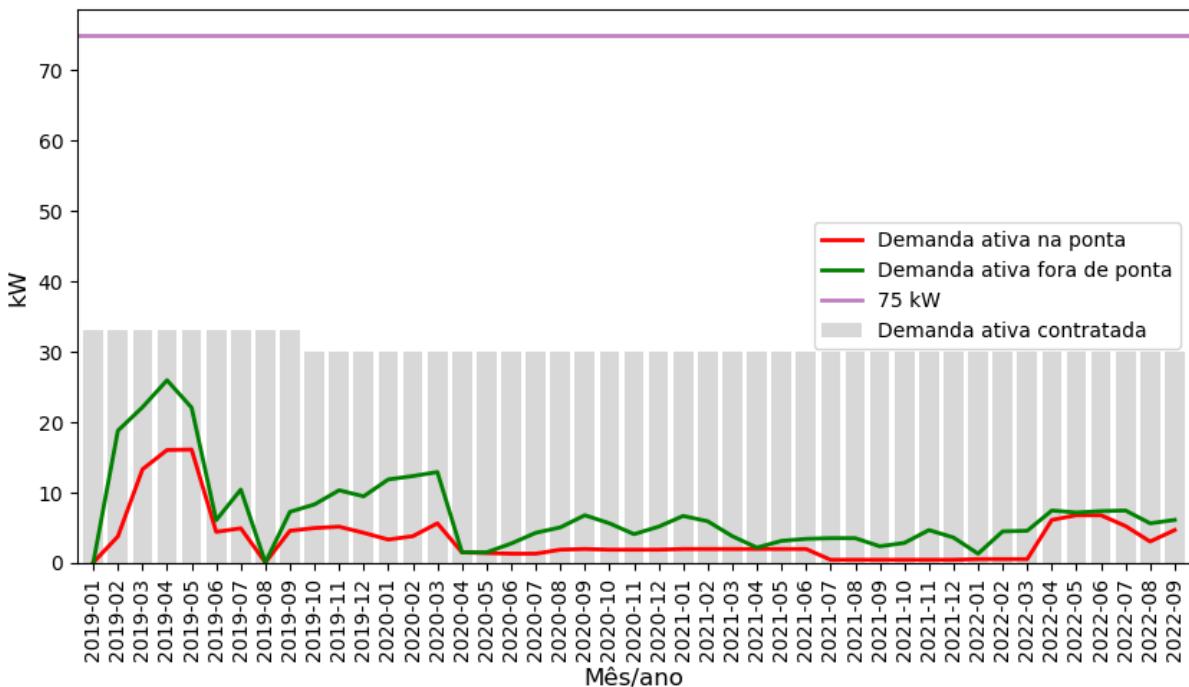


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

3.3.1 Identificação do grupo tarifária mais vantajoso

Para identificar quais unidades consumidoras estão aptas para pleitear a mudança de grupo tarifário conforme regulamentação vigente, foi realizado um filtro a fim de reduzir a base de dados para apenas unidades que não ultrapassaram o teto de 75 kW de demanda desde janeiro de 2019. Esta data foi escolhida pois engloba as variações de demanda um ano completo antes da pandemia, onde o perfil de consumo mudou drasticamente. Diante desta análise, foi constatado que 16 das 44 unidades do Grupo A (36,4% das unidades ativas) não ultrapassam os 75 kW de demanda. No Apêndice B é apresentado um compilado de gráficos com as 16 unidades, à exemplo da unidade “CEAB - FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO” conforme Figura 3. É possível observar nesta figura que o valor das demandas ativas registradas na ponta e fora de ponta (linha vermelha e linha verde, respectivamente) tem seu valor muito menor do que o limite de 75 kW representado pela linha roxa horizontal. Verifica-se visualmente que mesmo hoje estando a demanda contratada (barras em cinza) em 30 kW, a contratação mínima possível, o valor de demanda registrado é pelo menos 3 vezes menor.

Figura 3. Histórico das demandas ativas, na ponta e fora de ponta, e das demandas ativas contratadas da unidade “CEAB - FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO”.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Reconhecendo graficamente o potencial de economia desta análise, foi realizada a comparação do valor calculado no grupo tarifário A4 modalidade horossazonal verde e o valor calculado no grupo tarifário B3 no capítulo de resultados.

3.3.2 Identificação da “demanda ótima”

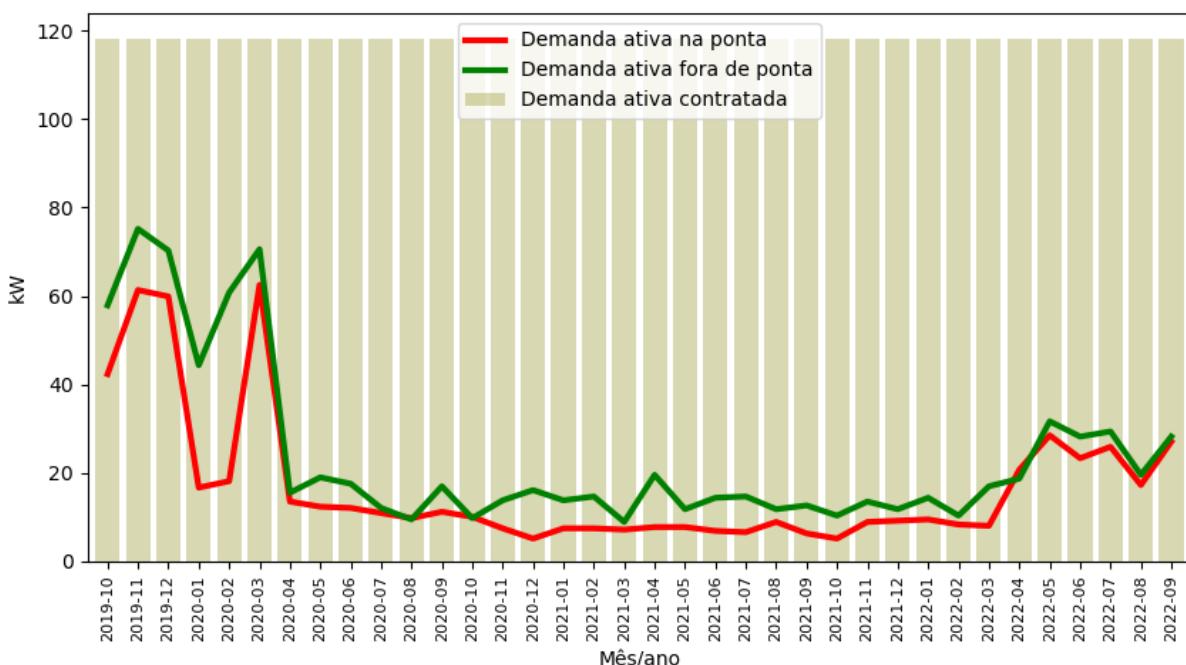
Esta análise passou por um intenso desenvolvimento de ideias. Inicialmente foi escolhida a maior demanda entre o horário de ponta e o horário fora de ponta que a unidade registrou desde janeiro de 2019, último ano de padrão de consumo normal da UFBA, e foi recalculada qual seria a economia nas faturas utilizando esta demanda. Esta primeira frente não surtiu muito efeito econômico pois o consumo dos meses aplicados no cálculo de fatura (maio a setembro de 2022) estava bem longe da realidade de 2019. Pegar a maior demanda registrada durante a pandemia traria uma boa economia, mas a longo prazo não tem sentido visto que o caminho atual é a normalização dos hábitos.

Realizada uma segunda tentativa onde primeiramente foi calculada uma média móvel da demanda registrada considerando o horário de ponta e o horário fora de ponta. A média

móvel foi calculada conforme os 12 últimos valores registrados, suavizando bastante a curva de demanda durante os meses. O efeito esperado era um valor demanda mais estável frente a possíveis valores atípicos, mas, mais uma vez, devido ao efeito da pandemia na utilização das unidades da UFBA, os valores de demanda ao serem aplicados de maio a setembro de 2022 também não obtiveram relevância econômica.

Percebidas estas dificuldades, e verificando-se visualmente que a demanda contratada possuía potencial de ser otimizada em relação às demandas registradas, surgiu a ideia de um algoritmo que verificasse qual seria a “demanda ótima”, ou seja, a demanda que traria o menor valor de faturas considerando um período solicitado. É importante ressaltar que a tolerância de 5% para ultrapassagem da demanda contratada conforme art. 301 da REN 1000/2021 da ANEEL (ANEEL, 2021) foi devidamente calculada. Como exemplo, observa-se na Figura 4 o histórico de demandas ativas registradas na ponta e fora de ponta (linha vermelha e linha verde, respectivamente) e das demandas ativas contratadas (barras em bege) da unidade “PAF V - Pavilhão de Aulas da Federação V”. É possível verificar que a demanda contratada está distante dos valores de demanda registrada e pode ser otimizada.

Figura 4. Histórico das demandas ativas, na ponta e fora de ponta, e das demandas ativas contratadas da unidade “PAF V - Pavilhão de Aulas da Federação V”.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No Apêndice C é apresentado um compilado de gráficos com todas as unidades do Grupo A e seus respectivos históricos das demandas ativas, na ponta e fora de ponta, e das demandas ativas contratadas.

Então, para a análise de qual demanda contratada traria o menor custo de fatura em um determinado período, foi implementado um algoritmo que testa a contratação de 1 a 800 kW de demanda, um a um, e verifica com qual demanda contratada em um dado intervalo de tempo teria a maior economia financeira.

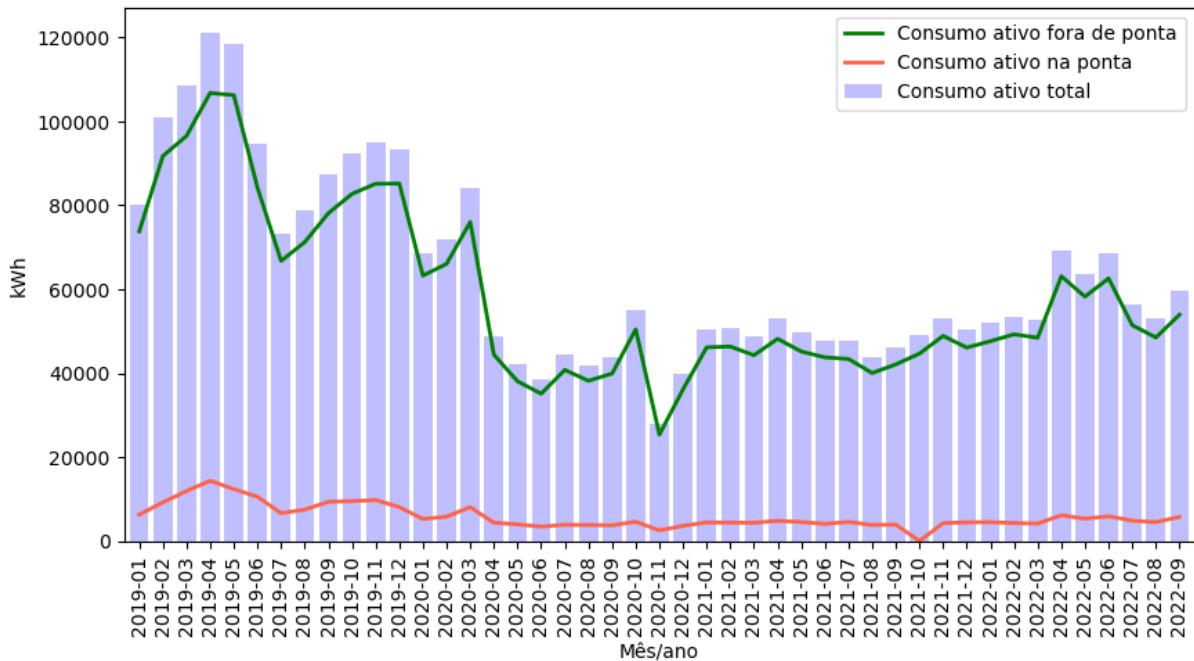
O algoritmo acumula o valor de todas as faturas do período solicitado para que, ao final desse laço, entregue qual demanda faz o menor valor de fatura.

A realização desse algoritmo pode não superar a dificuldade de prever como será o padrão de consumo das unidades consumidoras, mas entrega uma ferramenta preparada para realizar o melhor ajuste possível de demanda contratada dado um intervalo de tempo e que pode ser atualizada periodicamente a fim de adaptar o contrato com a concessionária a medida que ocorre a estabilização dos hábitos de consumo de energia.

3.3.3 Identificação da modalidade tarifária mais vantajosa

Para a análise de qual das modalidades tarifárias é mais vantajosa, foi realizado primeiramente a visualização gráfica do consumo ativo no horário de ponta e o consumo ativo no horário fora de ponta e, posteriormente, o cálculo da fatura das unidades simulando as duas modalidades. À exemplo da Figura 5, consegue-se visualizar que o consumo ativo fora de ponta (linha verde) é muito superior ao consumo ativo na ponta (linha vermelha) da unidade “ESCOLA POLITÉCNICA”, sugerindo que esta unidade não possui necessidades especiais quanto a consumo ativo na ponta. No Apêndice D é apresentado um compilado de gráficos com todas as unidades do Grupo A e seus respectivos históricos de consumo ativo na ponta e fora de ponta. Também consegue-se observar neste apêndice que nenhuma das unidades da UFBA possui um consumo ativo na ponta expressivo em relação ao consumo fora de ponta.

Figura 5. Histórico do consumo ativo na ponta e fora de ponta da unidade “ESCOLA POLITÉCNICA”.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A base da comparação visual se dá conforme a peculiaridade de cada modalidade: na horossazonal azul é contratada uma demanda ativa no horário de ponta por um preço elevado, mas o valor do consumo ativo nesse mesmo posto tarifário é reduzido. Em contrapartida, a modalidade horossazonal verde não há a necessidade de contratação de uma demanda específica para o horário de ponta, porém o valor do consumo ativo é quase seis vezes maior no horário de ponta. Isso torna a modalidade horossazonal azul interessante para unidades consumidoras que conseguem controlar a demanda ativa utilizada e possuem um consumo ativo expressivo no horário de ponta (RODRIGUES, 2017).

Depois foi realizada a comparação gráfica com os valores das faturas de cada unidade consumidora recalculados nas duas modalidades. Uma dificuldade encontrada nesta comparação é que é necessário indicar uma demanda específica para o horário de ponta na modalidade azul. Então, para identificar qual das modalidades seria mais vantajosa no menor valor de fatura possível, foi decidido que a comparação seria feita calculando a "demanda ótima" com o mesmo método descrito na seção 3.2.2 para cada uma delas, sendo que a modalidade azul teria uma "demanda ótima" para cada posto tarifário.

Capítulo 4: Resultados e Discussão

Neste capítulo são apresentados os resultados e discussões das análises realizadas nas unidades consumidoras conforme métodos apresentados no capítulo 3.

As 44 unidades do Grupo A estudadas estão na Tabela 4. Na primeira seção é apresentado o estudo de quais unidades da UFBA são tarifadas no Grupo A mas teriam maior economia se tarifadas no Grupo B, na segunda seção é apresentado melhor custo benefício de demanda contratada para unidades do Grupo A, na terceira seção é apresentada uma comparação entre a tarifa horossazonal azul e horossazonal verde para unidades do Grupo A e, por fim, na quarta seção são apresentadas observações sobre o atraso de pagamento das faturas.

Tabela 4. Unidades consumidoras estudadas

UNIDADE/UFBA
BC - Biblioteca Universitária Reitor Macedo Costa (Biblioteca Central)
BEX - Biblioteca Universitária de Exatas Omar Catunda
BUS - BIBLIOTECA UNIVERSITARIA DE SAÚDE
CEAB - FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
CIENAM I
CIENAM II
EBA - ESCOLA DE BELAS ARTES
EMEVZ - Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia
ESCOLA DE DANÇA
ESCOLA DE ENFERMAGEM
ESCOLA DE MÚSICA
ESCOLA DE NUTRIÇÃO
ESCOLA DE TEATRO
ESCOLA POLITÉCNICA
FACOM - FACULDADE DE COMUNICAÇÃO
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
FACULDADE DE MEDICINA - CANELA
FACULDADE DE MEDICINA - TERREIRO DE JESUS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
FAZENDA ESCOLA - EMEVZ - OLIVEIRA DOS CAMPINHOS
FAZENDA ESCOLA - EMEVZ - SÃO GONCALO DOS CAMPOS
FCE - FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
FFCH - FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
HOSPMEV - HOSPITAL DE MEDICINA VETERINÁRIA PROF. RENATO MEDEIROS NETO
IBIO - Instituto de Biologia
ICS - INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
IGEO - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
IMS - VITORIA DA CONQUISTA
Instituto de Física

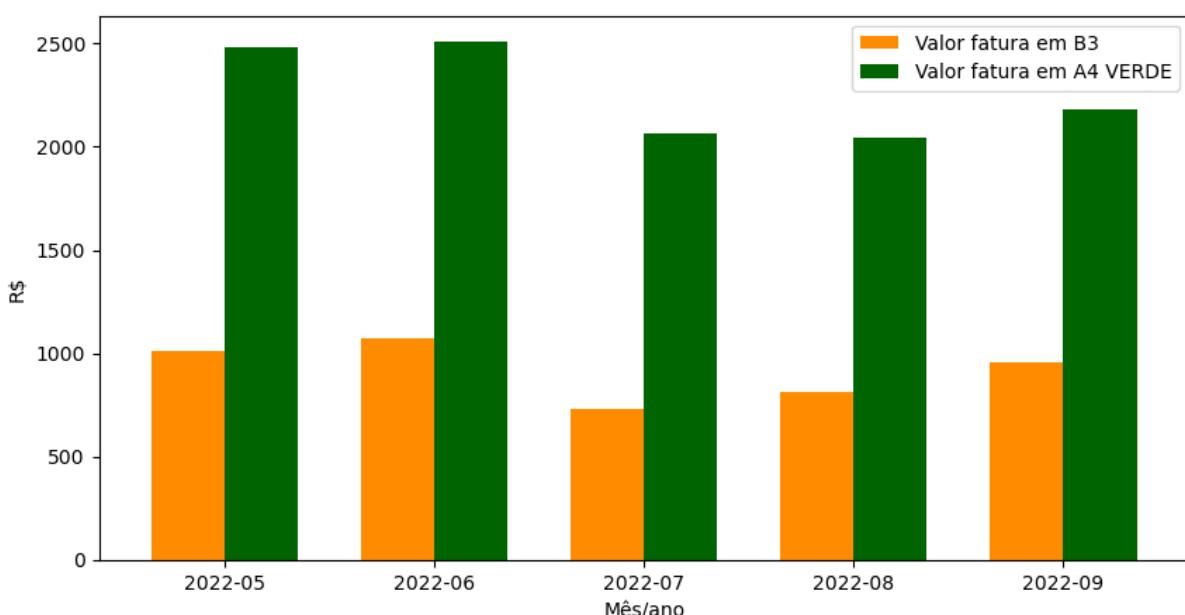
Instituto de Letras
Instituto de Química
ISC - INSTITUTO DE SAÚDE COLETIVA
LFNA - LABORATÓRIO DE FÍSICA NUCLEAR APLICADA
PAF I - INSTITUTO DE MATEMÁTICA, PAF I, CPD, PAF II E FACULDADE DE FARMÁCIA
PAF II / PETROBRÁS
PAF IV - Pavilhão de Aulas da Federação IV
PAF V - Pavilhão de Aulas da Federação V
PAF VI - ANTIGO SMURB
PAVILHÕES ADMINISTRATIVOS (SUMAI, SEAD, PROAD, PRODEP)
PROEXT (ANTIGA FAPEX - EM FRENTE A ARQUITETURA)
R5 - RESIDÊNCIA UNIVERSITÁRIA 5
REITORIA
SGC - SECRETARIA GERAL DOS CURSOS
UNIDADES CANELA (PAC/CINEUFBA, FCC, FACED, EADM, DIR, FOGOMES)

Fonte: Adaptado do relatório de faturas da UFBA.

4.1 Análise de mudança do Grupo A para Grupo B

Foi realizado inicialmente o comparativo gráfico entre o valor atual das faturas no Grupo A4 horossazonal verde e qual valor seria no Grupo B3, à exemplo da Figura 6. Nesta figura consegue-se observar o potencial de economia caso a unidade “CEAB - FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO” migrasse de grupo tarifário.

Figura 6. Valor da fatura calculada no Grupo B3 vs Valor da fatura calculada no Grupo A4 Verde da unidade consumidora “CEAB - FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO”.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No Apêndice E é apresentado um compilado de gráficos comparativos entre os dois grupos tarifários nas 16 unidades consumidoras analisadas.

Realizando os cálculos conforme metodologia apresentada, encontrou-se que, caso 11 das 16 unidades consumidoras estivessem sido tarifadas como Grupo B3 nas 5 faturas entre maio e setembro de 2022, a universidade teria economizado R\$ 59.924,49 total, ou R\$ 11.984,90 por mês. A Tabela 5 traz os valores exatos da economia por mês, da economia total do período de 5 meses analisados e a porcentagem de economia em relação ao valor original da fatura.

Tabela 5. Valores que seriam economizados caso as unidades em destaque estivessem sido tarifadas como Grupo B3 no período de maio a setembro de 2022

Unidade/UFBA	Economia por mês	Economia período	Economia período (%)
BEX - Biblioteca Universitária de Exatas Omar Catunda	R\$ 2.342,02	R\$ 11.710,10	41,87%
BUS - BIBLIOTECA UNIVERSITARIA DE SAÚDE	R\$ 262,95	R\$ 1.314,74	5,23%
CEAB - FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO	R\$ 1.340,81	R\$ 6.704,06	59,39%
EBA - ESCOLA DE BELAS ARTES	R\$ 508,75	R\$ 2.543,73	7,13%
ESCOLA DE DANÇA	R\$ 2.082,04	R\$ 10.410,20	43,89%
ESCOLA DE MÚSICA	R\$ 942,12	R\$ 4.710,58	31,96%
FAZENDA ESCOLA - EMEVZ - OLIVEIRA DOS CAMPINHOS	R\$ 978,94	R\$ 4.894,72	17,48%
FAZENDA ESCOLA - EMEVZ - SÃO GONCALO DOS CAMPOS	R\$ 527,54	R\$ 2.637,72	7,71%
PAF IV - Pavilhão de Aulas da Federação IV	R\$ 2.042,91	R\$ 10.214,57	26,51%
PAF VI - ANTIGO SMURB	R\$ 864,88	R\$ 4.324,39	19,43%
SGC - SECRETARIA GERAL DOS CURSOS	R\$ 91,94	R\$ 459,68	2,74%
Total: R\$ 11.984,90		R\$ 59.924,49	

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

É importante salientar que antes da tomada de decisão de mudança de grupo tarifário, deve-se verificar localmente se alguma dessas unidades possui necessidade específica de manter o contrato no Grupo A.

É importante adicionar que das unidades citadas nesta análise, a unidade ‘EBA - Escola de Belas Artes’ extrapolou o teto de 75kW em janeiro e fevereiro 2018, e a unidade ‘BEX - Biblioteca Universitária de Exatas Omar Catunda’ extrapolou o teto uma vez em abril de 2018.

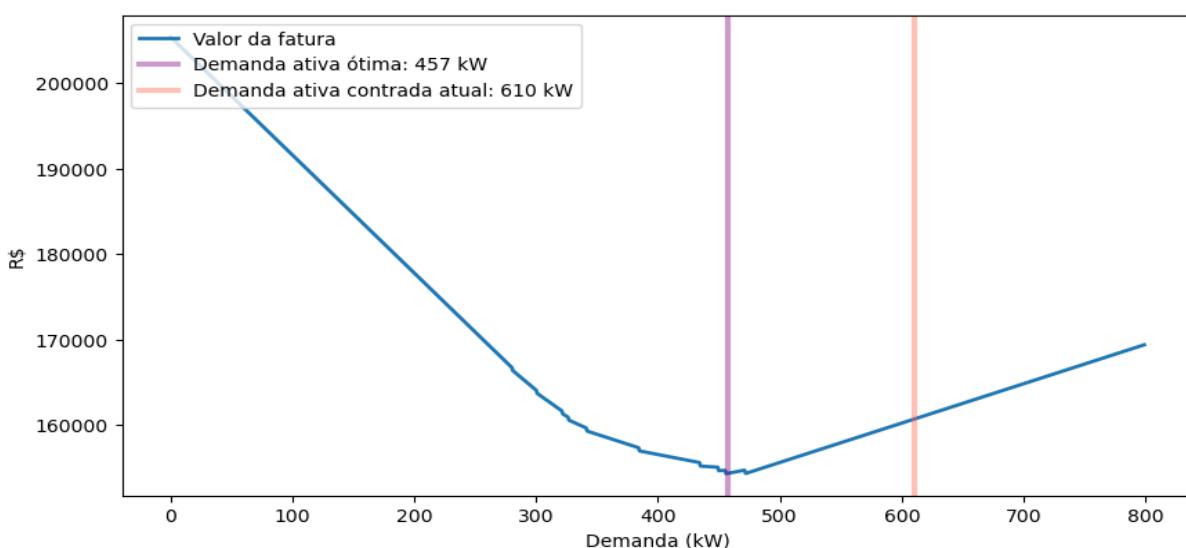
4.2 Análise de otimização da demanda contratada

Através desta análise, foi identificado que das 44 unidades consumidoras do Grupo A que possuem contrato vigente, metade delas teriam no mínimo 4% de economia na tarifação caso utilizassem no período de maio a setembro de 2022 a demanda calculada conforme a Tabela 6. Para a unidade “PAF I - INSTITUTO DE MATEMÁTICA, PAF I, CPD, PAF II E FACULDADE DE FARMÁCIA”, por exemplo, 4% de economia representam R\$ 31.638,81 em 5 meses.

A economia utilizando a “demanda ótima” calculada em todas as unidades seria de R\$ 353.117,21 total ou de R\$ 70.623,46 por mês. É importante observar que em 17 unidades a demanda contratada ideal seria menor do que o mínimo de 30 kW contratáveis conforme regulamentação vigente. Estas demandas estão destacadas em amarelo na Tabela 6 e foi considerado o mínimo para o cálculo de economia.

Na Figura 7 conseguimos observar a curva de valores de fatura (linha azul) da unidade “PAF I - INSTITUTO DE MATEMÁTICA, PAF I, CPD, PAF II E FACULDADE DE FARMÁCIA” gerada pelo algoritmo para encontrar a demanda com melhor custo benefício para o período, tendo a demanda contratada “ótima” (linha roxa) e a demanda contratada atual (linha rosa claro) destacadas verticalmente. No Apêndice F é apresentado um compilado com a curva “ótima” de valores de fatura para todas as unidades da análise. Neste apêndice é apontada a “demanda ótima” através da linha roxa vertical sem considerar o mínimo de 30 kW apenas para fins ilustrativos.

Figura 7. Curva “ótima” de valores de fatura da unidade “PAF I - INSTITUTO DE MATEMÁTICA, PAF I, CPD, PAF II E FACULDADE DE FARMÁCIA”.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Tabela 6. Valores que seriam economizados caso as unidades do Grupo A estivessem contratado a “demanda ótima” no período de maio a setembro de 2022. Para as demandas ótimas menores que o mínimo contratável (destacadas em amarelo), o cálculo de economia foi realizado com 30 kW.

Unidade/UFBA	Demand Ótima	Demand Atual	Economia por mês	Economia período	Economia período (%)
BC - Biblioteca Universitária Reitor Macedo Costa (Biblioteca Central)	145 kW	307 kW R\$	7.452,00 R\$	37.259,99	17,88%
BEX - Biblioteca Universitária de Exatas Omar Catunda	12 kW	69 kW R\$	1.794,00 R\$	8.969,99	32,07%
BUS - BIBLIOTECA UNIVERSITARIA DE SAÚDE	23 kW	30 kW R\$	- R\$	-	0,00%
CEAB - FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO	7 kW	30 kW R\$	- R\$	-	0,00%
CIENAM I	40 kW	60 kW R\$	510,79 R\$	2.553,93	4,19%
CIENAM II	45 kW	33 kW R\$	431,30 R\$	2.156,48	3,80%
EBA - ESCOLA DE BELAS ARTES	31 kW	40 kW R\$	322,00 R\$	1.610,00	4,51%
EMEVZ - Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia	67 kW	80 kW R\$	495,33 R\$	2.476,64	3,34%
ESCOLA DE DANÇA	18 kW	40 kW R\$	460,00 R\$	2.300,00	9,70%
ESCOLA DE ENFERMAGEM	21 kW	109 kW R\$	3.634,00 R\$	18.170,00	37,41%
ESCOLA DE MÚSICA	17 kW	30 kW R\$	- R\$	-	0,00%
ESCOLA DE NUTRIÇÃO	43 kW	40 kW R\$	245,46 R\$	1.227,29	1,90%
ESCOLA DE TEATRO	55 kW	60 kW R\$	46,00 R\$	230,00	0,42%
ESCOLA POLITÉCNICA	204 kW	250 kW R\$	2.116,00 R\$	10.580,00	4,01%
FACOM - FACULDADE DE COMUNICAÇÃO	116 kW	208 kW R\$	3.811,01 R\$	19.055,05	16,36%
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO	27 kW	50 kW R\$	763,60 R\$	3.817,99	9,53%
FACULDADE DE MEDICINA - CANELA	51 kW	60 kW R\$	242,15 R\$	1.210,73	2,96%
FACULDADE DE MEDICINA - TERREIRO DE JESUS	81 kW	100 kW R\$	637,74 R\$	3.188,72	3,29%
FACULDADE DE ODONTOLOGIA	147 kW	150 kW R\$	27,60 R\$	138,00	0,12%
FAZENDA ESCOLA - EMEVZ - OLIVEIRA DOS CAMPINHOS	15 kW	30 kW R\$	- R\$	-	0,00%
FAZENDA ESCOLA - EMEVZ - SÃO GONCALO DOS CAMPOS	16 kW	30 kW R\$	- R\$	-	0,00%
FCE - FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS	34 kW	80 kW R\$	1.903,48 R\$	9.517,40	24,76%
FFCH - FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS	65 kW	100 kW R\$	1.610,00 R\$	8.050,01	9,47%
HOSPMEV - HOSPITAL DE MEDICINA VETERINÁRIA PROF. RENATO MEDEIROS NETO	120 kW	120 kW R\$	- R\$	-	0,00%
IBIO - Instituto de Biologia	144 kW	245 kW R\$	3.330,04 R\$	16.650,18	10,58%
ICS - INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE	258 kW	224 kW R\$	869,22 R\$	4.346,08	1,11%
IGEO - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS	161 kW	416 kW R\$	11.214,80 R\$	56.074,00	22,46%
IMS - VITORIA DA CONQUISTA	84 kW	100 kW R\$	736,00 R\$	3.680,00	2,68%
ISC - INSTITUTO DE SAÚDE COLETIVA	41 kW	60 kW R\$	775,74 R\$	3.878,72	9,11%
Instituto de Física	81 kW	125 kW R\$	2.024,00 R\$	10.119,99	11,13%
Instituto de Letras	25 kW	75 kW R\$	2.070,00 R\$	10.350,00	28,78%
Instituto de Química	113 kW	110 kW R\$	243,25 R\$	1.216,24	0,80%
LFNA - LABORATÓRIO DE FÍSICA NUCLEAR APLICADA	36 kW	51 kW R\$	366,16 R\$	1.830,81	2,40%
PAFI - INSTITUTO DE MATEMÁTICA, PAFI, CPD, PAF II E FACULDADE DE FARMÁCIA	457 kW	610 kW R\$	6.327,76 R\$	31.638,81	3,94%
PAF II / PETROBRÁS	17 kW	53 kW R\$	1.058,00 R\$	5.290,01	16,99%
PAF IV - Pavilhão de Aulas da Federação IV	42 kW	79 kW R\$	1.635,76 R\$	8.178,80	21,23%
PAF V - Pavilhão de Aulas da Federação V	28 kW	118 kW R\$	4.017,09 R\$	20.085,43	38,32%
PAF VI - ANTIGO SMURB	18 kW	30 kW R\$	- R\$	-	0,00%
PAVILHÕES ADMINISTRATIVOS (SUMAI, SEAD, PROAD, PRODEP)	142 kW	150 kW R\$	129,90 R\$	649,52	0,50%
PROEXT (ANTIGA FAPEX - EM FRENTE A ARQUITETURA)	27 kW	30 kW R\$	- R\$	-	0,00%
R5 - RESIDÊNCIA UNIVERSITÁRIA 5	27 kW	30 kW R\$	- R\$	-	0,00%
REITORIA	25 kW	80 kW R\$	460,00 R\$	2.300,01	4,14%
SGC - SECRETARIA GERAL DOS CURSOS	21 kW	30 kW R\$	- R\$	-	0,00%
UNIDADES CANELA (PAC/CINEUFBA, FCC, FACED, EADM, DIR, FOGOMES)	263 kW	470 kW R\$	8.863,28 R\$	44.316,39	12,81%
Total:	R\$ 70.623,46	R\$ 353.117,21			

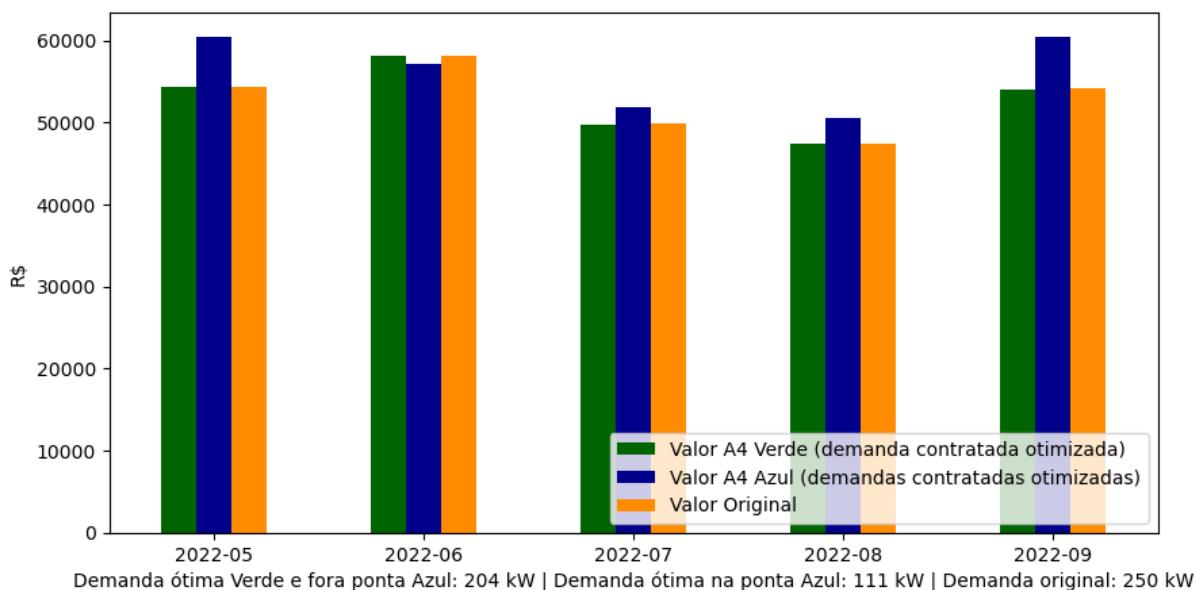
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

É importante observar que das 11 unidades que são sugeridas no item 4.1 para troca de grupo tarifário, nenhuma obteria maior economia se mantendo no Grupo A e contratando a “demanda ótima” (ou demanda mínima).

4.3 Análise de mudança da tarifação horossazonal verde (atual) para a horossazonal azul das unidades do Grupo A

Foi encontrado que das 44 unidades analisadas do Grupo A, nenhuma obteria vantagem financeira ao modificar a tarifação horossazonal verde para a horossazonal azul. Na Figura 8, é possível visualizar que a unidade consumidora “ESCOLA POLITÉCNICA” teria uma redução do valor de fatura na modalidade horossazonal azul com demanda otimizada (barra azul) no mês de junho. Mas ao comparar o cenário com os 5 meses analisados, tanto a fatura calculada com demanda otimizada na mesma modalidade tarifária da fatura original (barra verde) quanto a fatura original (barra laranja) possuem uma economia total maior no período. No Apêndice G é apresentado um compilado com a comparação horossazonal azul e verde com “demanda ótima” (ou demanda mínima) e a fatura original para todas as unidades consumidoras dessa análise.

Figura 8. Comparação de valores de fatura da unidade “ESCOLA POLITÉCNICA” com a demanda contratada “ótima” nas modalidades horossazonal verde e azul e a fatura original.

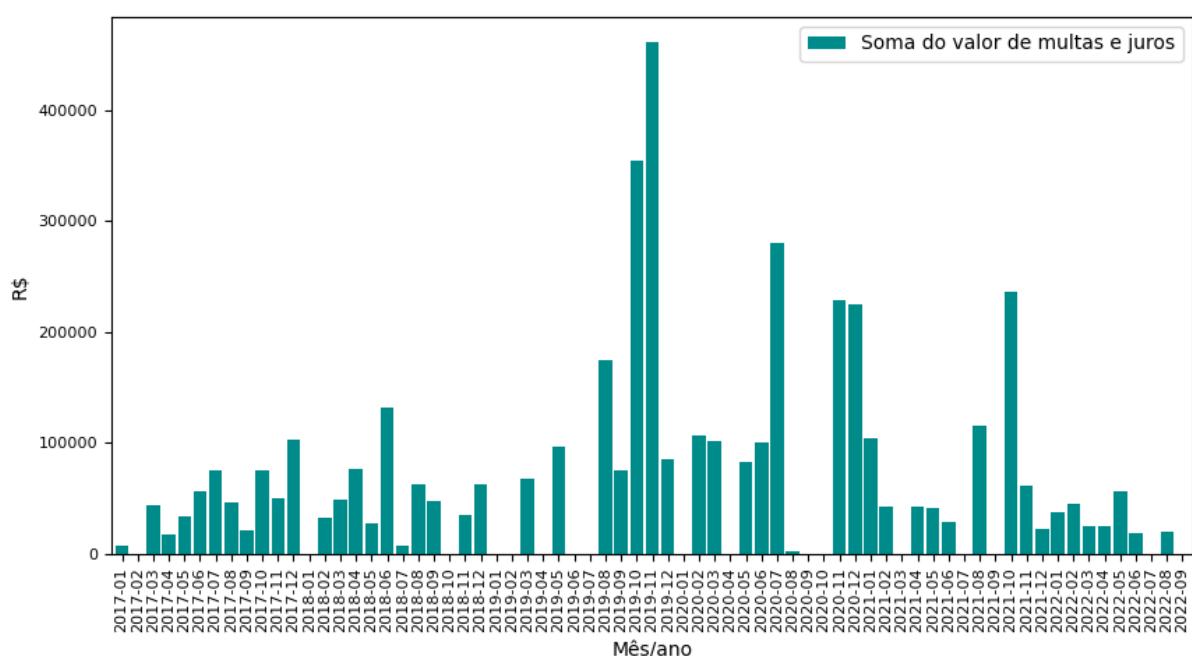


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.4 Observações sobre atraso de pagamento das faturas

No processo de exploração dos dados contidos no relatório de faturas, fora das análises tarifárias, foi observado que as variáveis que representam multas e juros apresentam uma quantia expressiva. Dito isso, cabe notar que os pagamentos em dia das faturas de energia representariam uma economia considerável. Somente no ano presente, entre janeiro e setembro, os valores por atrasos no pagamento já somam R\$ 230.611,76. Se considerarmos os últimos 24 meses, este valor sobe para 1.381.428,15. E, por fim, considerando todas contas contrato do período disponível no relatório (janeiro de 2017 a setembro de 2022), a UFBA recebeu a cobrança de R\$ 4.431.726,44 por atraso de pagamentos de faturas. Na Figura 9 é apresentado o histórico da soma do valor de multas e juros de todas as unidades consumidoras.

Figura 9. Histórico dos valores de multas e juros somados mês a mês de todas as unidades consumidoras.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Capítulo 5: Conclusão

Este trabalho propôs realizar uma análise exploratória através da linguagem de programação Python para investigar o banco de dados das faturas de energia elétrica da Universidade Federal da Bahia buscando maneiras de otimizar os parâmetros contratuais de acordo com as possibilidades da regulamentação vigente. A análise provou-se bem-sucedido por evidenciar que ajustes na classificação tarifária, na modalidade tarifária e na contratação de demanda acarretariam em uma economia de aproximadamente oitenta mil reais por mês e uma melhor previsibilidade de consumo para a cadeia de geração e distribuição de energia.

É importante ressaltar que o valor de economia obtido pode ter influência no estado de transição que a universidade está atravessando devido às mudanças do padrão de consumo de energia por conta das limitações causadas pela pandemia de COVID-19.

Também é importante lembrar que revisões na classificação, modalidade e demanda possuem um atraso para serem aplicadas conforme REN 1000/2021 da ANEEL (ANEEL, 2021), e limite de solicitações por período de tempo.

Por fim, cabe reiterar que as universidades federais brasileiras estão sofrendo com uma diminuição constante de investimentos desde 2015 (MUGNATTO, 2021), então este trabalho tem a expectativa de causar um impacto positivo para a UFBA neste momento de recessão.

5.1 Sugestões de trabalhos futuros

Ficam como sugestões para trabalhos futuros os seguintes tópicos:

- Estudo de viabilidade econômica da troca da classificação tarifária de unidades do Grupo B para o Grupo A;
- Realização de indicadores de desempenho energético com todas as unidades UFBA a fim de identificar oportunidades locais de melhoria no consumo de energia elétrica;
- Estudo de vantagem econômica caso a universidade migrasse para o Ambiente de Contratação Livre (ACL).

Referências

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica; revoga as Resoluções Normativas ANEEL nº 414, de 9 de setembro de 2010; nº 470, de 13 de dezembro de 2011; nº 901, de 8 de dezembro de 2020 e dá outras providências. **RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.000**. Brasil, 7 dez. 2021. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.html>. Acesso em: 18 set. 2022.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. MME - Ministério de Minas e Energia. **Sobre Bandeiras Tarifárias**. Gov.br, 24 fev. 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/bandeiras-tarifarias>. Acesso em: 1 nov. 2022.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. MME - Ministério de Minas e Energia. **Tarifas**. Gov.br, 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas>. Acesso em: 13 out. 2022.

BARBOSA FILHO, Luiz Henrique. **Python: Visualizando dados com Matplotlib e Seaborn**. Análise Macro, 23 fev. 2022. Disponível em: <https://analisemacro.com.br/data-science/python/python-visualizando-dados-com-matplotlib-e-seaborn/>. Acesso em: 19 out. 2022.

BUSSAB, Wilton de O.; MORETTIN, Pedro A. **Estatística básica**. 6. ed. rev. e atual. [S. l.]: Saraiva, 2010.

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA. MME - Ministério de Minas e Energia. **GUIA PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS EDIFICAÇÕES PÚBLICAS**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2015. 229 p. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/eficiencia-energetica/guia-de-eficiencia-energetica-em-edificios-publicos.pdf>. Acesso em: 18 set. 2022.

COELBA - Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia. **Conheça Sua Fatura**. NEOENERGIA, [2022?]e. Disponível em: <https://clientescorporativos.coelba.com.br/informacoes/Paginas/conheca-sua-fatura.aspx>. Acesso em: 28 out. 2022.

COELBA - Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia. **Contribuição de Iluminação Pública - CIP**. NEOENERGIA, [2022?]d. Disponível em: <https://servicos.neoenergiacoelba.com.br/poder-publico/Pages/cobranca-da-taxa-de-iluminacao-publica.aspx>. Acesso em: 28 out. 2022.

COELBA - Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia. **TABELA DE TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA GRUPO A**: VIGÊNCIA: 22/04/2022 a 21/04/2023. NEOENERGIA, 19 abr. 2022a. Disponível em: <https://servicos.neoenergiacoelba.com.br/residencial-rural/Pages/Alta%20Tens%C3%A3o/tarifas-grupo-a.aspx>. Acesso em: 26 out. 2022.

COELBA - Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia. **TABELA DE TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA GRUPO B**: VIGÊNCIA: 22/04/2022 a 21/04/2023. NEOENERGIA, 19 abr. 2022b. Disponível em: <https://servicos.neoenergiacoelba.com.br/residencial-rural/Pages/Baixa%20Tens%C3%A3o/tarifas-grupo-b.aspx>. Acesso em: 26 out. 2022.

COELBA - Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia. **Tarifas, Preços e Tributos**. NEOENERGIA, [2022?]c. Disponível em: <https://clientescorporativos.coelba.com.br/informacoes/Paginas/tarifas-precos-e-tributos.aspx>. Acesso em: 26 out. 2022.

COMARU NETO, Clodomir. **APLICAÇÃO DA NORMA ABNT NBR ISO 50001 SISTEMA DE GESTÃO DA ENERGIA PARA O SETOR PÚBLICO - ESTUDO DE CASO TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO CEARÁ**. 2020. Dissertação (Curso de Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/56189>. Acesso em: 9 nov. 2022.

COUTINHO, Thiago. **Como o Anaconda IDE pode ajudar na sua programação em Python**. Voitto, 13 ago. 2020b. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/anaconda-python-ide>. Acesso em: 19 out. 2022.

COUTINHO, Thiago. **Conheça 11 bibliotecas Python aplicadas na Ciência de Dados**. Voitto, 25 jun. 2020a. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/principais-bibliotecas-python>. Acesso em: 19 out. 2022.

COUTINHO, Thiago. **O que é python matplotlib? Conheça a biblioteca de gráficos!**. Voitto, 11 jun. 2021. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-python-matplotlib>. Acesso em: 19 out. 2022.

DANTAS FILHO, Leonardo Luiz do Nascimento. **Análise de modelos para previsões de consumo de energia elétrica e seu uso na redução de custos**. 2019. Monografia (Bacharel em Ciência da Computação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/15604>. Acesso em: 12 nov. 2022.

DE MIRANDA, João Vitor. **Jupyter Notebook: Exemplos de Códigos e Como Usar**. Alura, 20 out. 2022. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/conhecendo-o-jupyter-notebook>. Acesso em: 14 nov. 2022.

DESJARDINS, Jeff. **How much data is generated each day?**. The Digital Economy, 17 abr. 2019. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2019/04/how-much-data-is-generated-each-day-cf4bddf29f/>. Acesso em: 28 set. 2022.

FEIJOO, Ana Maria Lopez Calvo de. **A pesquisa e a estatística na psicologia e na educação**. Rio de Janeiro: SciELO Books, 2010. 109 p. ISBN 978-85-7982-048-9. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/yvnwq>. Acesso em: 21 set. 2022.

FIRMES, Victor Pereira; SILVA, André; CHAVES, Gisele de Lorena Diniz; CELESTE, Wanderley Cardoso. Uma análise do consumo de energia elétrica na UFES - campus São Mateus. **Latin American Journal of Energy Research – Lajer**, [s. l.], v. 5, ed. 2, p. 1-11, 2018. DOI 10.21712/lajer.2018.v5.n2.p1-11. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/lajer/article/view/20585>. Acesso em: 3 nov. 2022.

GIRARDI, Greyci. **O que é eficiência energética?**. Way2Blog, 1 mar. 2020. Disponível em: <https://www.way2.com.br/blog/eficiencia-energetica/>. Acesso em: 1 out. 2022.

GÓES, Jéssica Fagundes. **Análise do tempo de permanência em cursos da UFBA: uma aplicação de modelagem com tempos discretos**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Estatística) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/36110>. Acesso em: 24 out. 2022.

GONÇALVES, Polyanna. **Afinal, como se desenvolve um projeto de Data Science?**. TechBlogHotmart, 10 set. 2018. Disponível em: <https://medium.com/techbloghotmart/afinal-como-se-desenvolve-um-projeto-de-data-science-233472996c34>. Acesso em: 21 set. 2022.

GRUS, Joel. **Data Science do Zero**: Primeiras regras com o Python. Rio de Janeiro: Editora Alta Books, 2016. 336 p. ISBN 978-85-508-0387-6.

HÄRDLE, Wolfgang Karl; SIMAR, Léopold. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. 4. ed. Berlin, Germany: Springer Berlin, Heidelberg, 2015. XIII, 580 p. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-662-45171-7>. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-45171-7>. Acesso em: 20 mar. 2022.

IEA. **World Energy Outlook 2021**. Iea.org: International Energy Agency, 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>. Acesso em: 1 out. 2022.

INFOMONEY. **Médias móveis: saiba como funcionam e como utilizar este indicador.** Guia InfoMoney, 28 maio 2005. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/onde-investir/medias-moveis-saiba-como-funcionam-e-como-utilizar-este-indicador/>. Acesso em: 18 nov. 2022.

KRIGER, Daniel. **O QUE É PYTHON, PARA QUE SERVE E POR QUE APRENDER?** Blog Kenzie Academy Brasil – Programação e Tecnologia, 8 jun. 2022. Disponível em: <https://kenzie.com.br/blog/o-que-e-python/>. Acesso em: 19 out. 2022.

MALAR, João Pedro. **Tarifa Branca pode reduzir conta de luz em até 15%, mas exige cuidado.** São Paulo: CNN Brasil, 3 set. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/tarifa-branca-pode-reduzir-conta-de-luz-em-ate-15-mas-exige-cuidado/>. Acesso em: 1 nov. 2022.

MUGNATTO, Sílvia. **Universidades têm queda de investimentos constante desde 2015.** Agência Câmara de Notícias, 4 jun. 2021. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/768428-universidades-tem-queda-de-investimentos-constante-desde-2015/>. Acesso em: 21 nov. 2022.

RODRIGUES, Igor. **Tarifa Azul ou Tarifa Verde – Modalidade tarifária.** Interenergia, 25 jun. 2017. Disponível em: <https://interenergia.com.br/single-post/2017/07/tarifa-azul-ou-tarifa-verde-modalidade-tarifaria/>. Acesso em: 8 nov. 2022.

SILVA, Janine. **TE e TUSD: entenda as taxas da conta de luz da sua empresa.** TAB Energia, 2 mar. 2021. Disponível em: <https://tabenergia.com.br/blog/te-e-tusd/>. Acesso em: 1 nov. 2022.

STIGLER, Stephen M. **The History of Statistical Concepts and Methods.** London, England: Havard University Press, 1999.

UFBA - Universidade Federal da Bahia. **UFBA EM NÚMEROS:** 2022 Ano Base 2021. Salvador, Bahia: PROPLAN - Pró-Reitoria de Planejamento e Orçamento, 2022a. Disponível em: <https://proplan.ufba.br/sites/proplan.ufba.br/files/ufba-em-numeros-2022.pdf>. Acesso em: 24 out. 2022.

UFBA - Universidade Federal da Bahia. **UFBA EM NÚMEROS:** Especial 60 anos. Salvador, Bahia: PROPLAN - Pró-Reitoria de Planejamento e Orçamento, 2006. Disponível em: <https://proplan.ufba.br/sites/proplan.ufba.br/files/Especial%2060%20Anos.pdf>. Acesso em: 24 out. 2022.

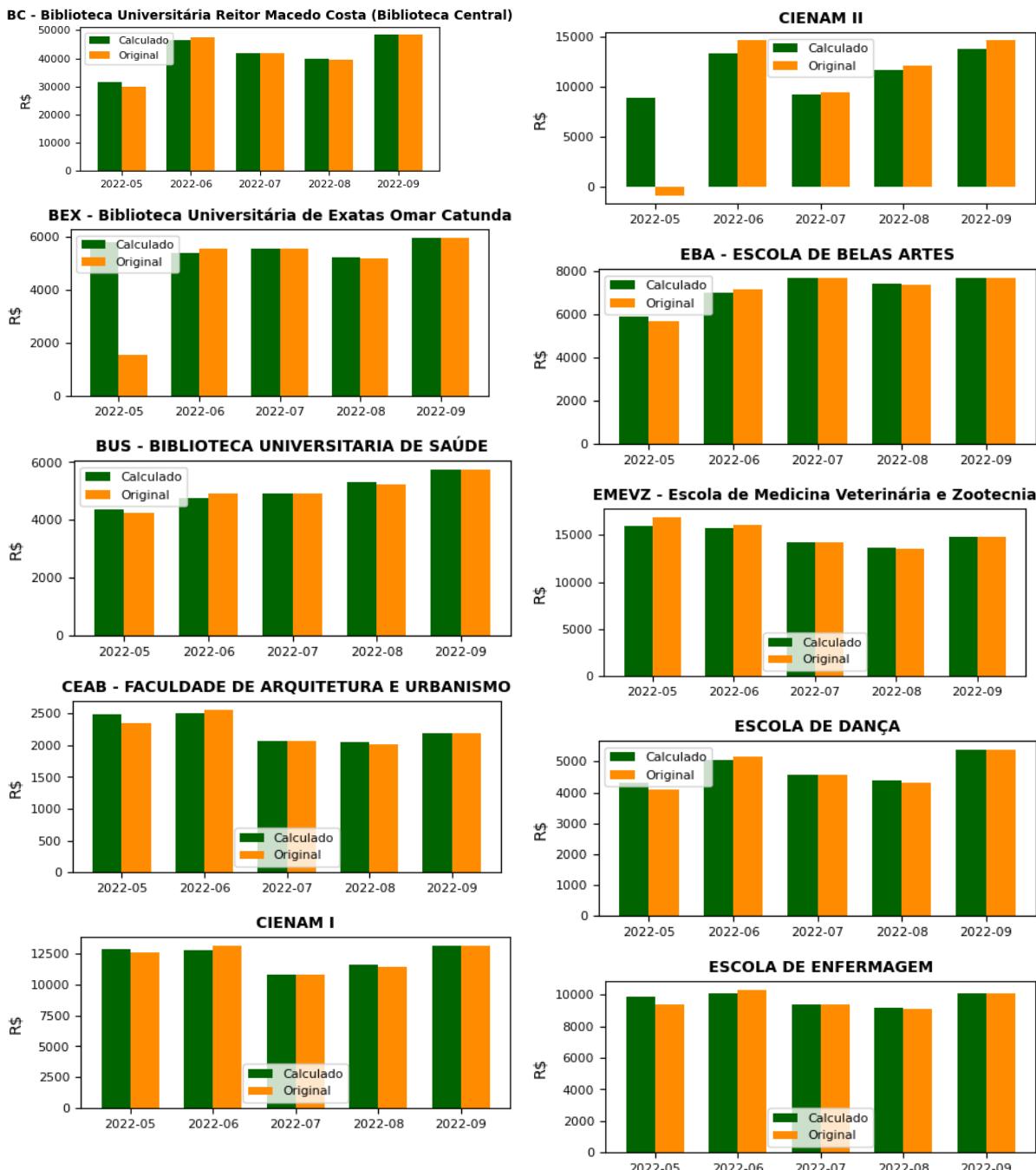
UFBA, Universidade Federal da Bahia. **RELATÓRIO DE GESTÃO:** Exercício 2021. PROPLAN - Pró-Reitoria de Planejamento e Orçamento, 26 abr. 2022b. Disponível em: https://proplan.ufba.br/sites/proplan.ufba.br/files/rg_ufba_2021_- vr_.final.pdf. Acesso em: 7 out. 2022.

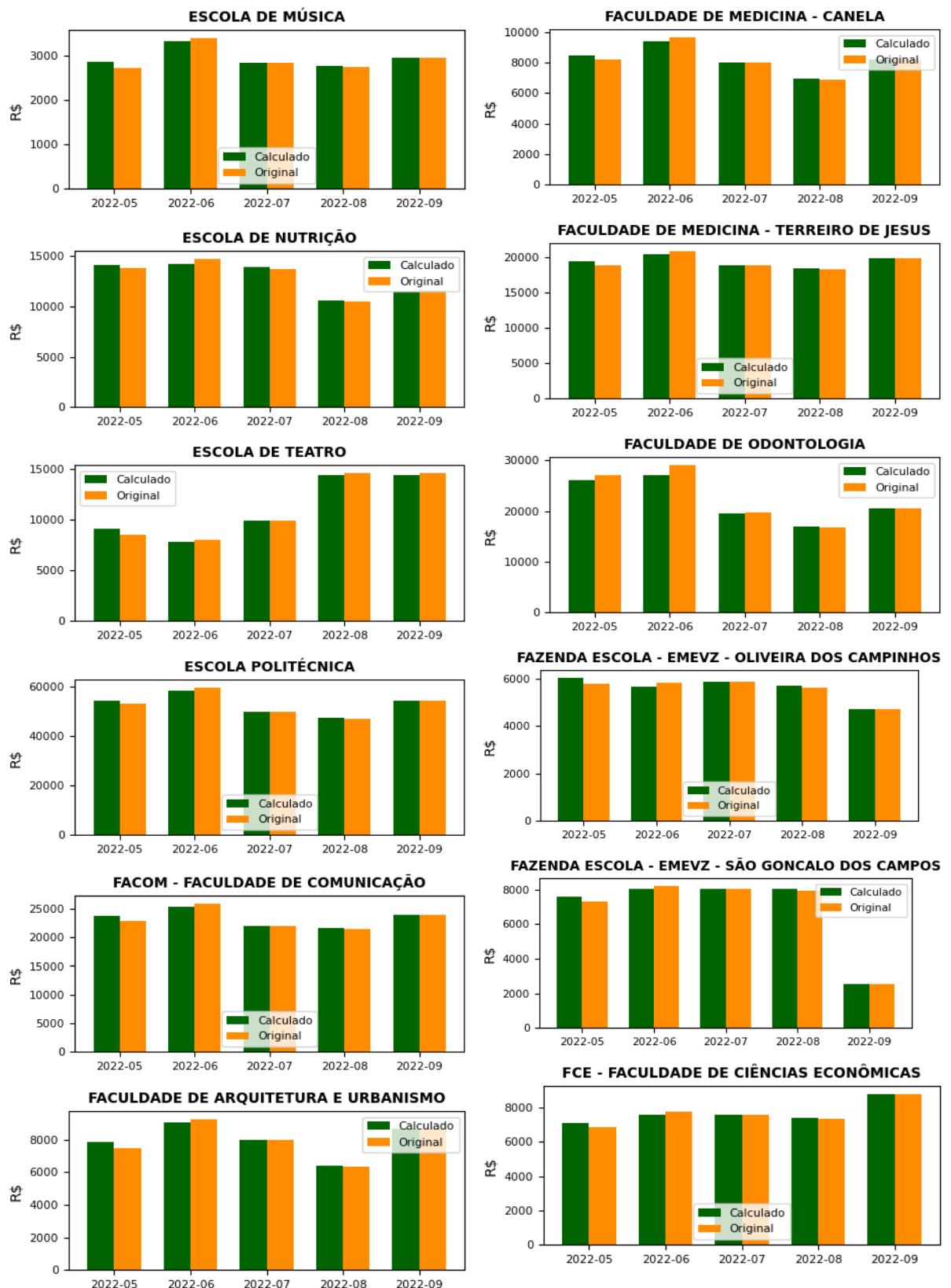
VILAR, Juan M.; CAO, Ricardo; ANEIROS, Germán. Forecasting next-day electricity demand and price using nonparametric functional methods. **International Journal of Electrical Power & Energy Systems**, A Coruña, Spain, v. 39, ed. 1, p. 48-55, 2012. DOI <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2012.01.004>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142061512000051>. Acesso em: 12 nov. 2022.

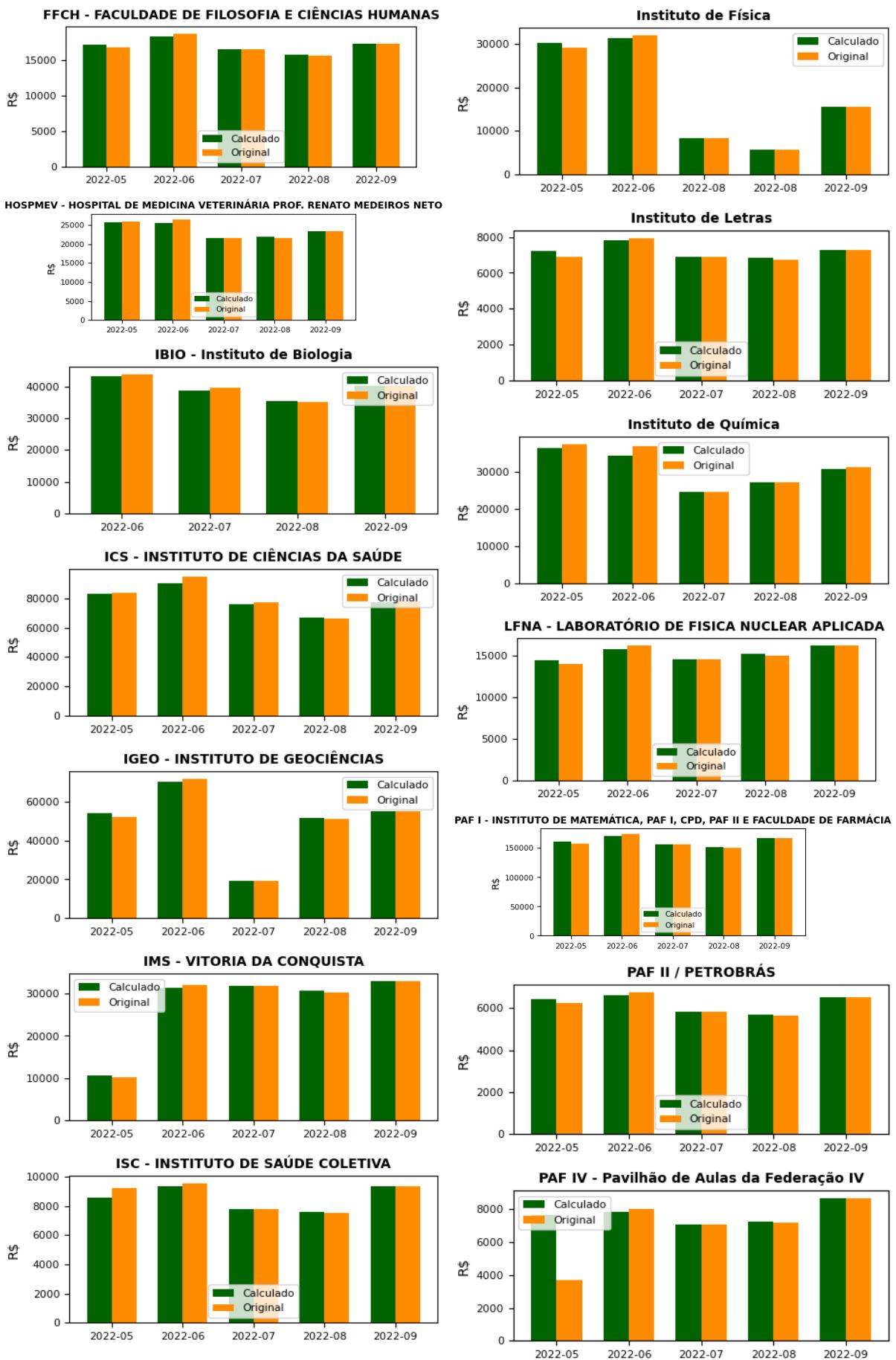
WICKHAM, Hadley; GROLEMUND, Garrett. **R for Data Science**. 1. ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2017.

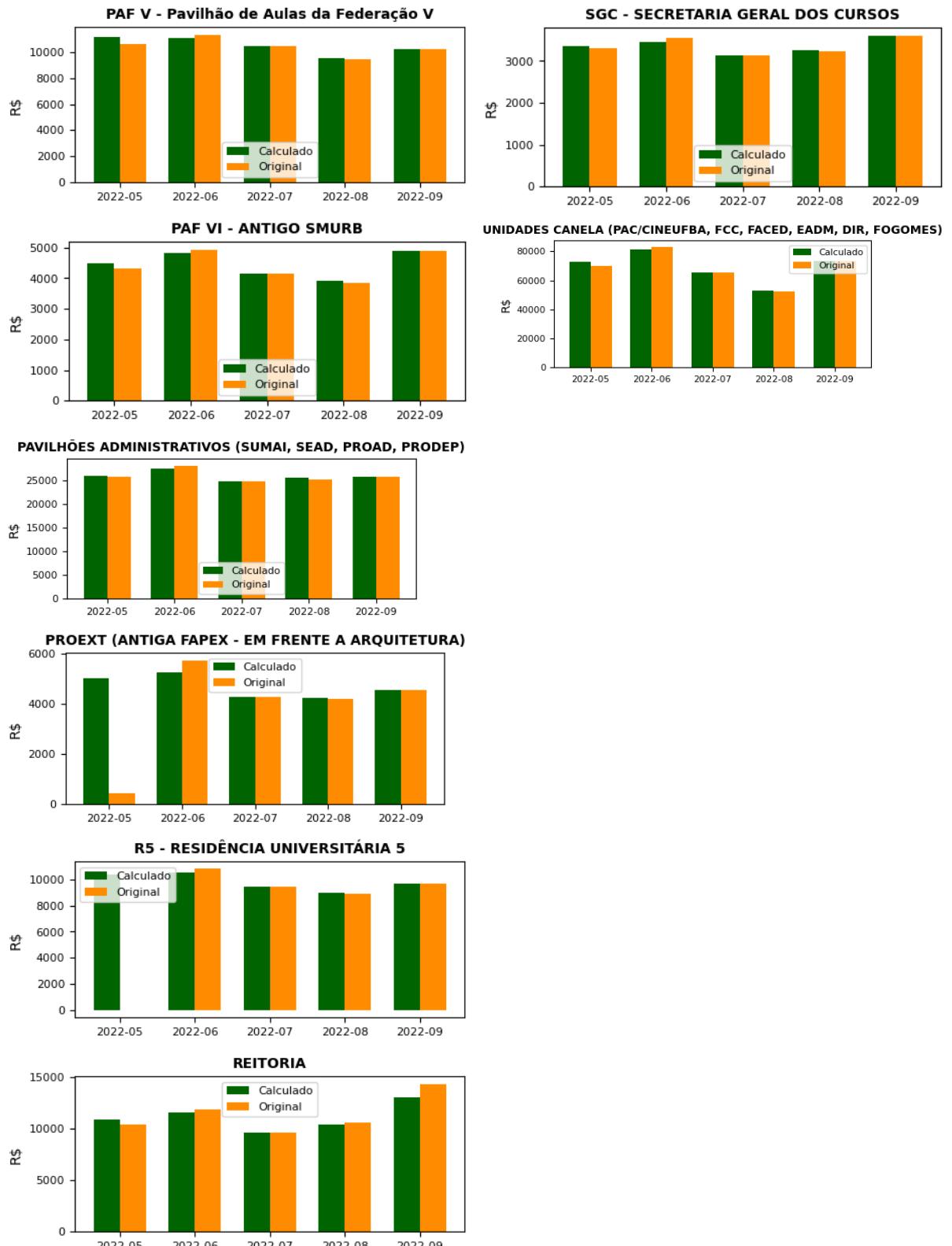
XAVIER NUNES, A. C. N. Informação Através da Cor a Construção Simbólica Psicodinâmica das Cores na Concepção do Produto. **Modapalavra e-periódico**, Florianópolis, v. 5, n. 9, 2012. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/7776>. Acesso em: 29 set. 2022.

Apêndice A - Comparação do valor calculado via Python e o valor original da fatura

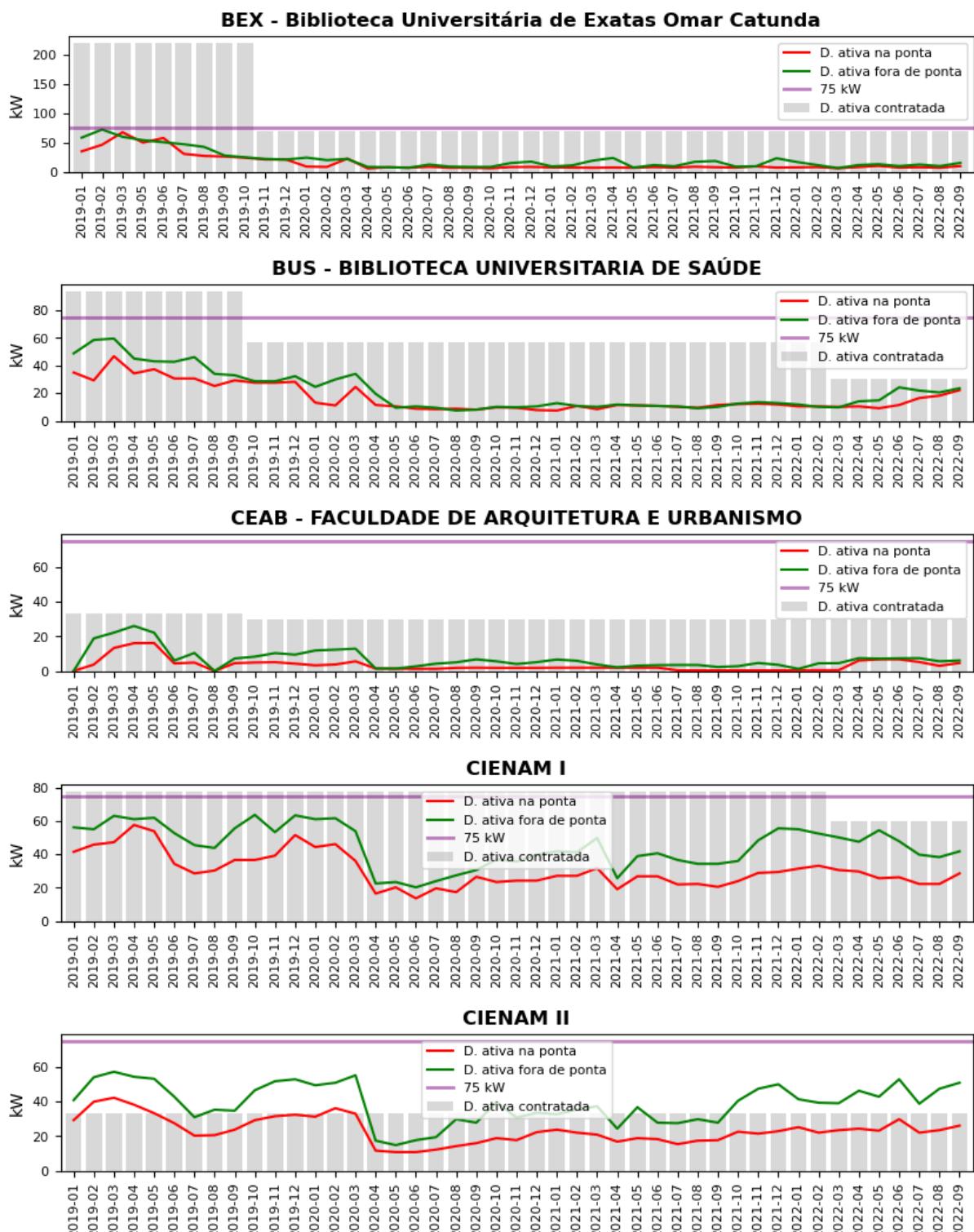




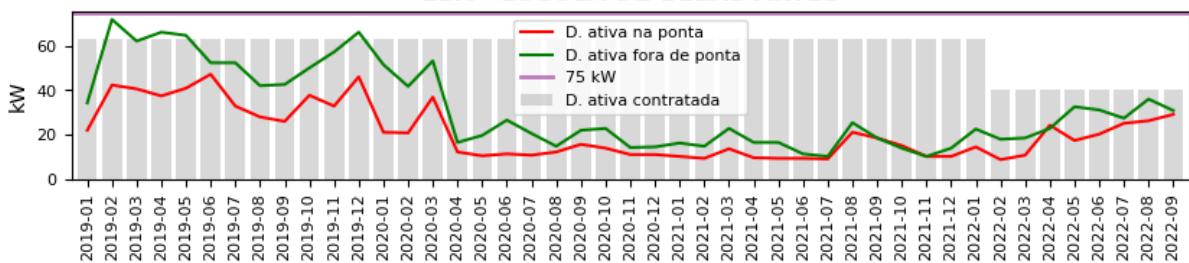




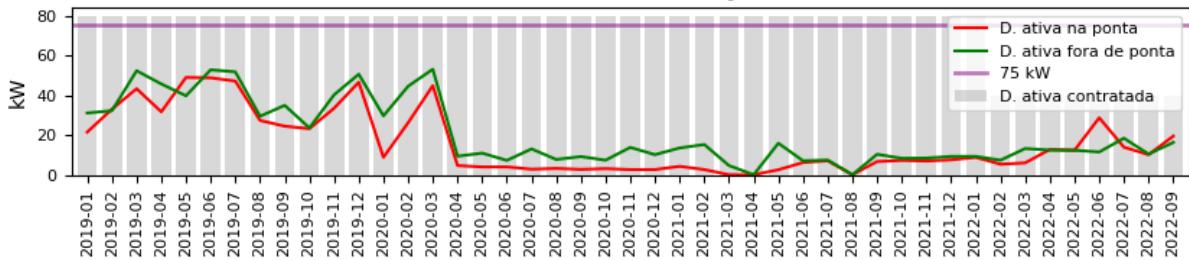
Apêndice B – Unidades do Grupo A com nenhuma demanda de registrada maior que 75 kW desde 2019



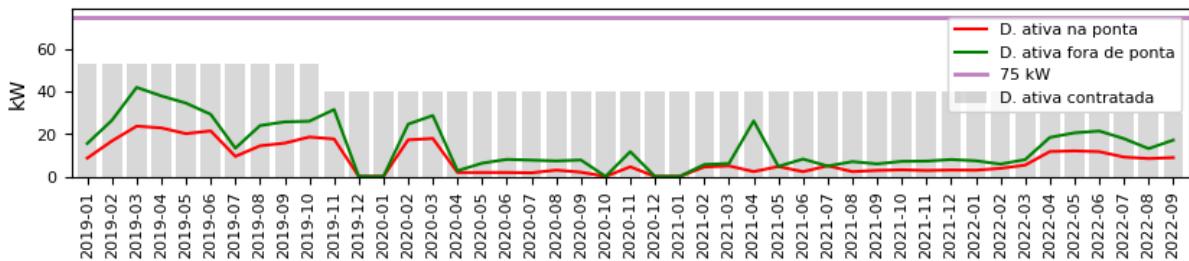
EBA - ESCOLA DE BELAS ARTES



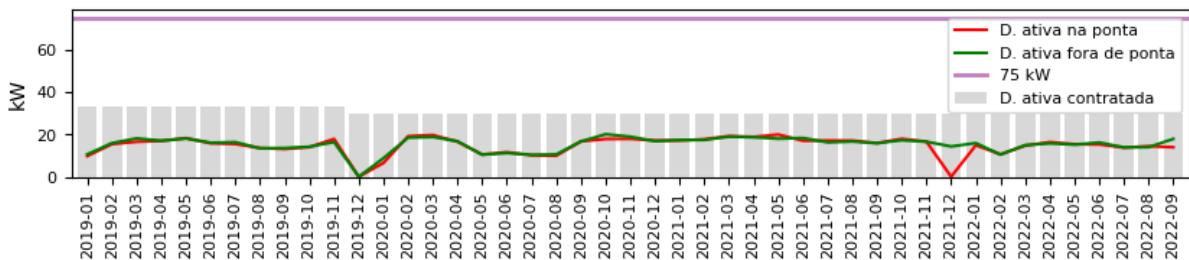
ESCOLA DE DANÇA



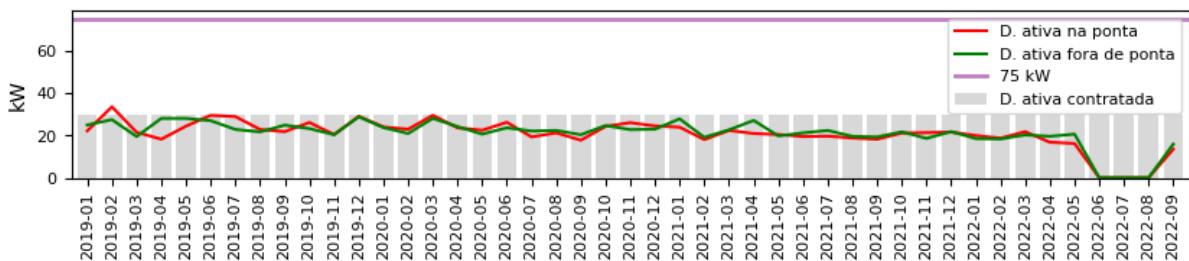
ESCOLA DE MÚSICA



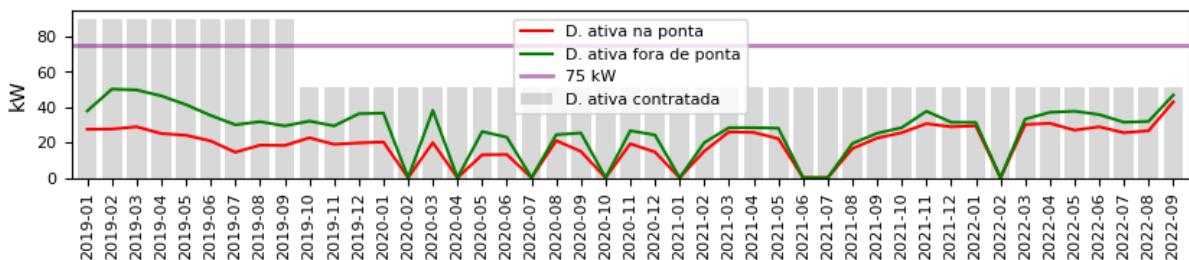
FAZENDA ESCOLA - EMEVZ - OLIVEIRA DOS CAMPINHOS

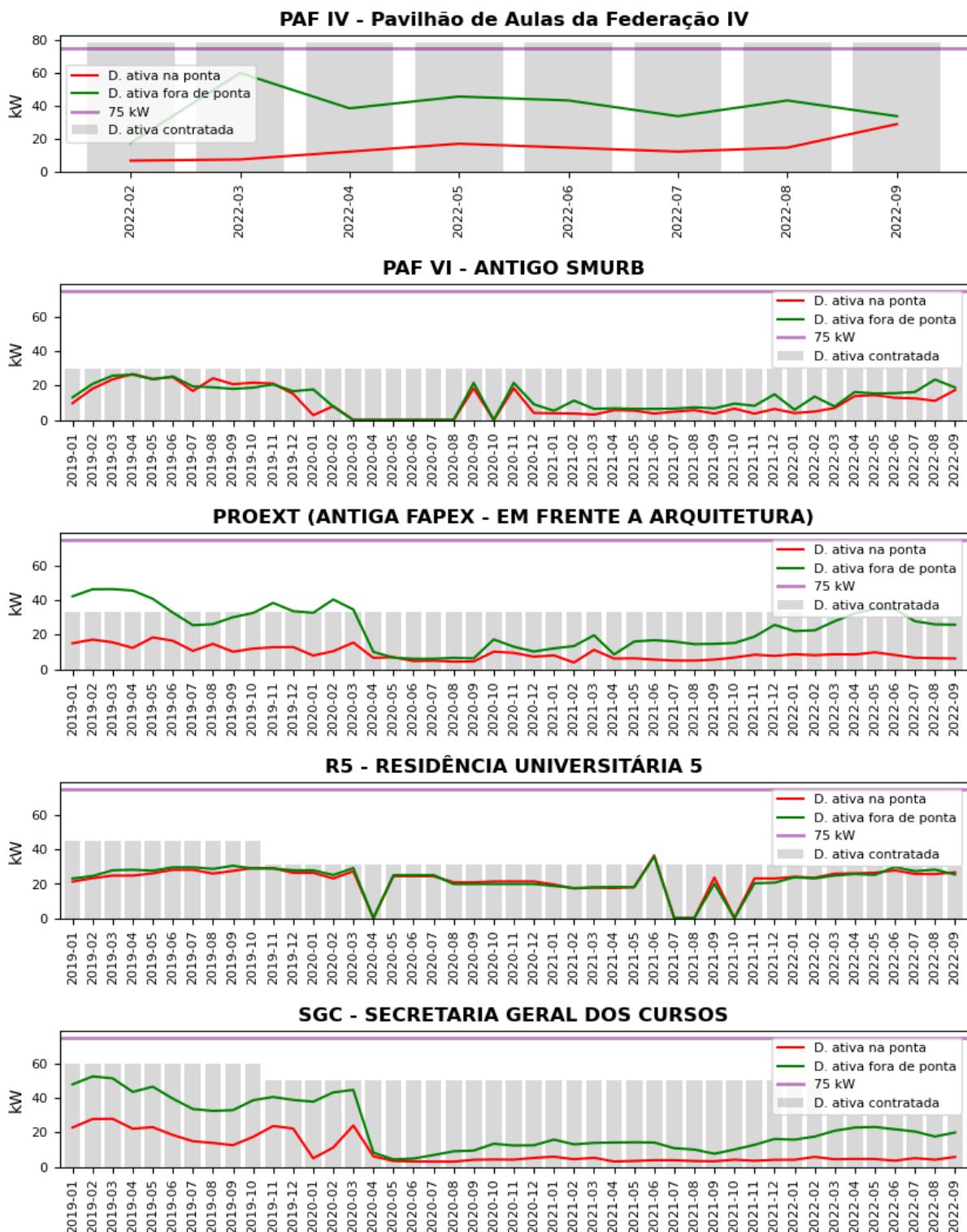


FAZENDA ESCOLA - EMEVZ - SÃO GONCALO DOS CAMPOS



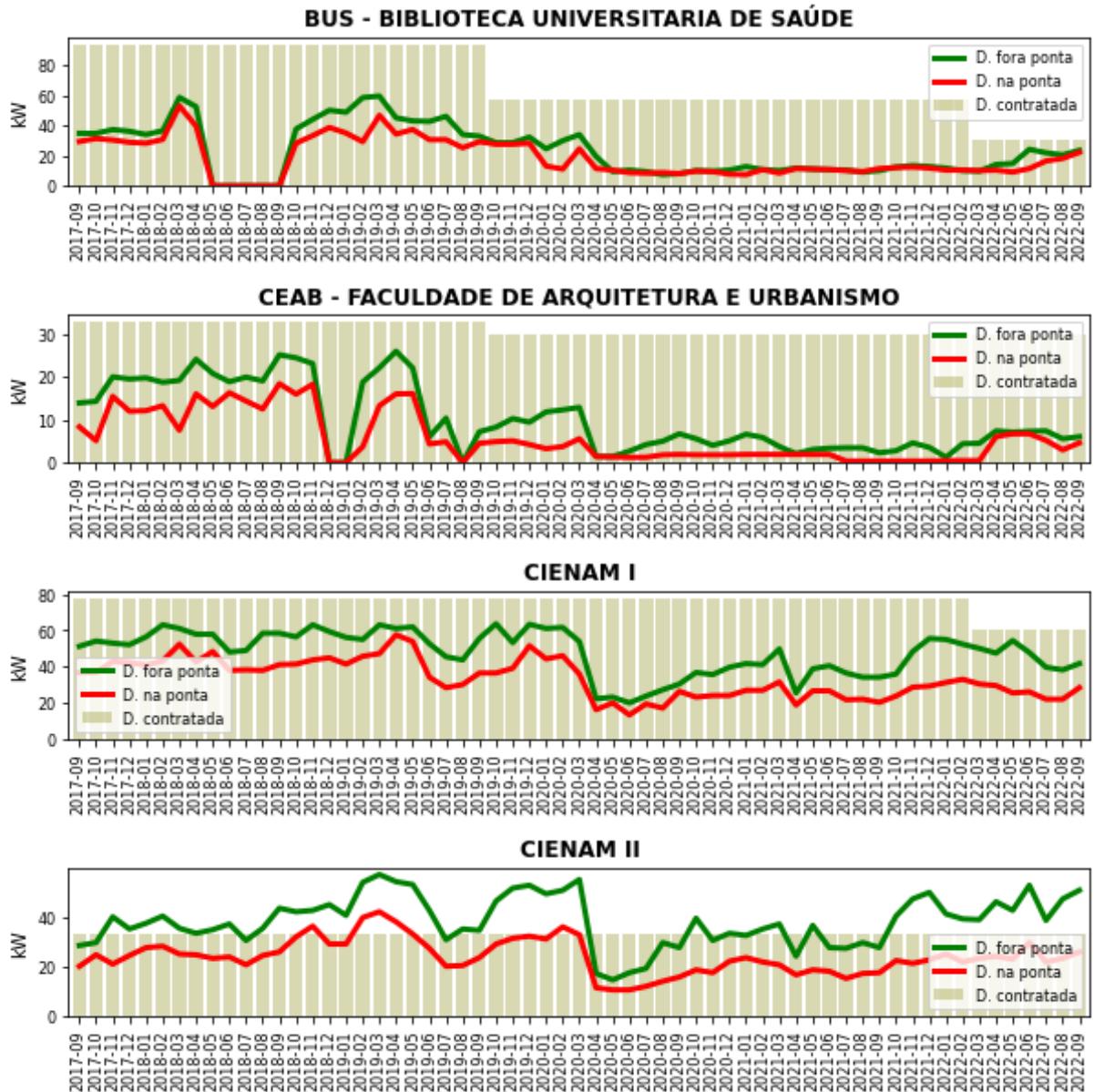
LFNA - LABORATÓRIO DE FÍSICA NUCLEAR APLICADA



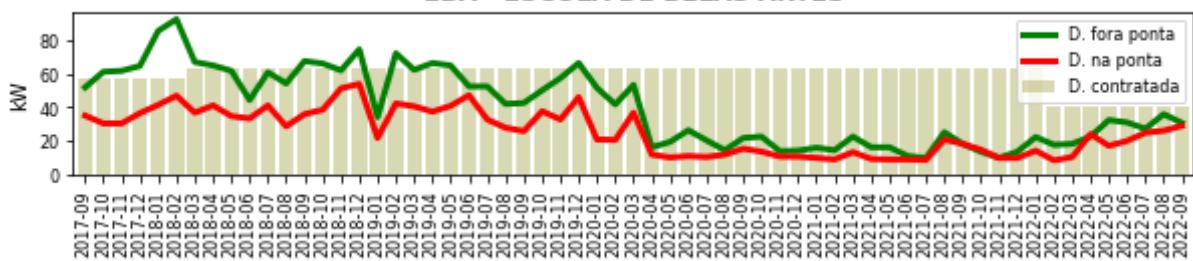


Apêndice C – Histórico das Demandas contratadas e registradas na ponta e fora de ponta das unidades

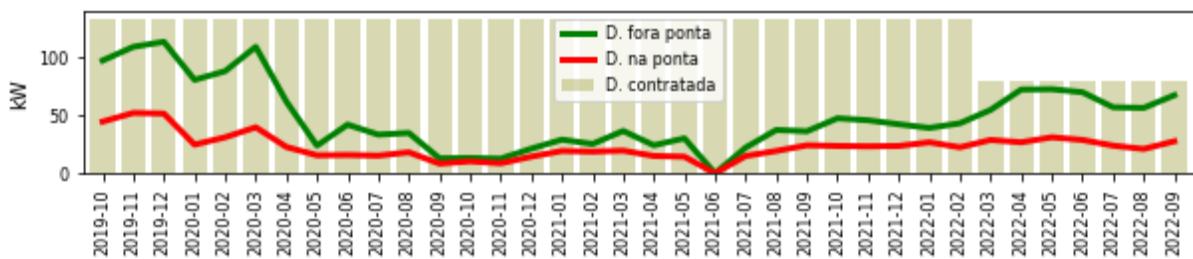
Grupo A



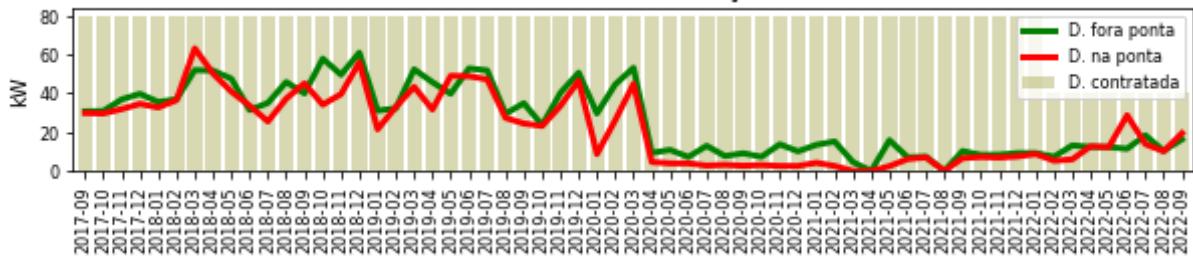
EBA - ESCOLA DE BELAS ARTES



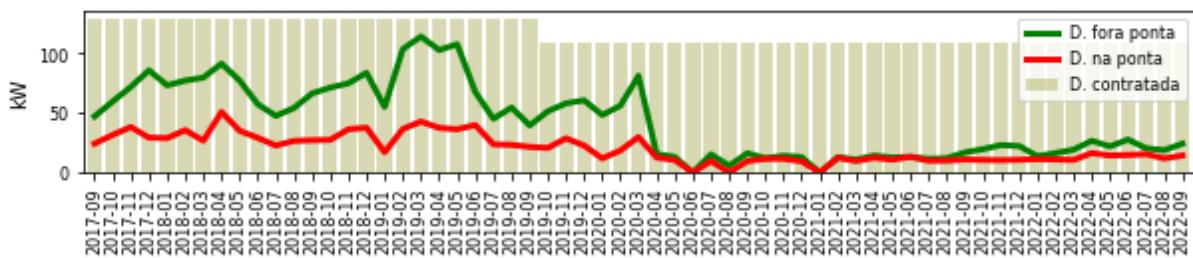
EMEVZ - Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia



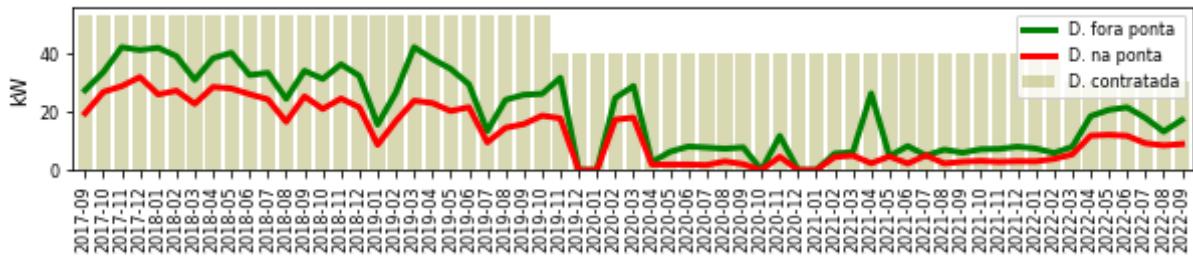
ESCOLA DE DANÇA



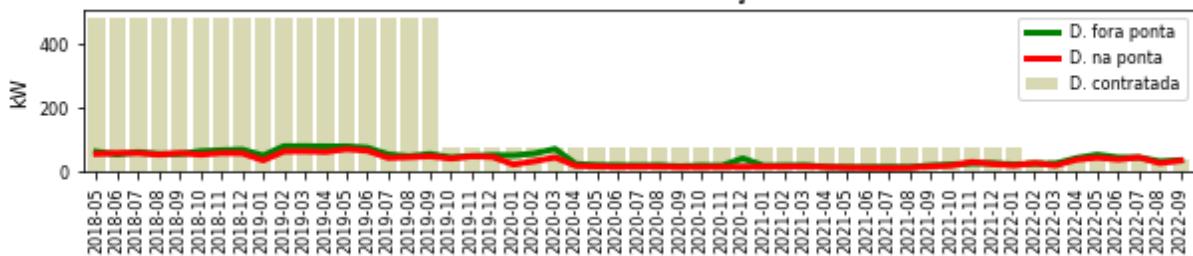
ESCOLA DE ENFERMAGEM



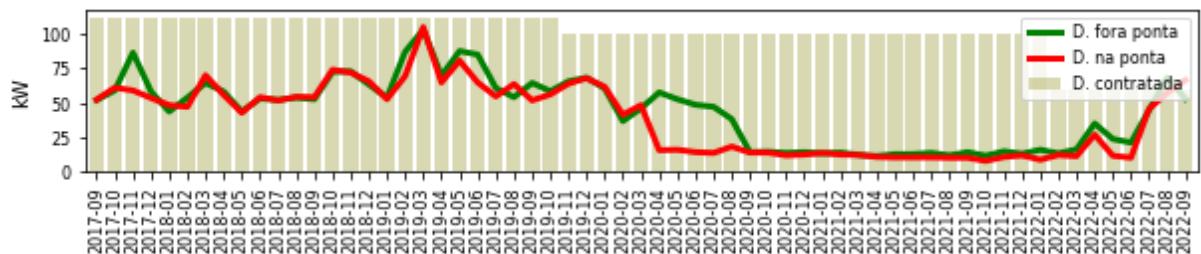
ESCOLA DE MÚSICA



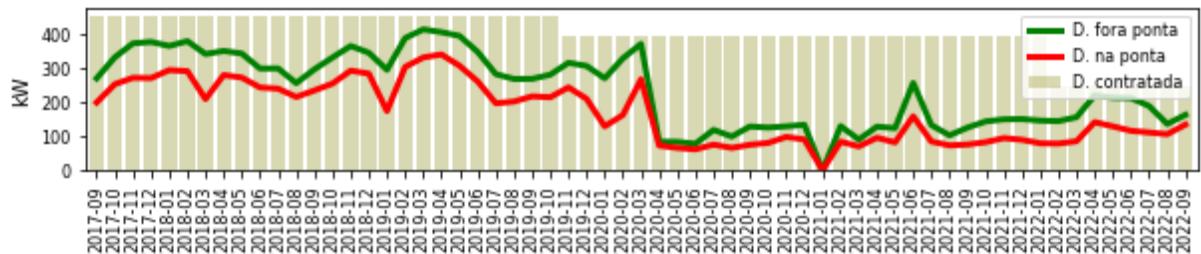
ESCOLA DE NUTRIÇÃO



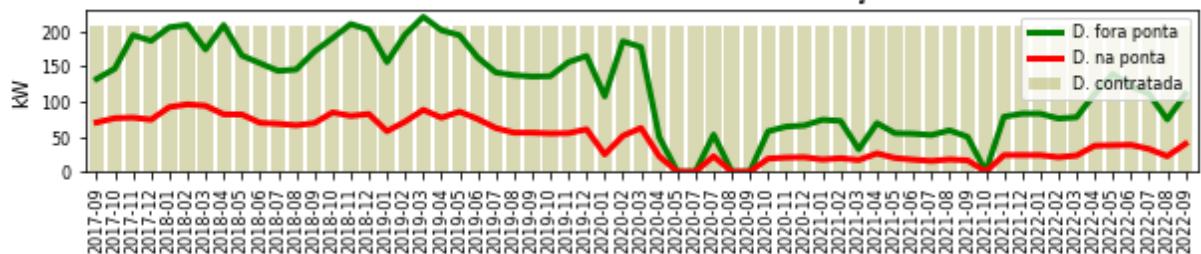
ESCOLA DE TEATRO



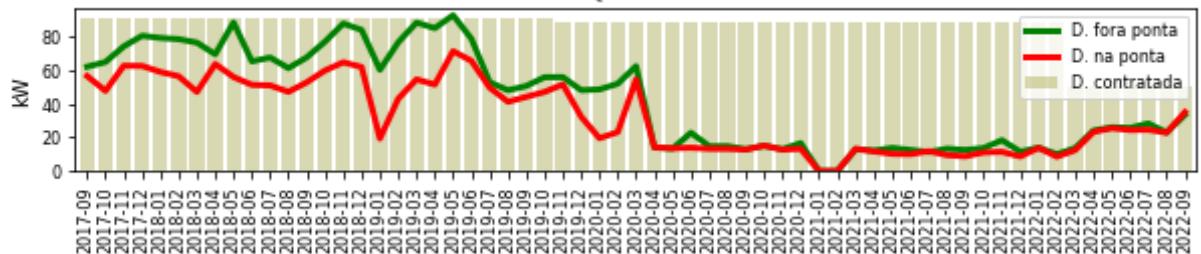
ESCOLA POLITÉCNICA



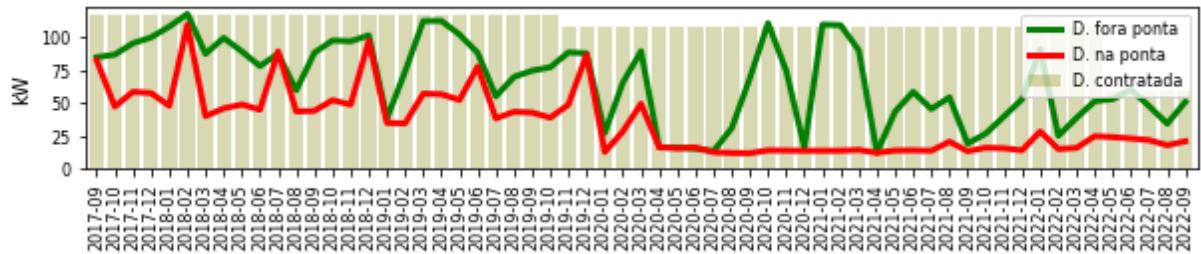
FACOM - FACULDADE DE COMUNICAÇÃO



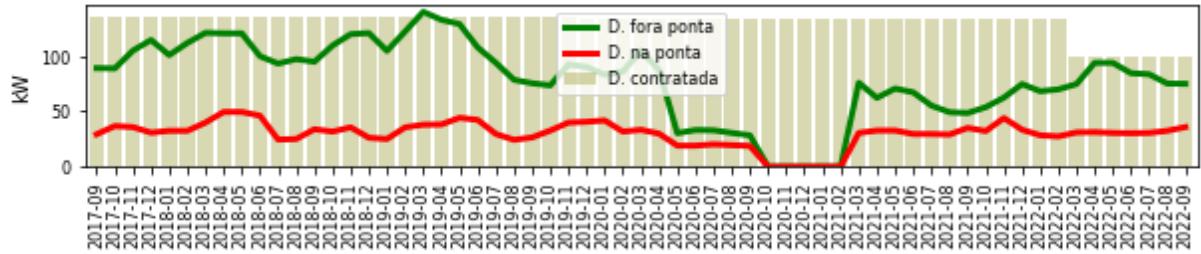
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

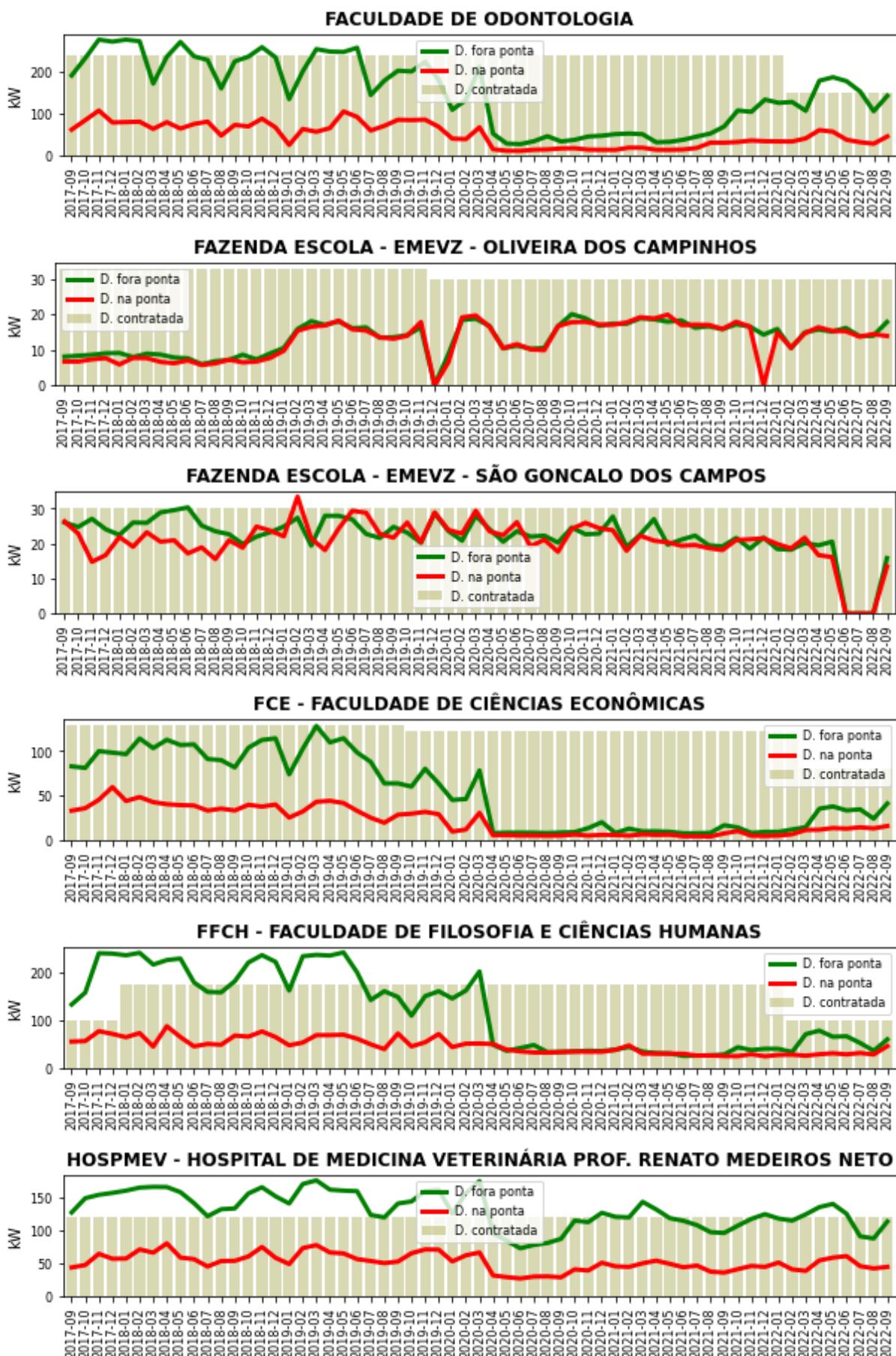


FACULDADE DE MEDICINA - CANELA

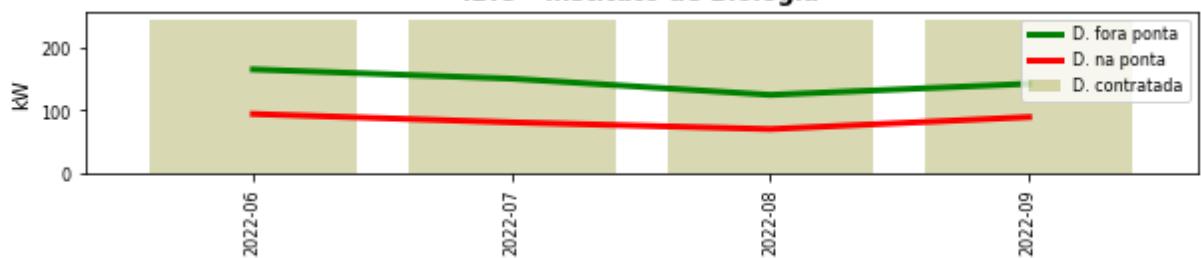


FACULDADE DE MEDICINA - TERREIRO DE JESUS

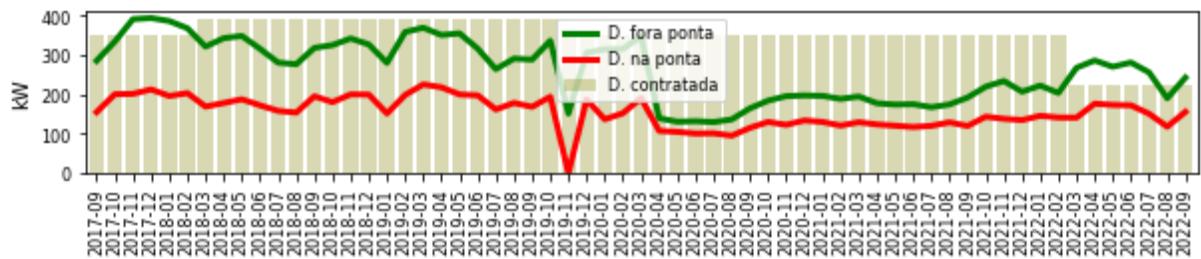




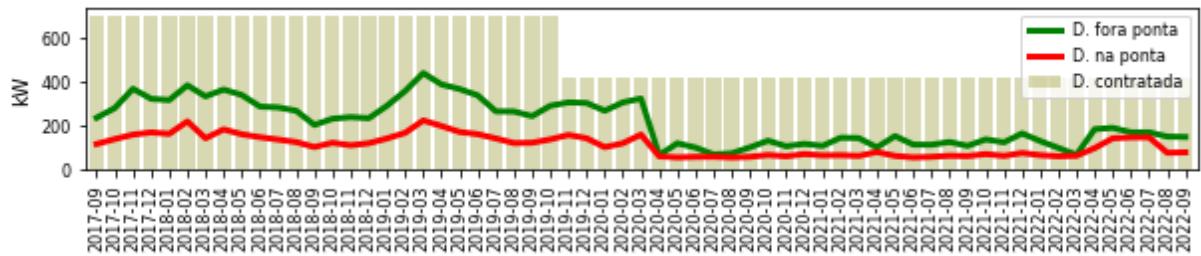
IBIO - Instituto de Biologia



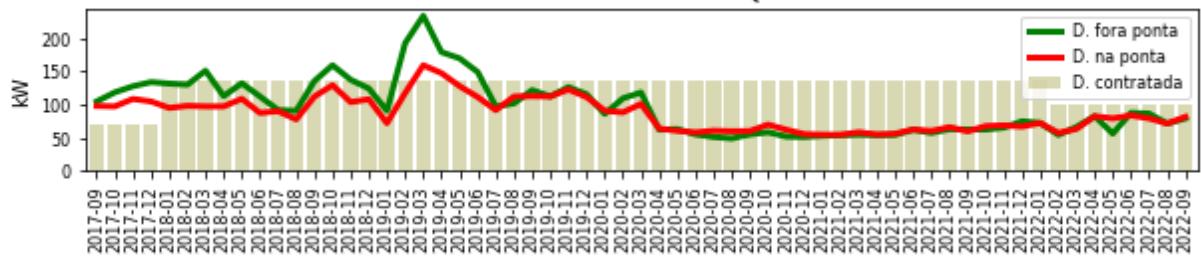
ICS - INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



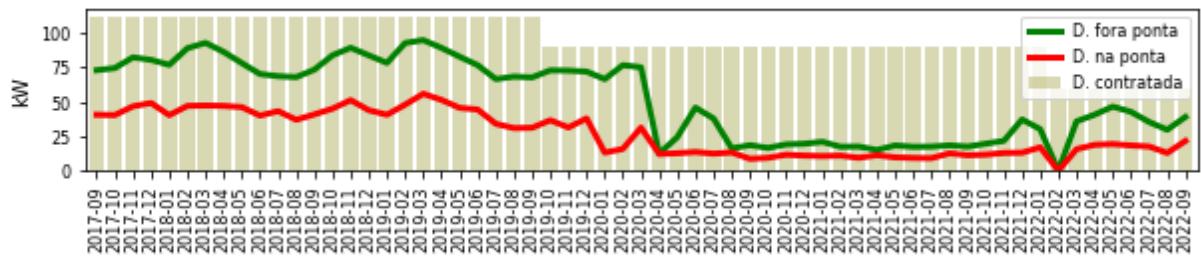
IGEO - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS



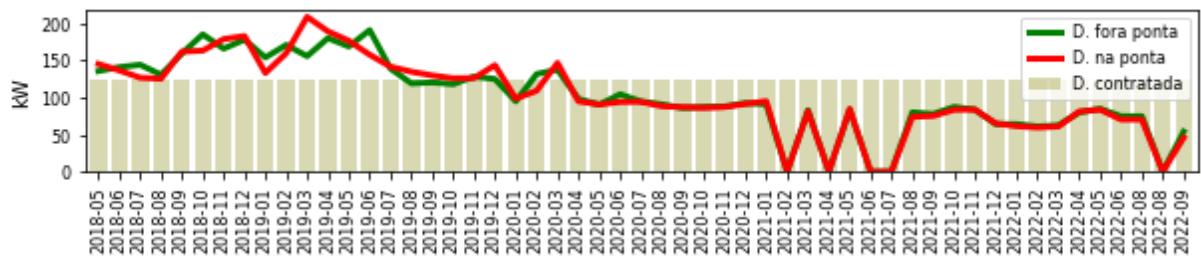
IMS - VITÓRIA DA CONQUISTA

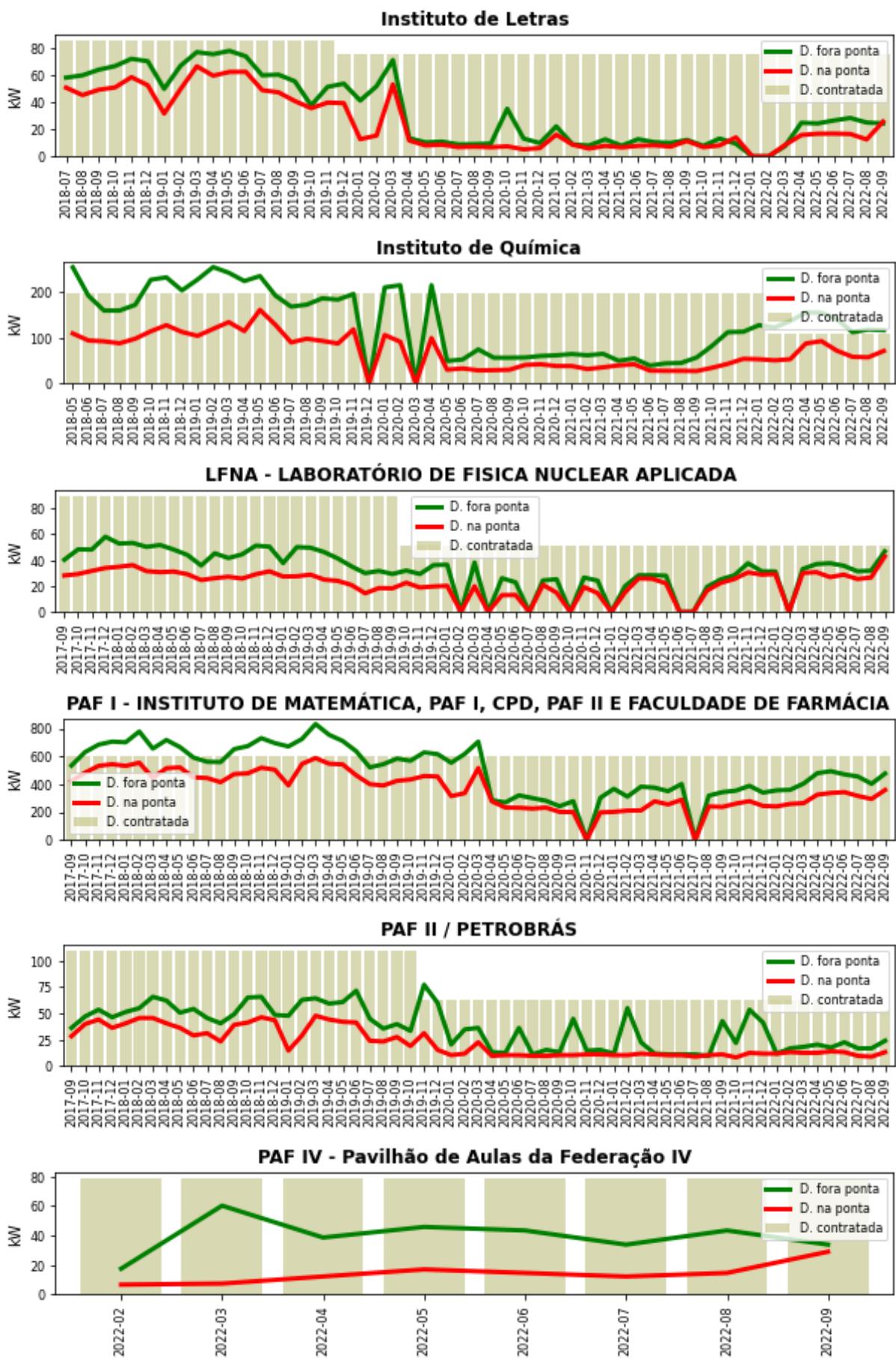


ISC - INSTITUTO DE SAÚDE COLETIVA

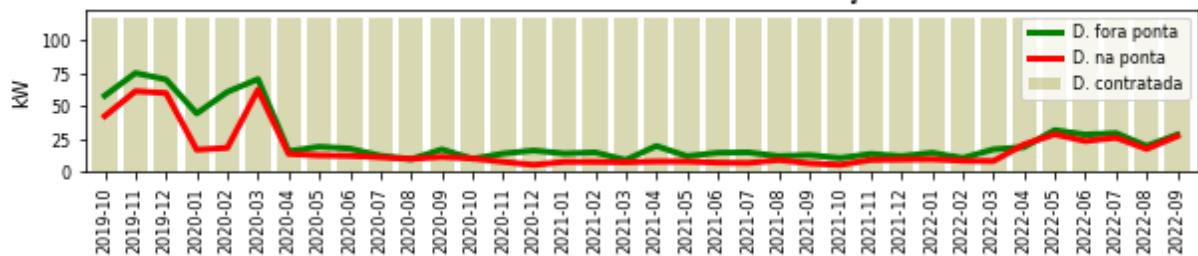


Instituto de Física

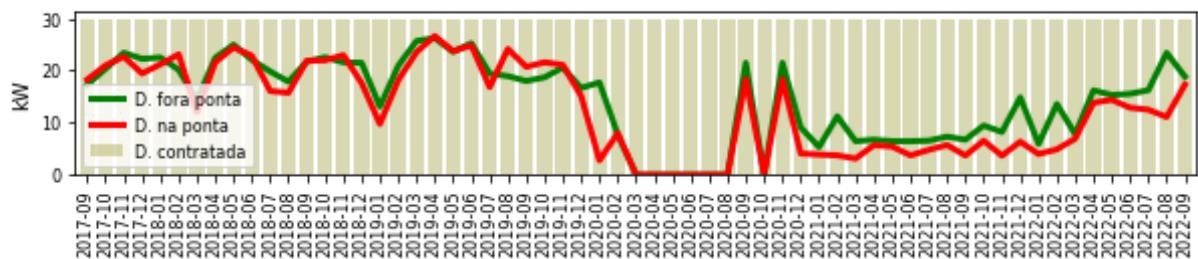




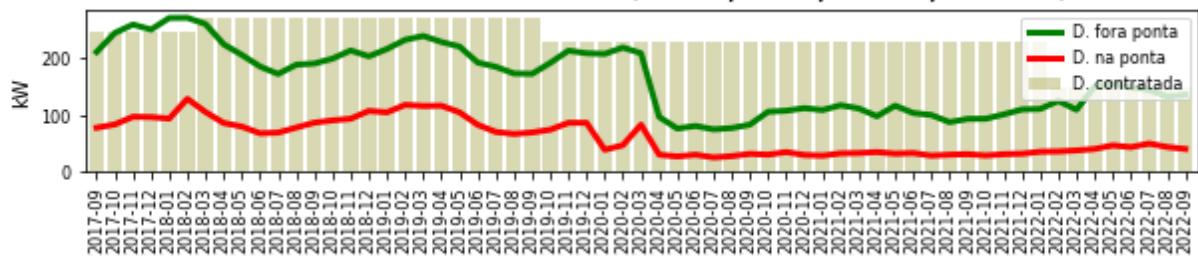
PAF V - Pavilhão de Aulas da Federação V



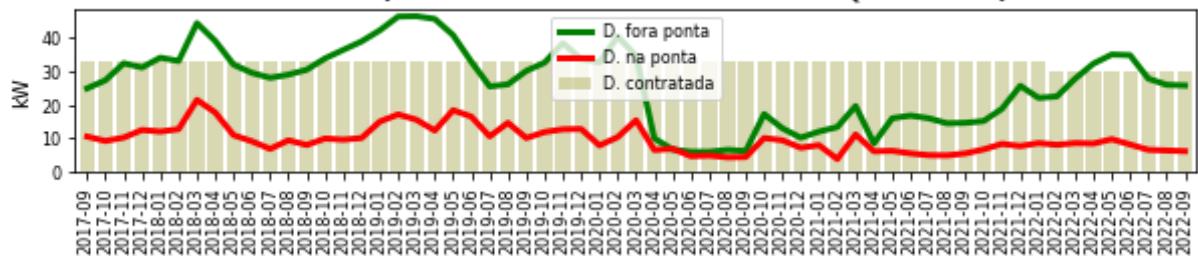
PAF VI - ANTIGO SMURB



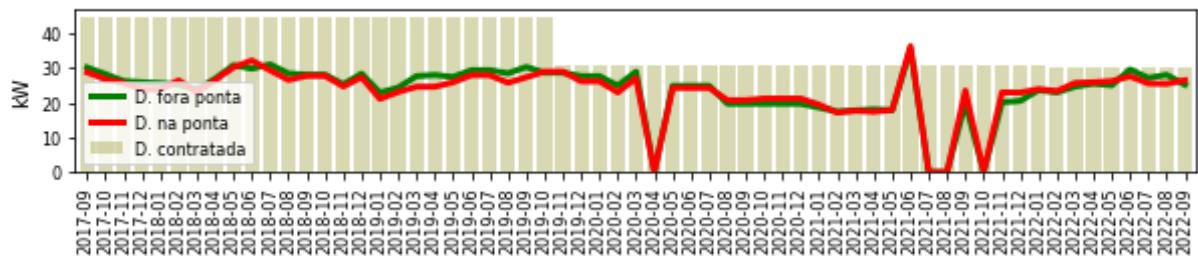
PAVILHÕES ADMINISTRATIVOS (SUMAI, SEAD, PROAD, PRODEP)



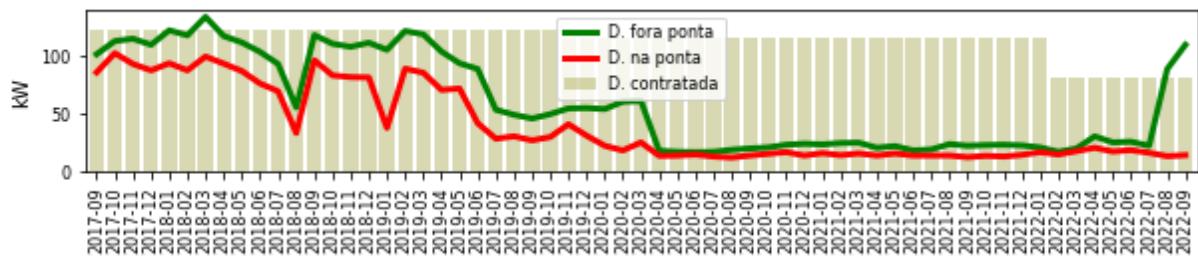
PROEXT (ANTIGA FAPEX - EM FRENTE A ARQUITETURA)

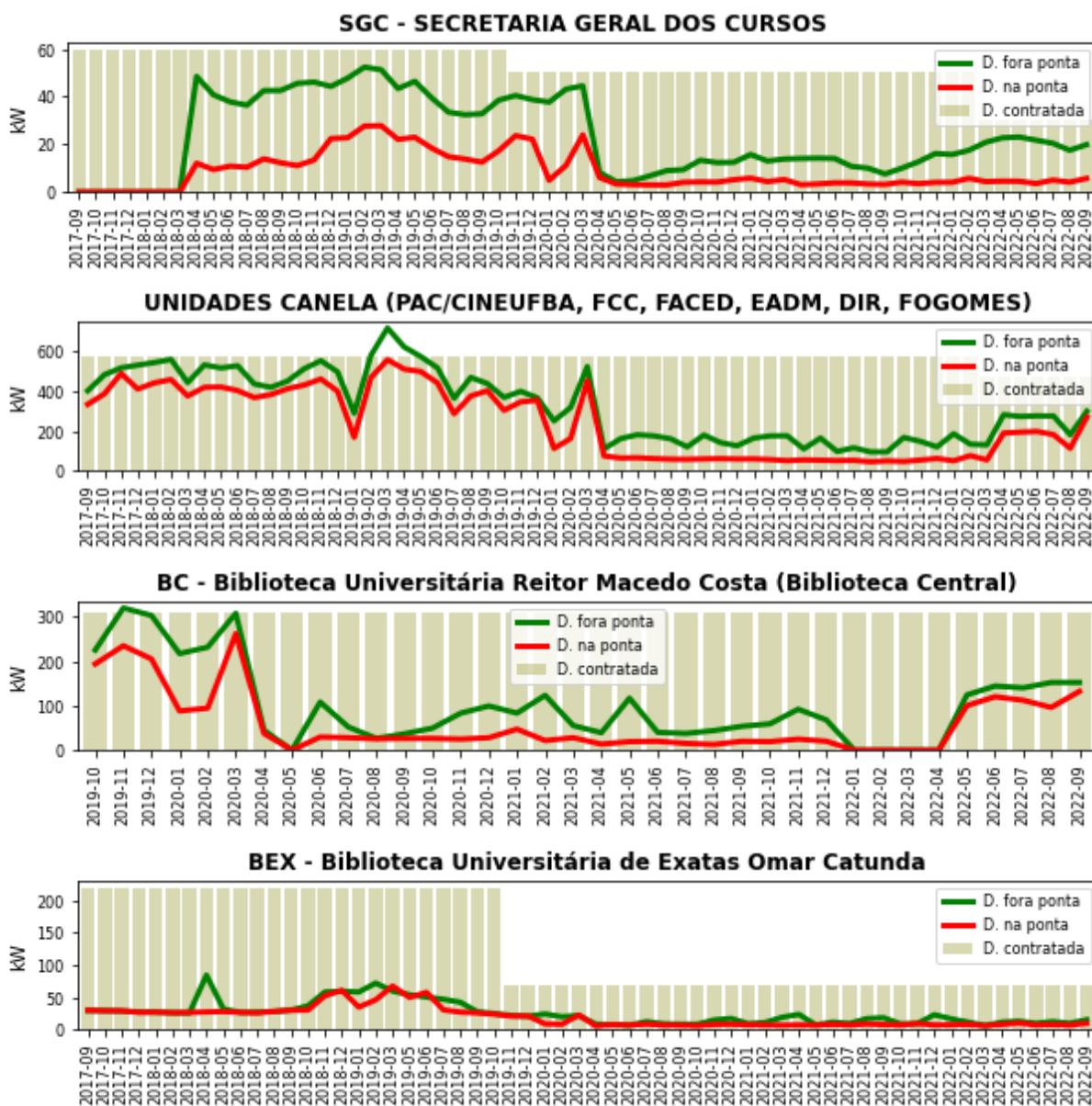


R5 - RESIDÊNCIA UNIVERSITÁRIA 5

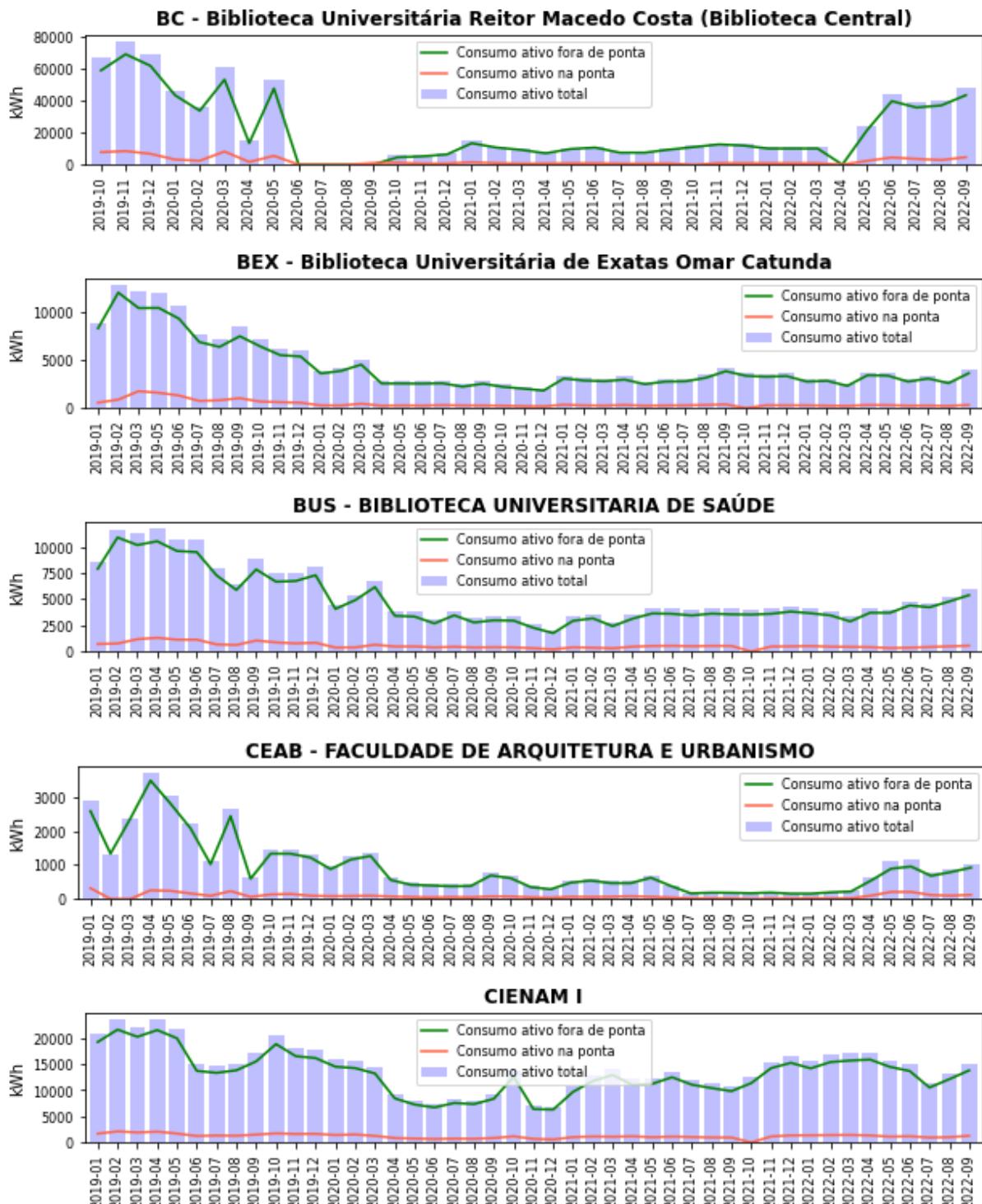


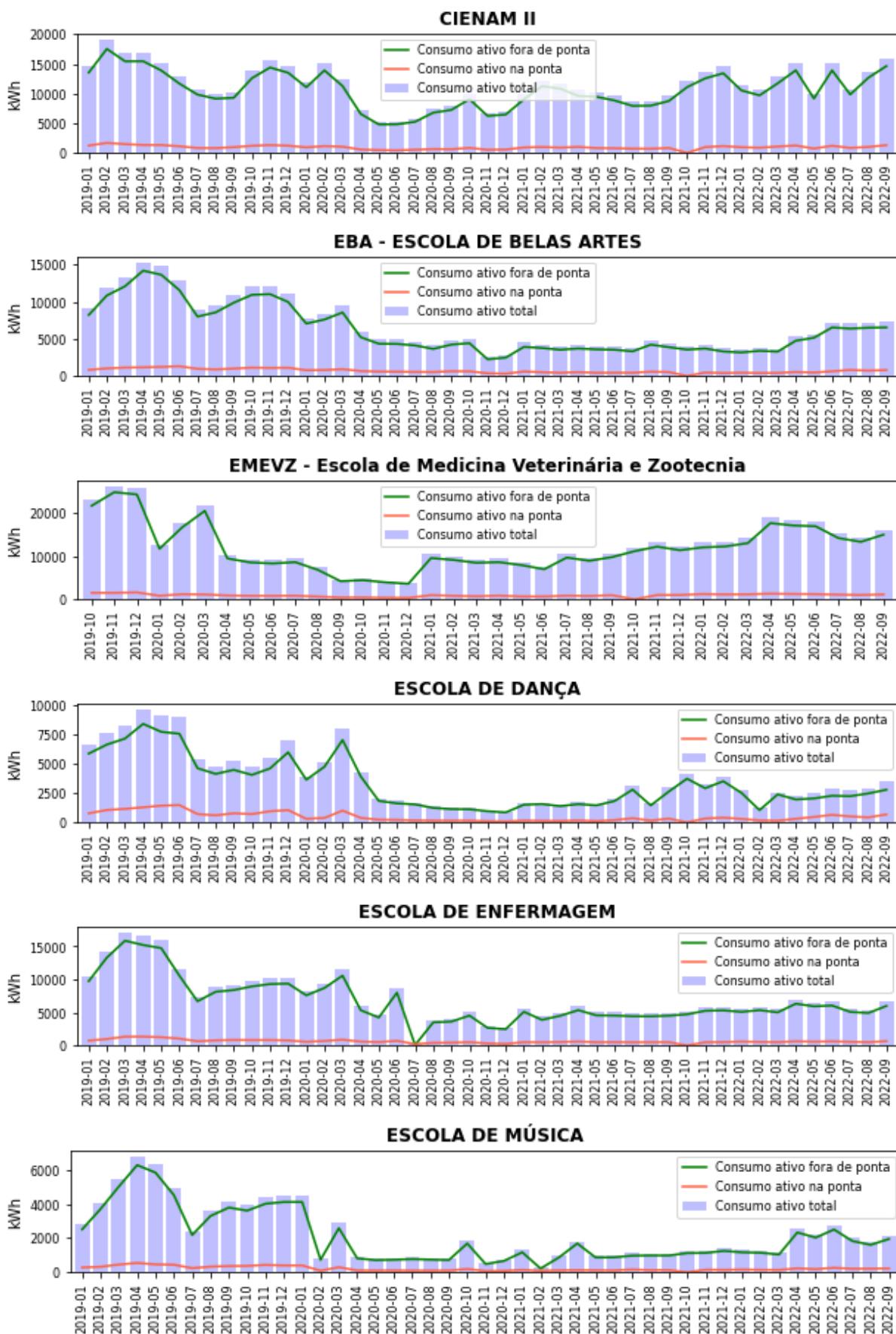
REITORIA





Apêndice D – Consumo ativo das unidades Grupo A

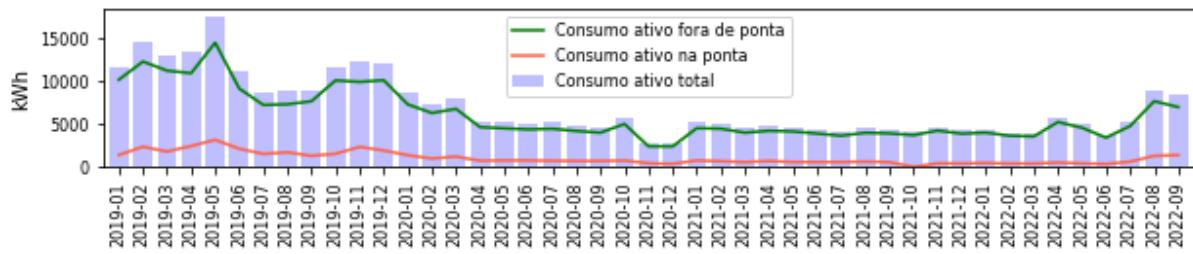




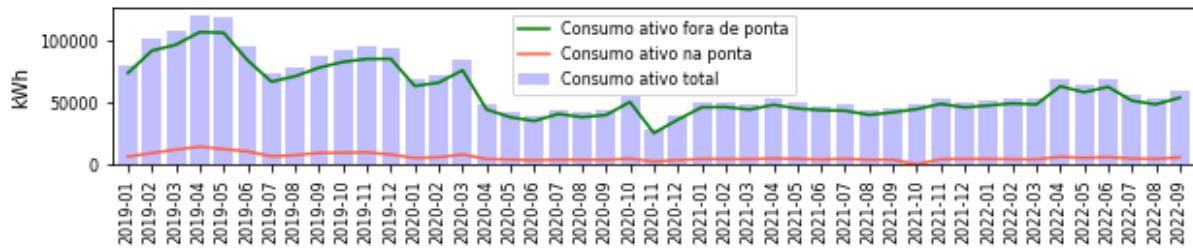
ESCOLA DE NUTRIÇÃO



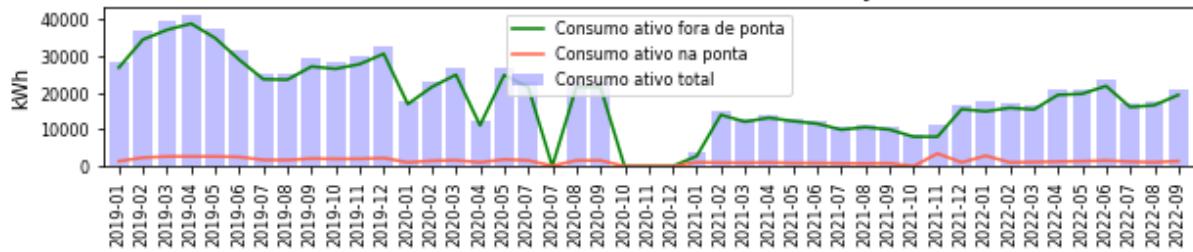
ESCOLA DE TEATRO



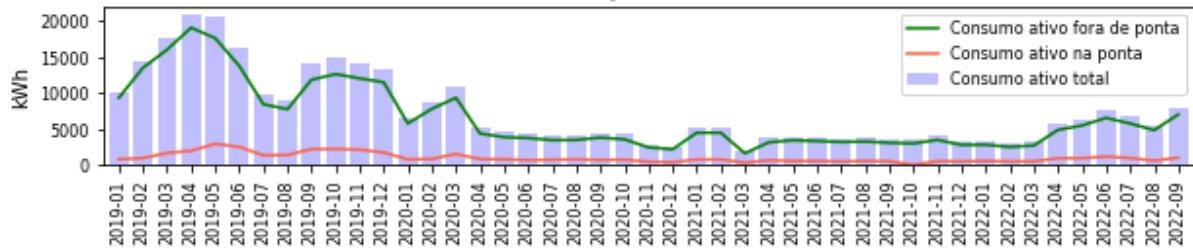
ESCOLA POLITÉCNICA



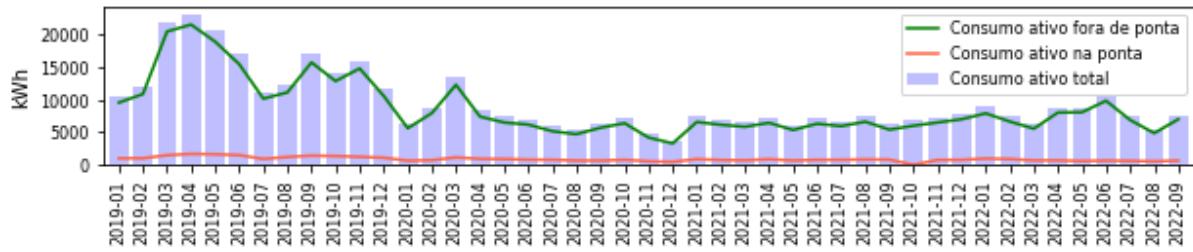
FACOM - FACULDADE DE COMUNICAÇÃO

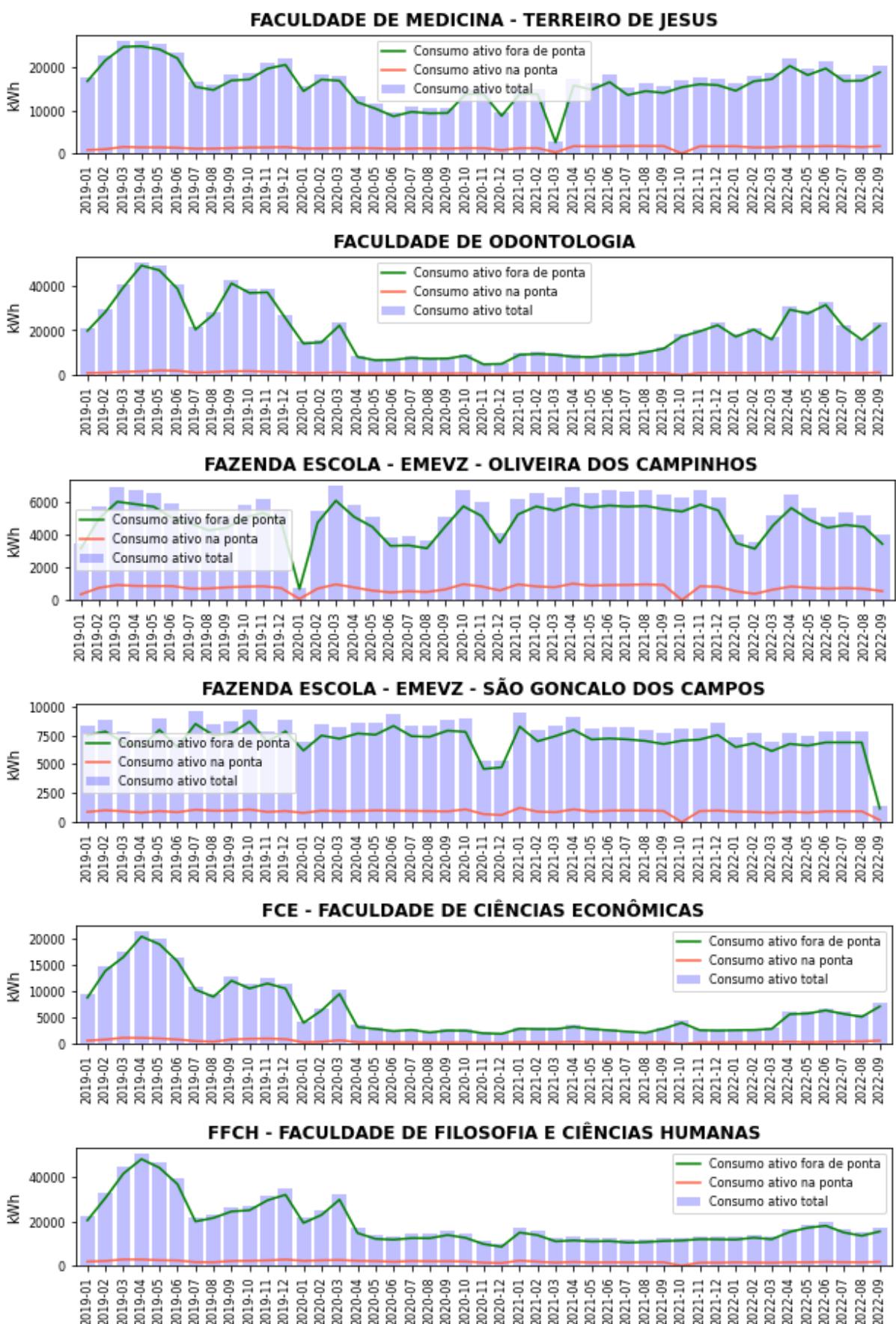


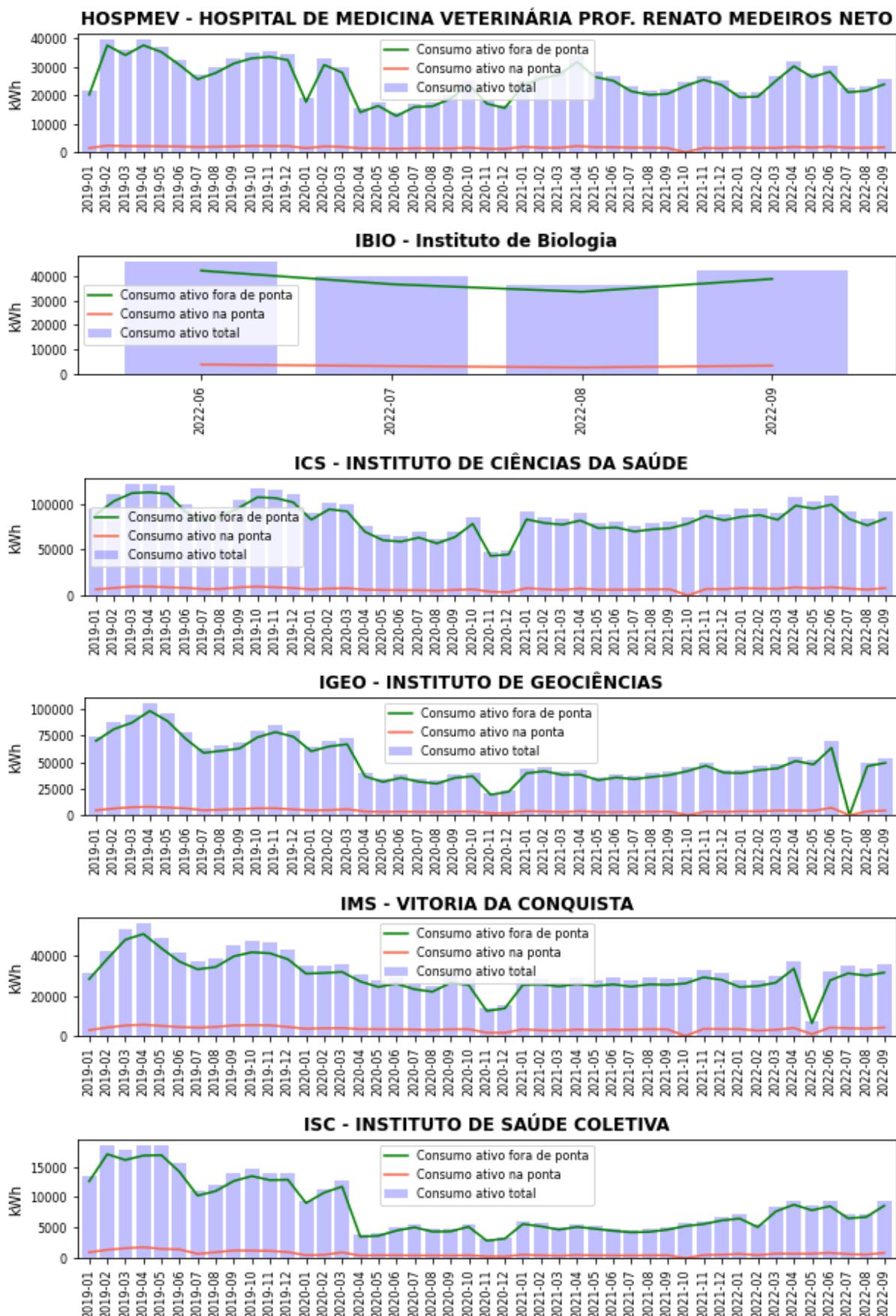
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

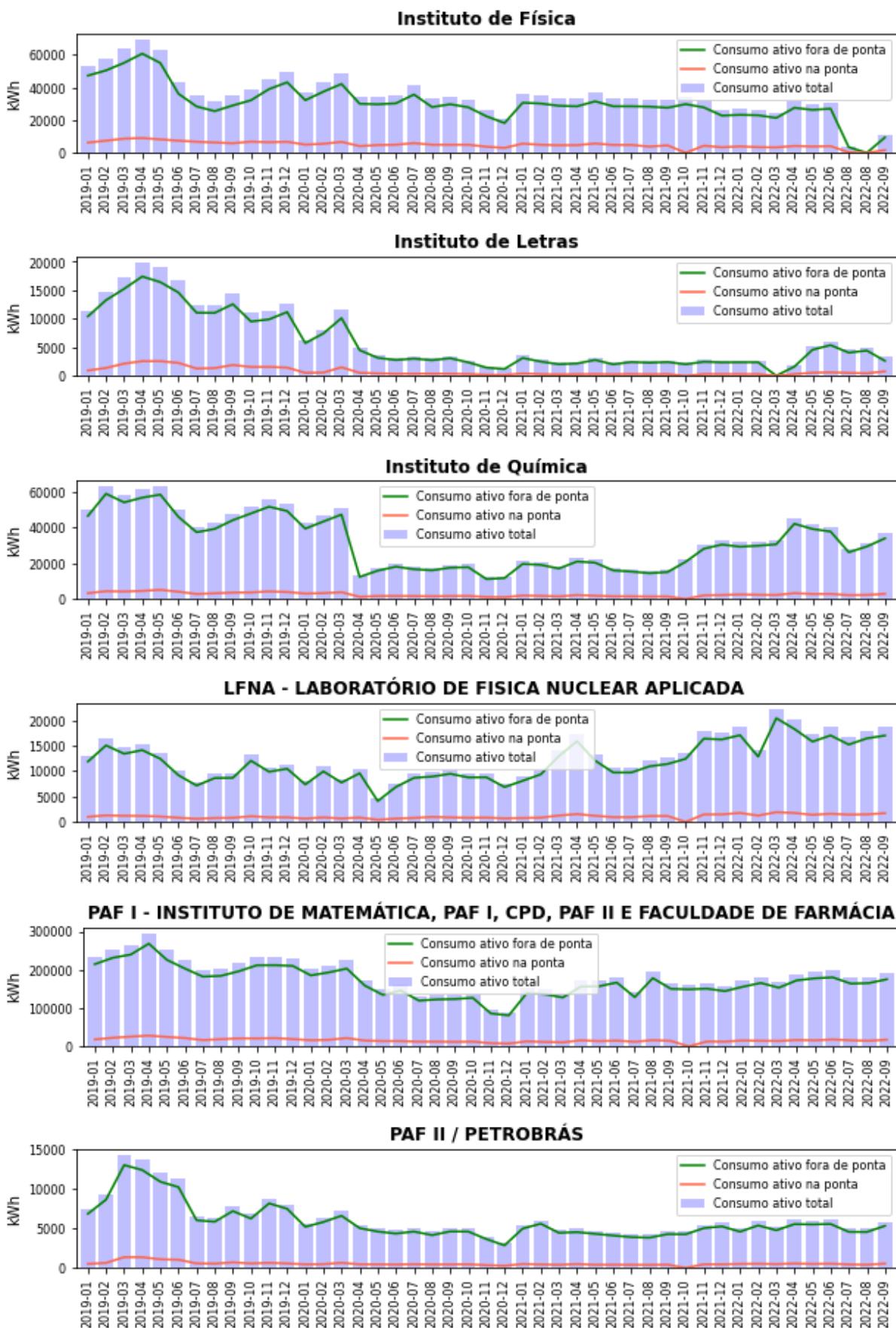


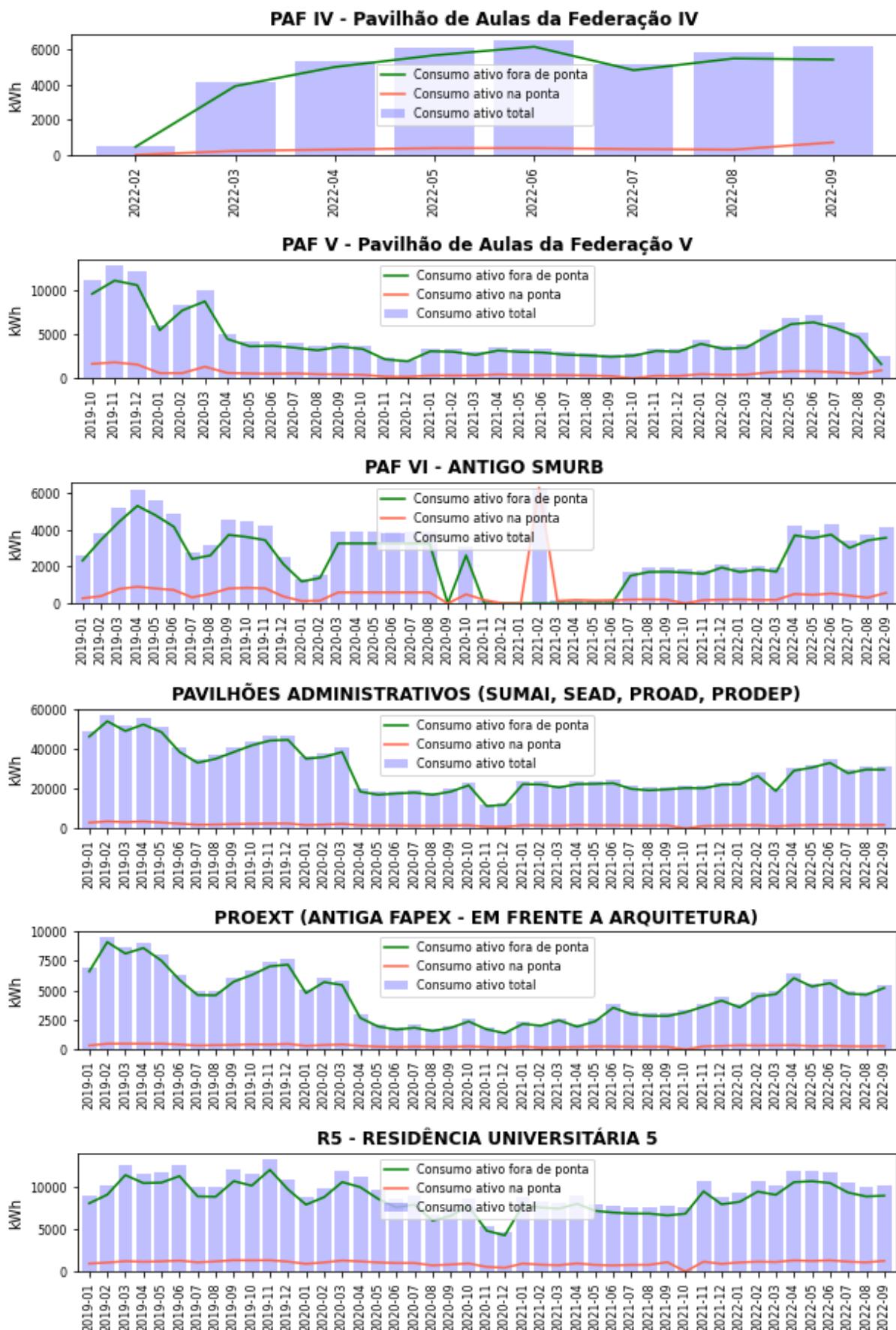
FACULDADE DE MEDICINA - CANELA

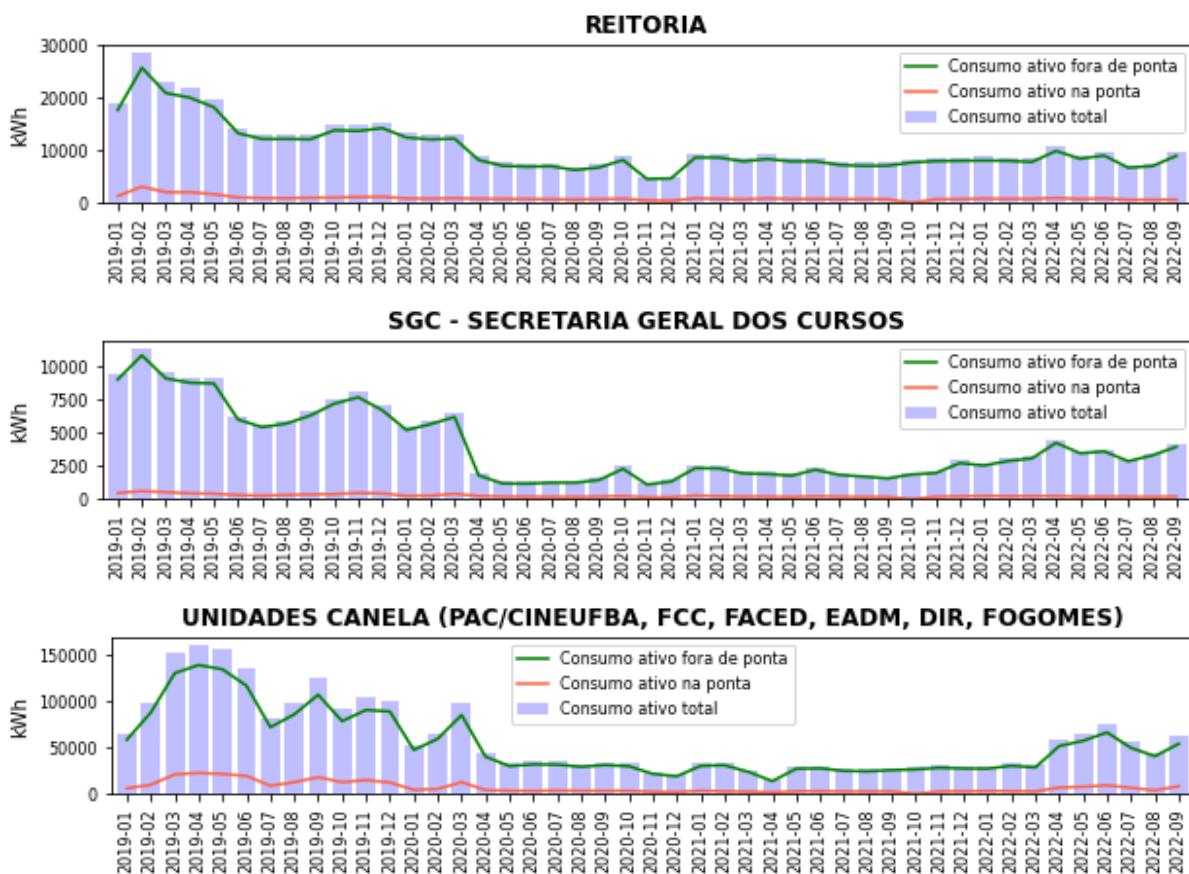




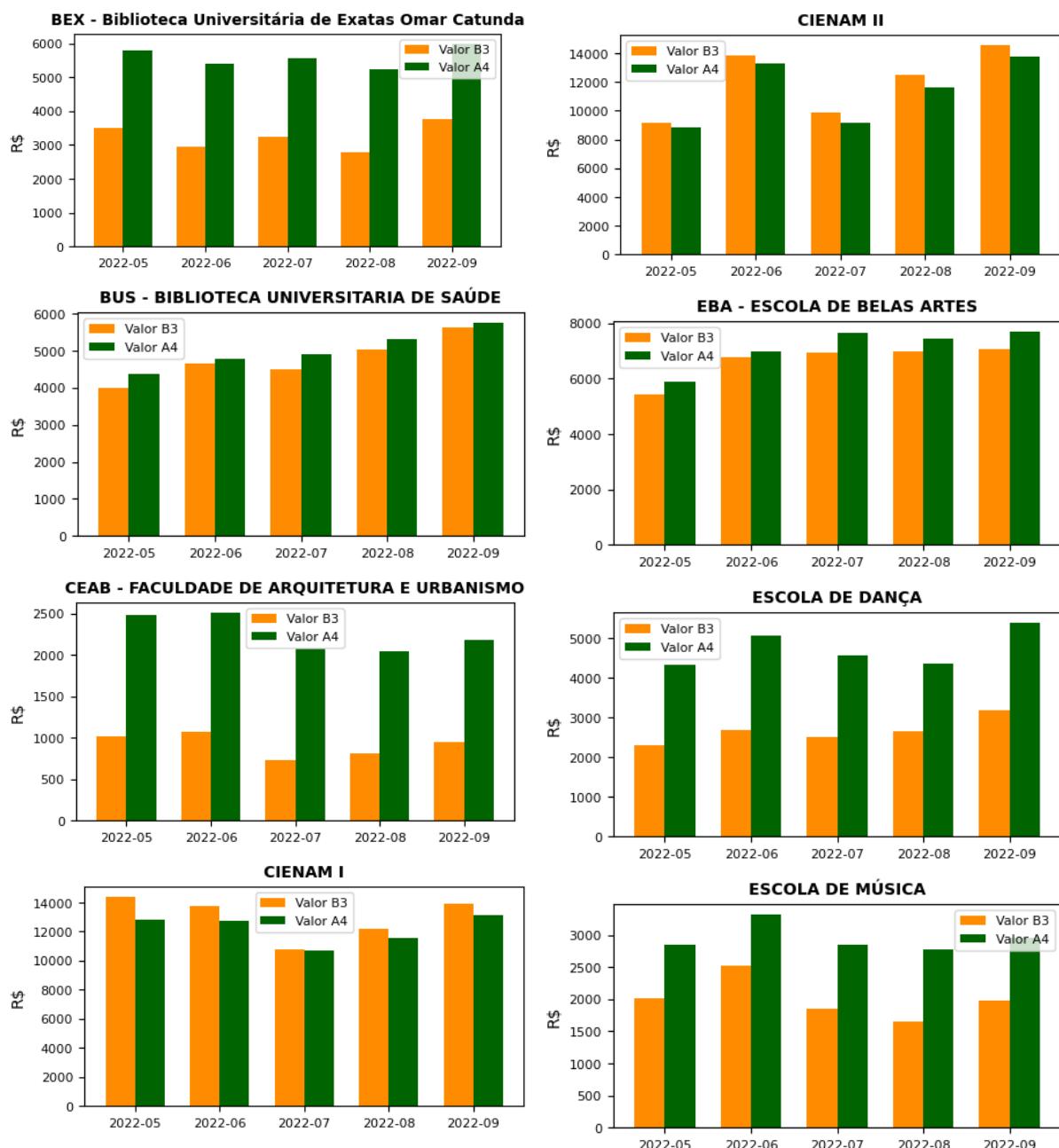


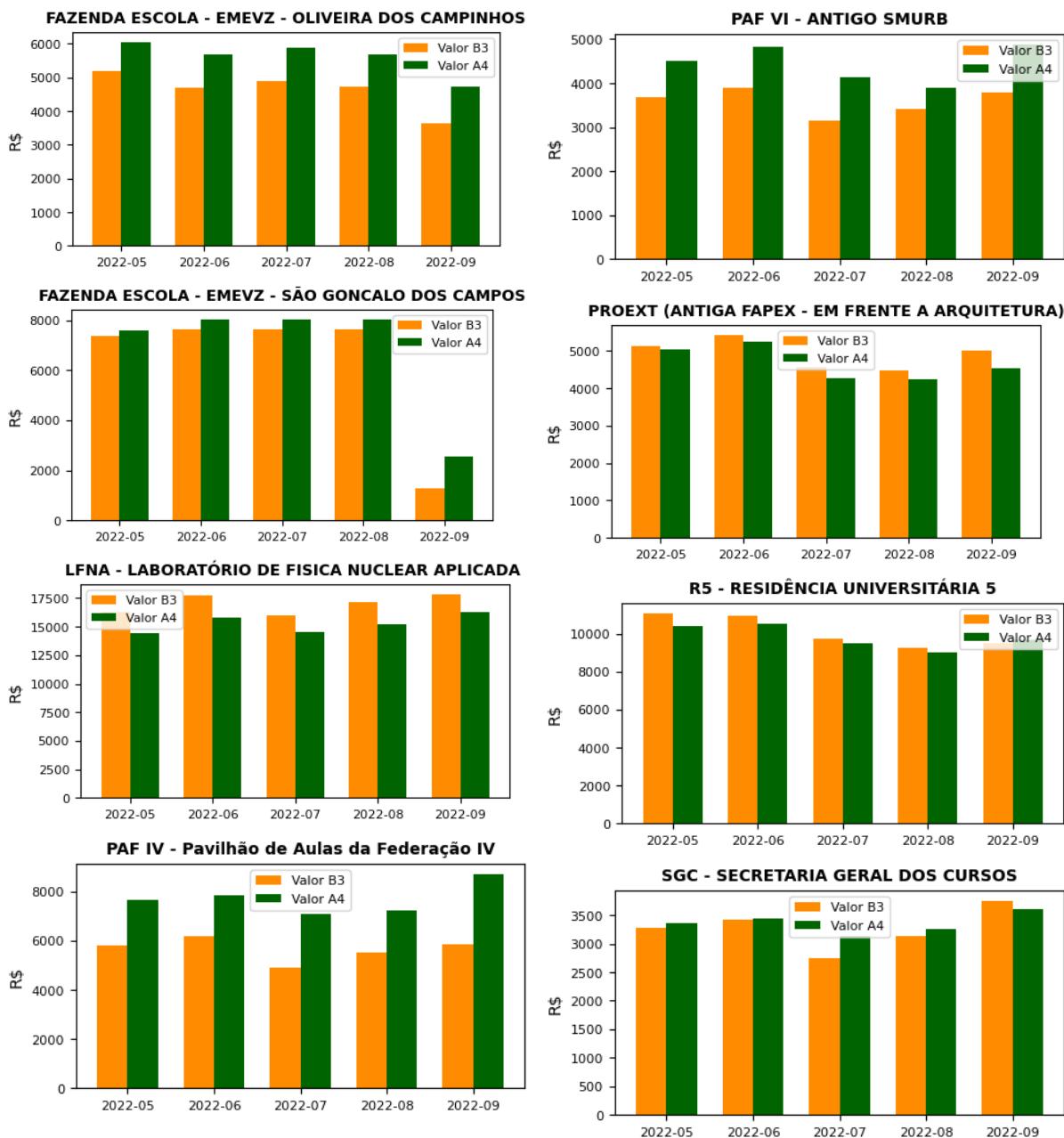




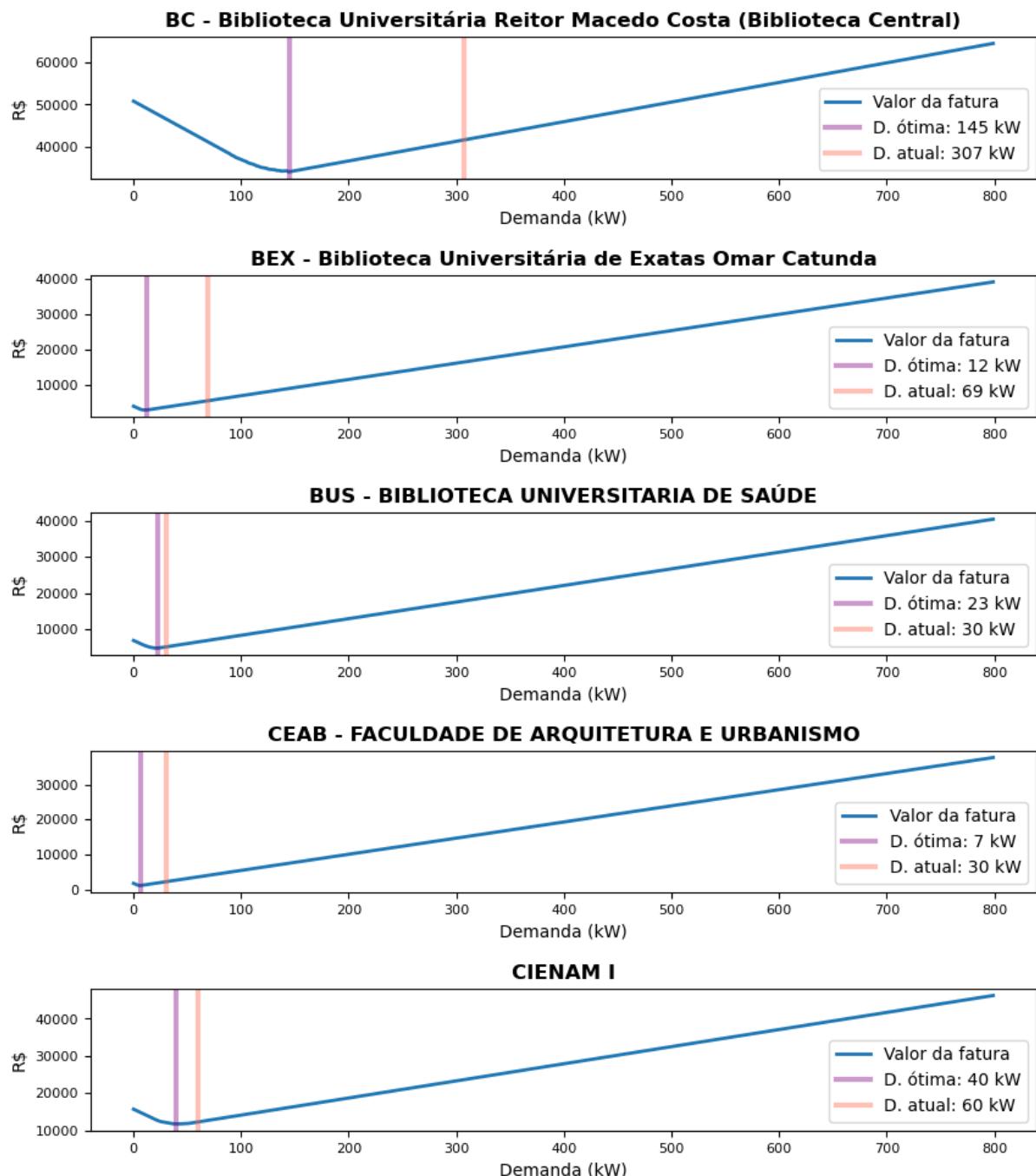


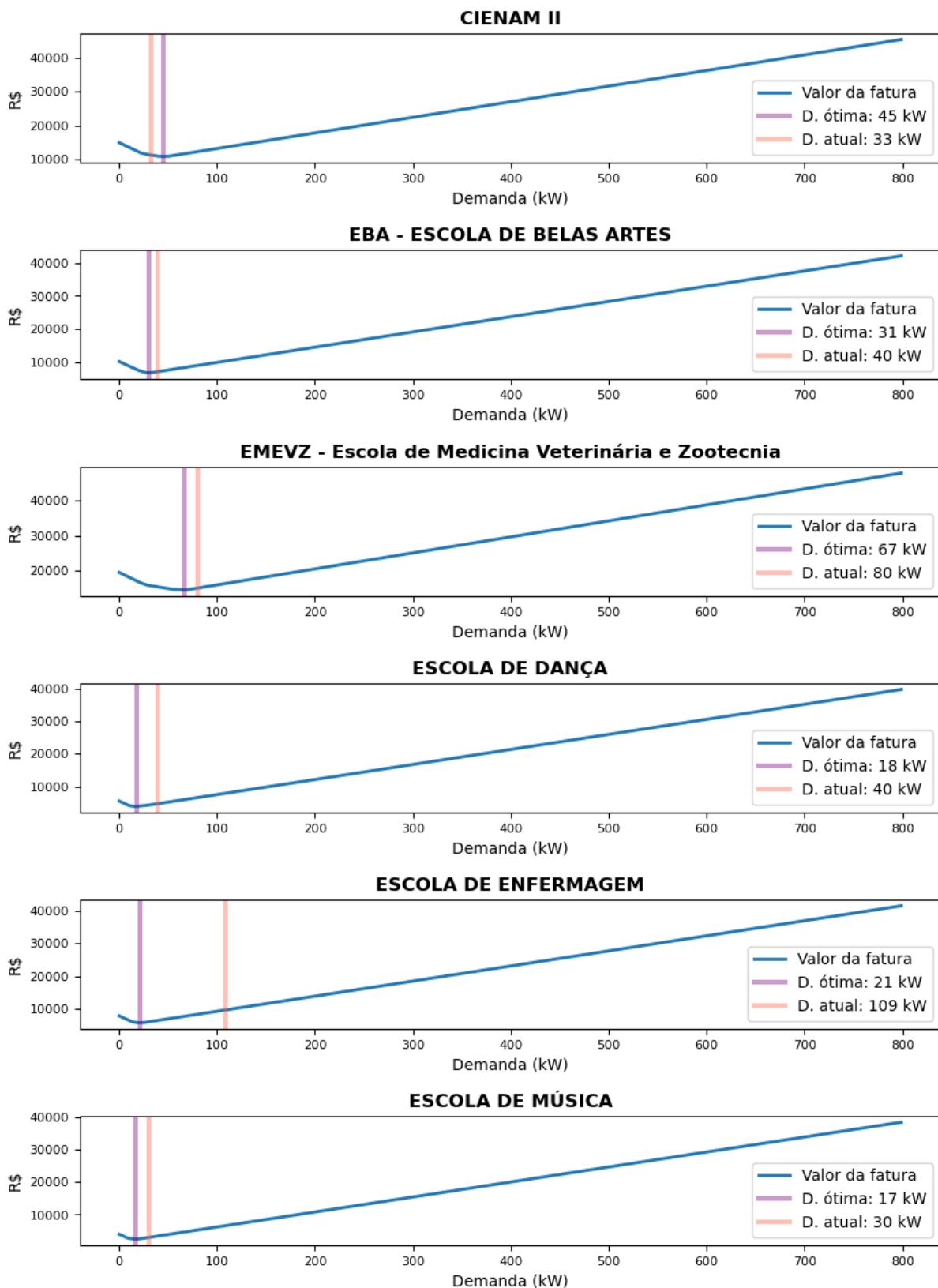
Apêndice E – Tarifação no Grupo B3 vs Tarifação no Grupo A4 Verde em unidades do Grupo A com nenhuma demanda de registrada maior que 75 kW desde 2019

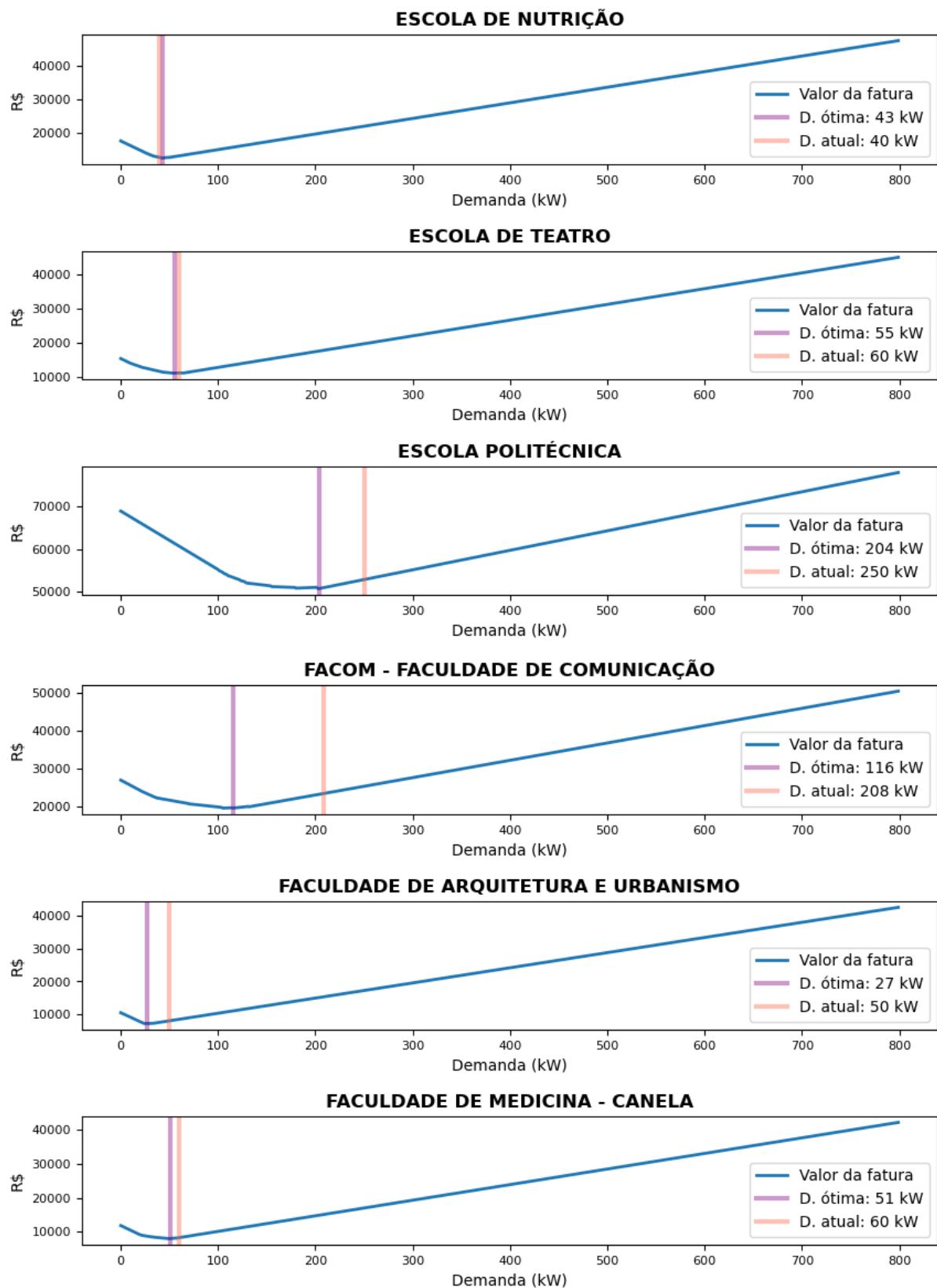


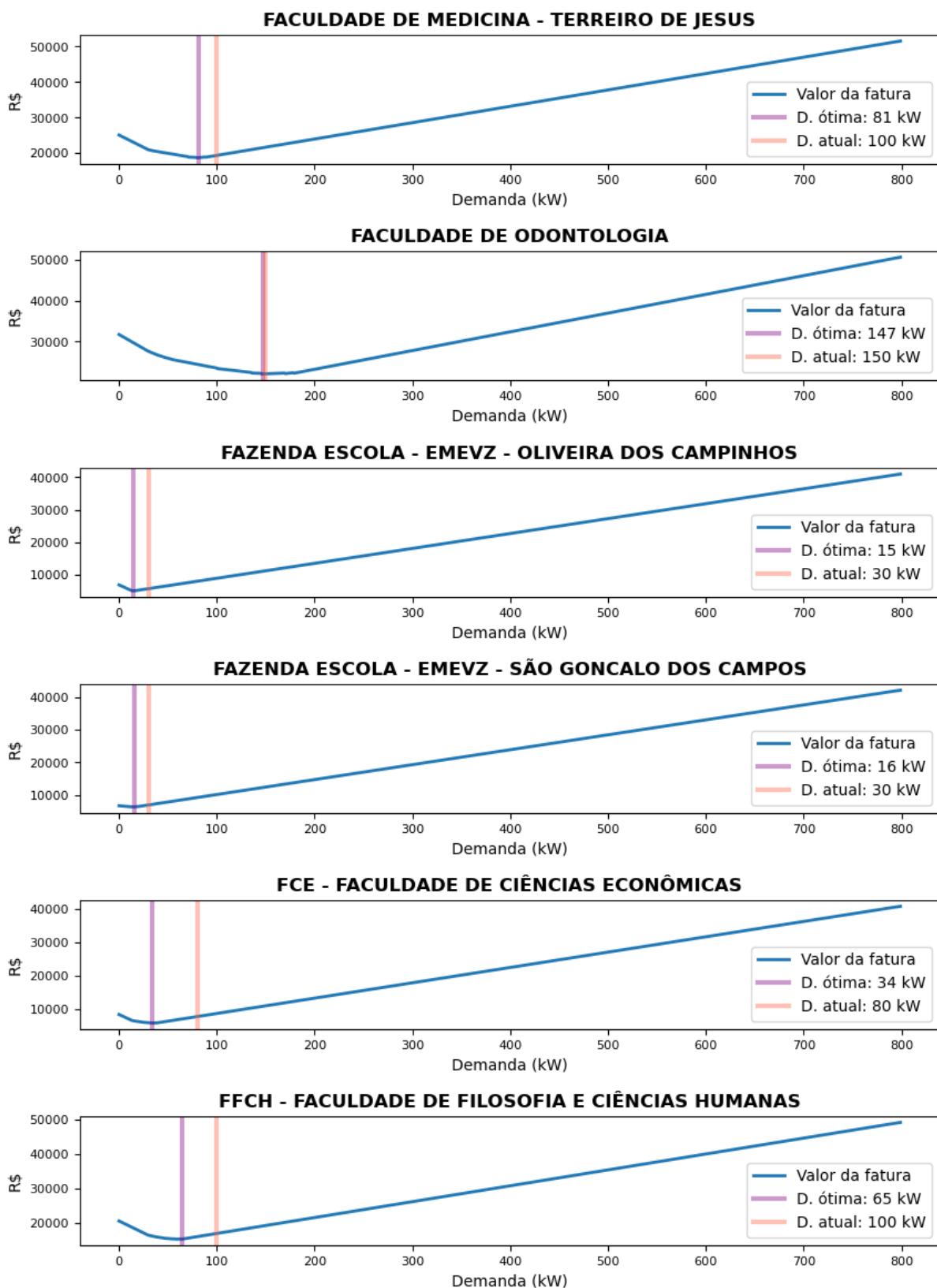


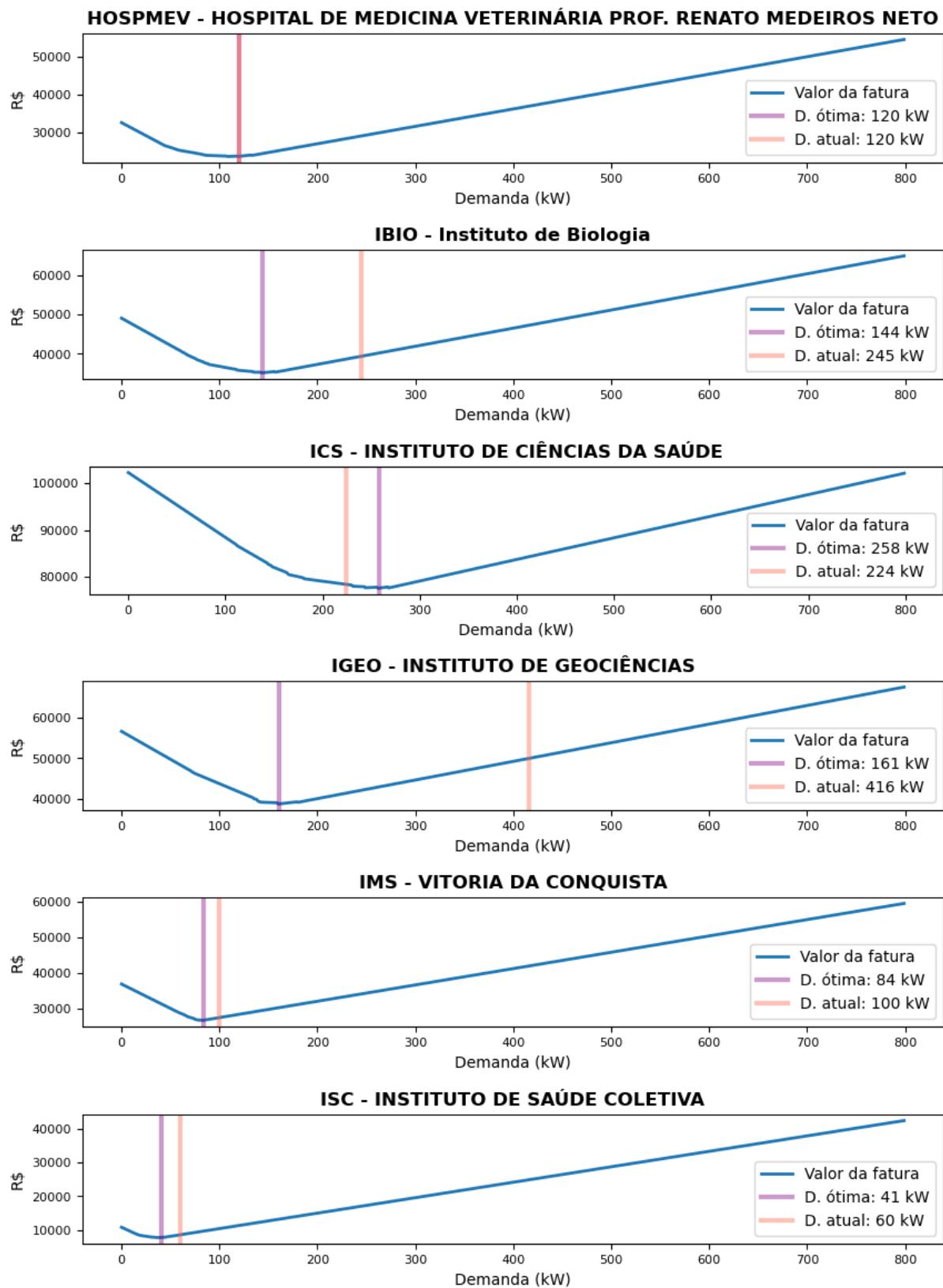
Apêndice F – Curva ótima de valores de fatura variando a demanda contratada

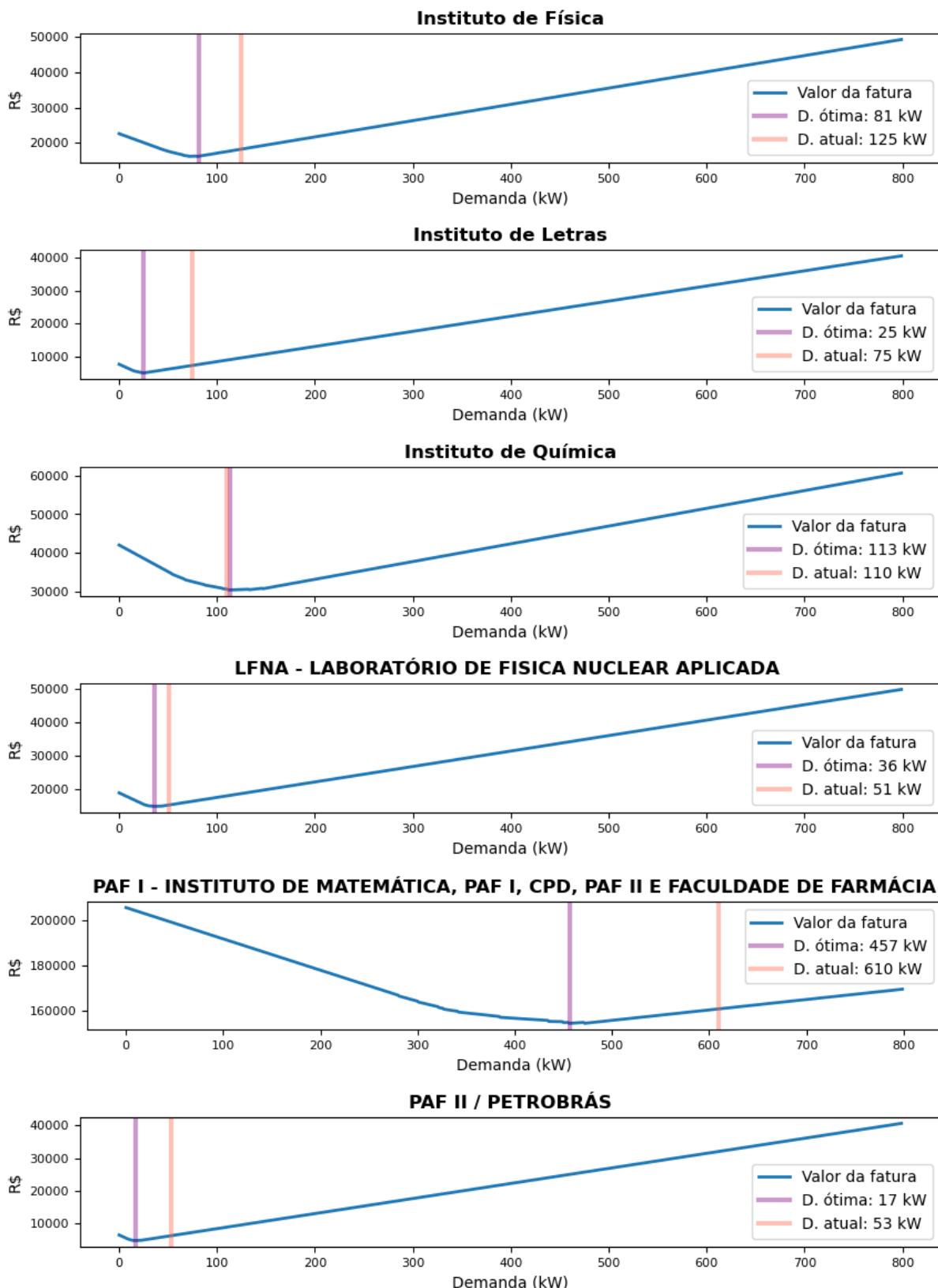


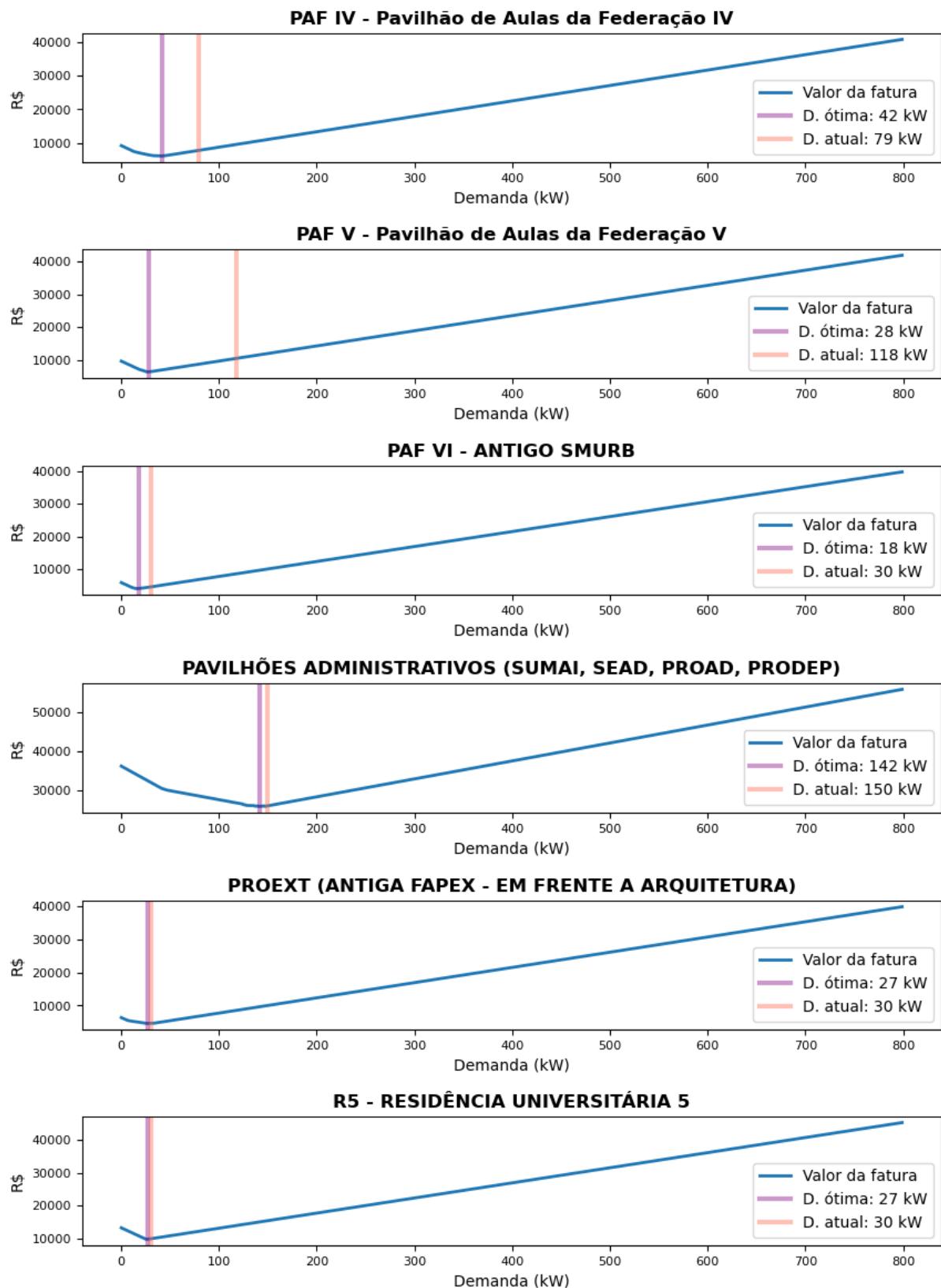


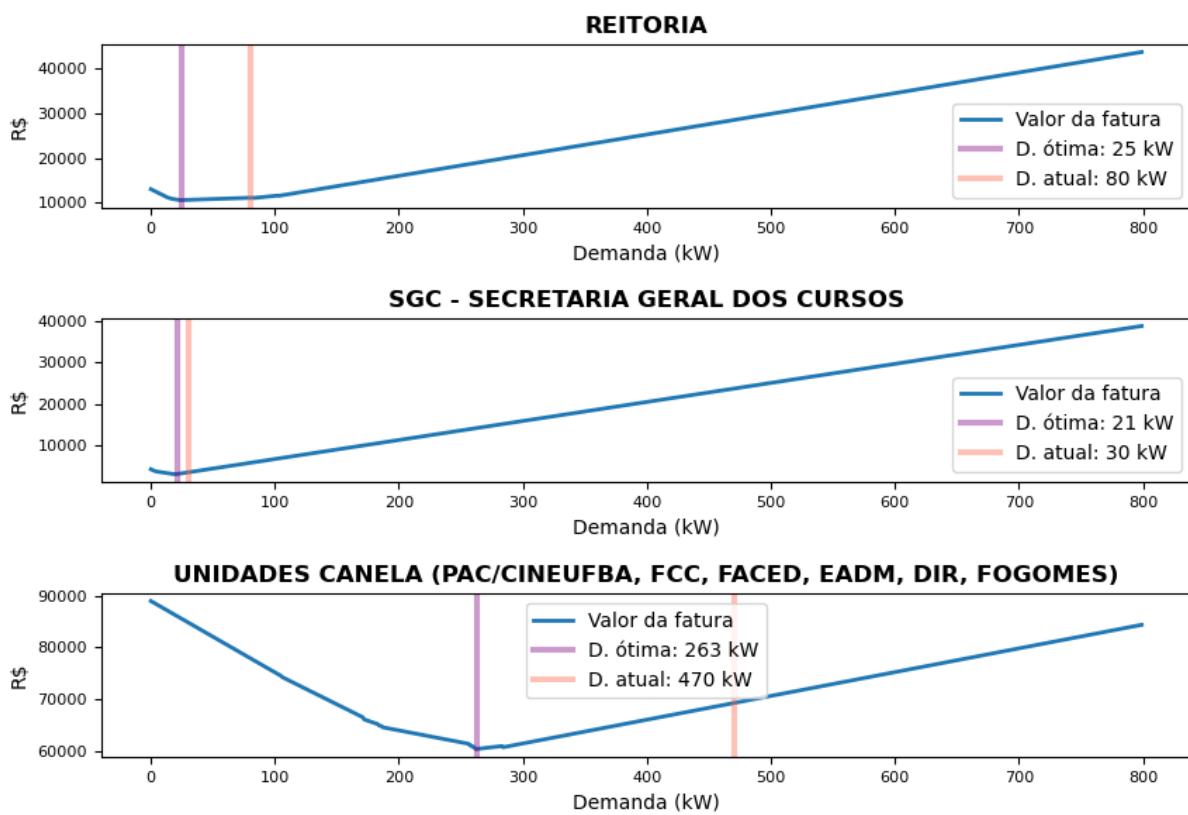




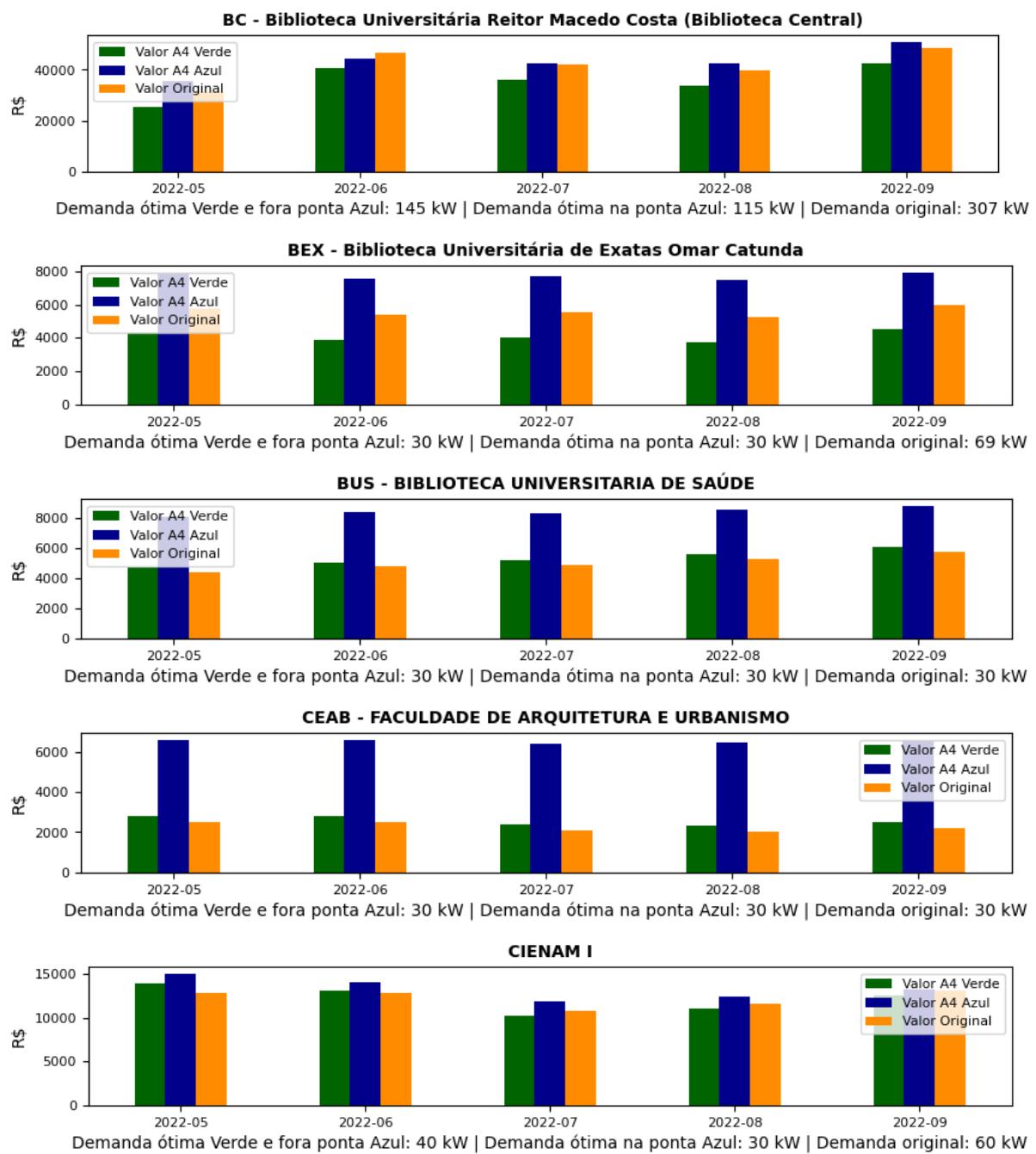


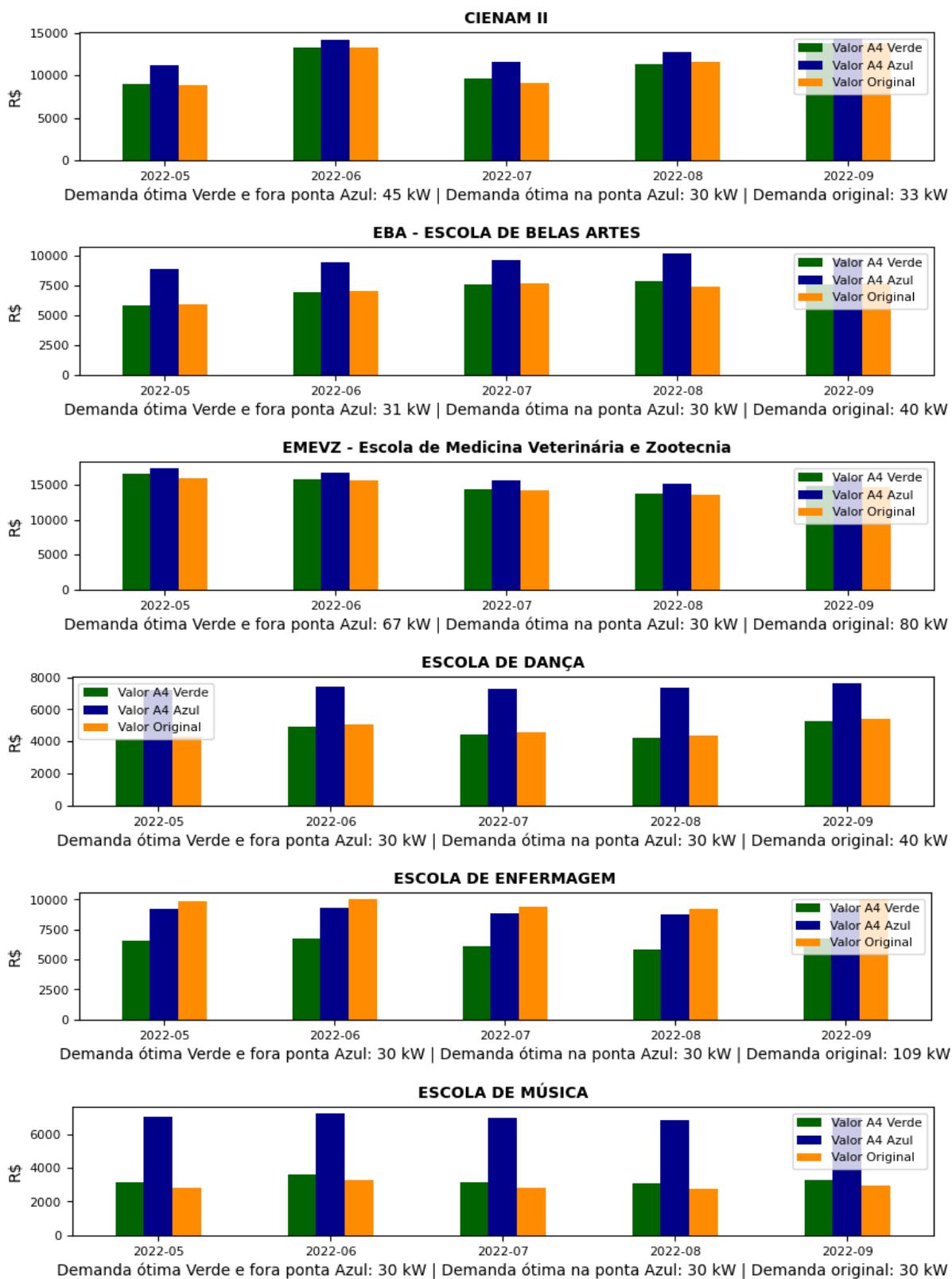


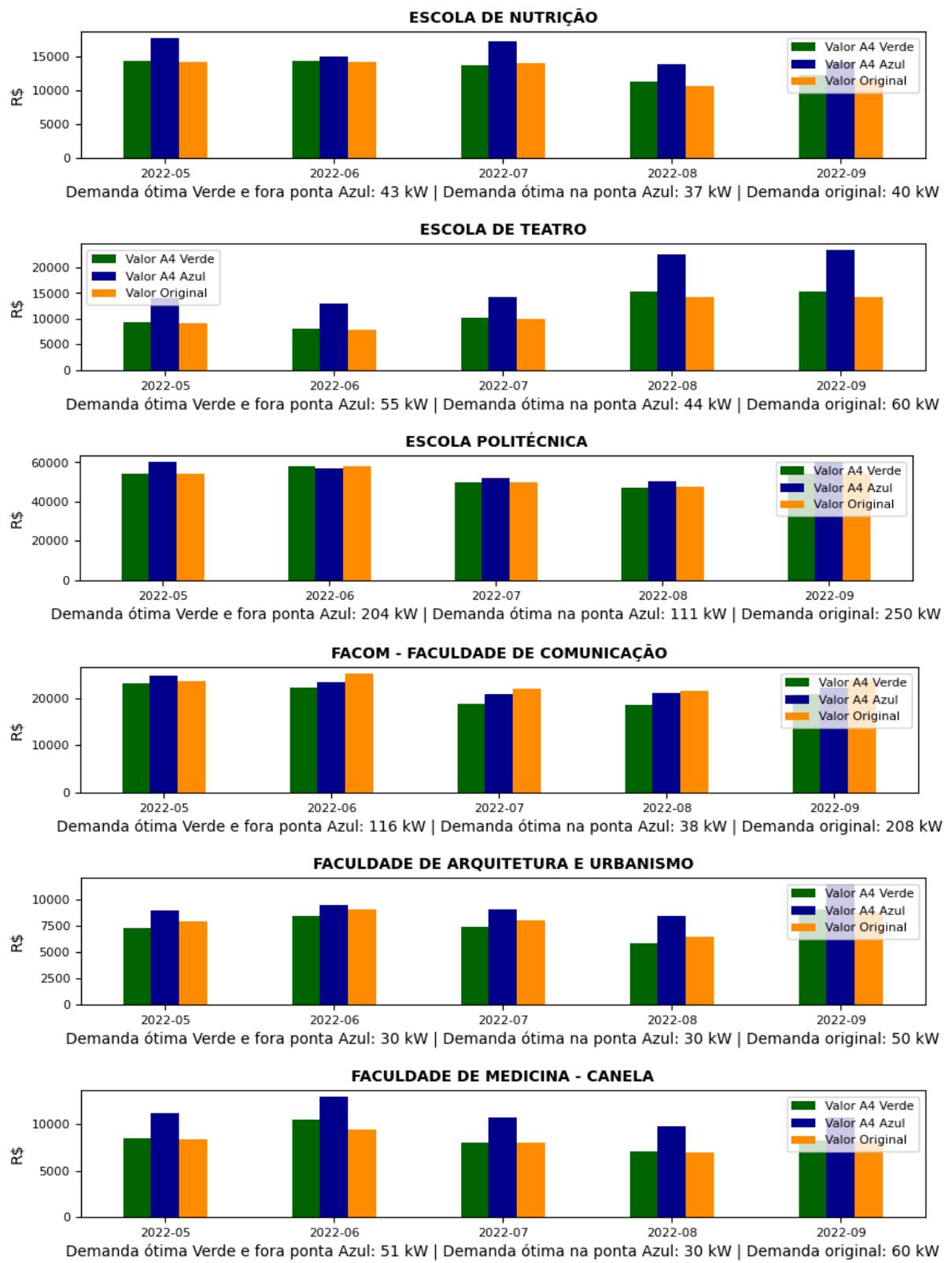


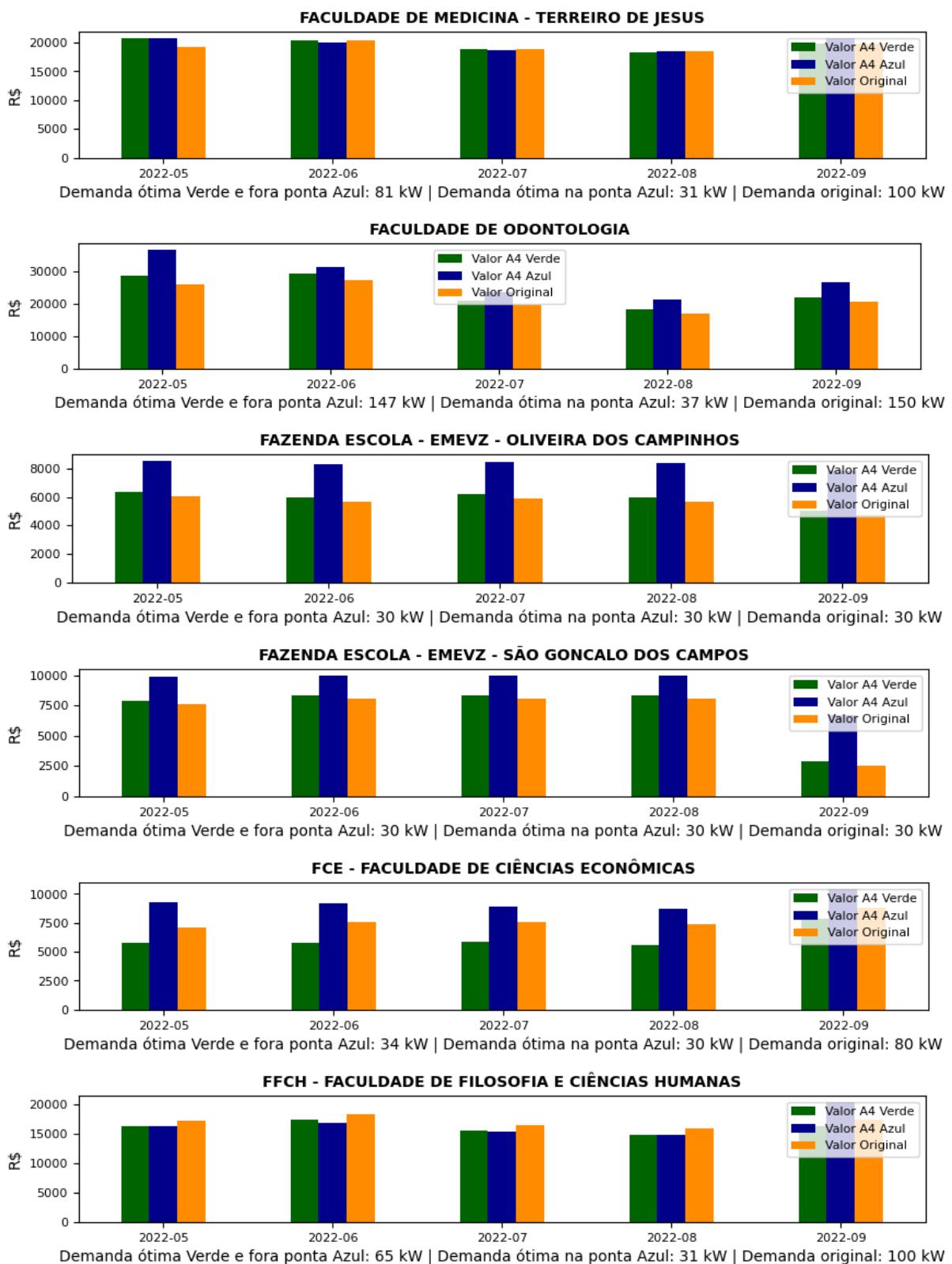


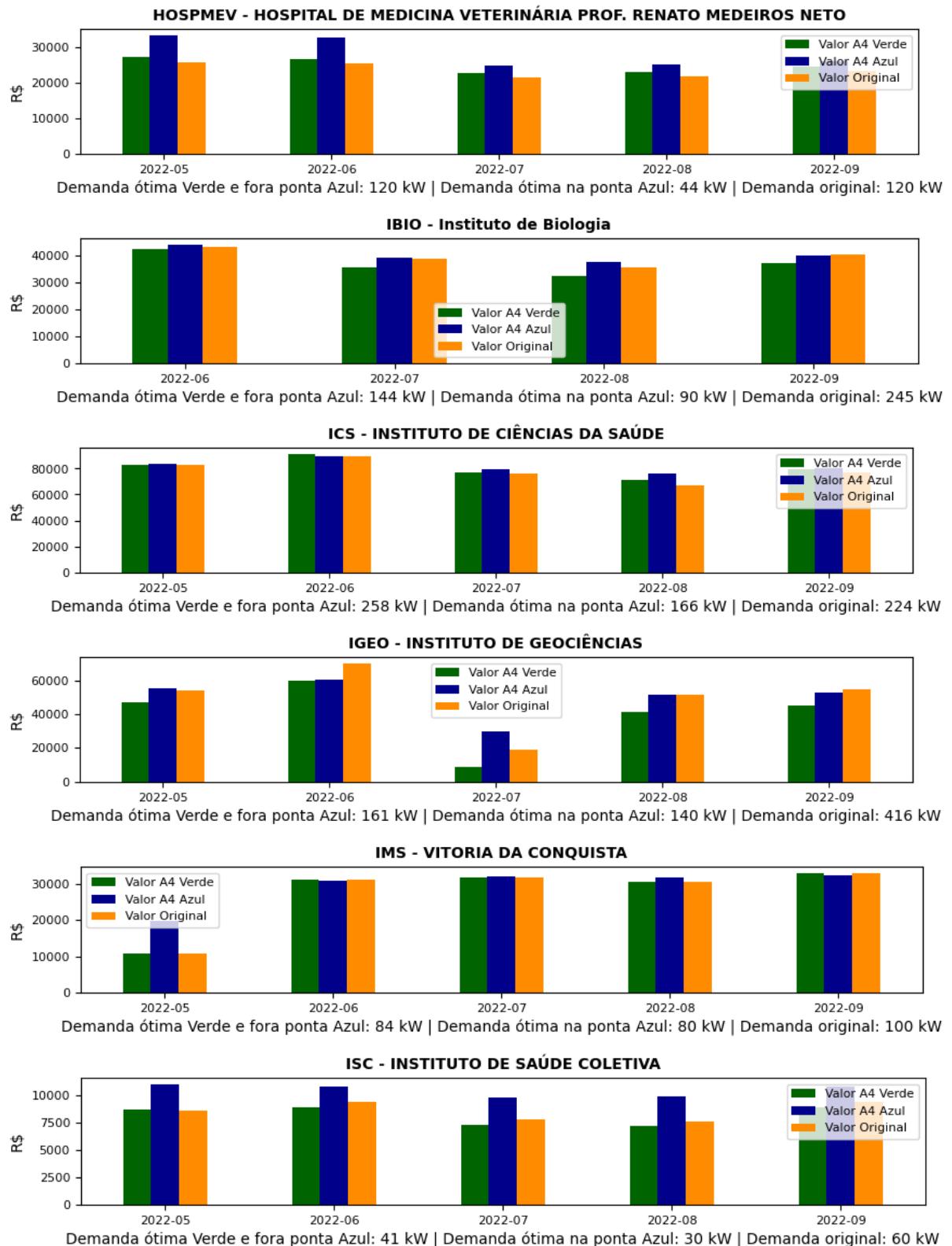
Apêndice G – Valores de fatura com a demanda contratada “ótima” Verde, “ótima” Azul e demanda original

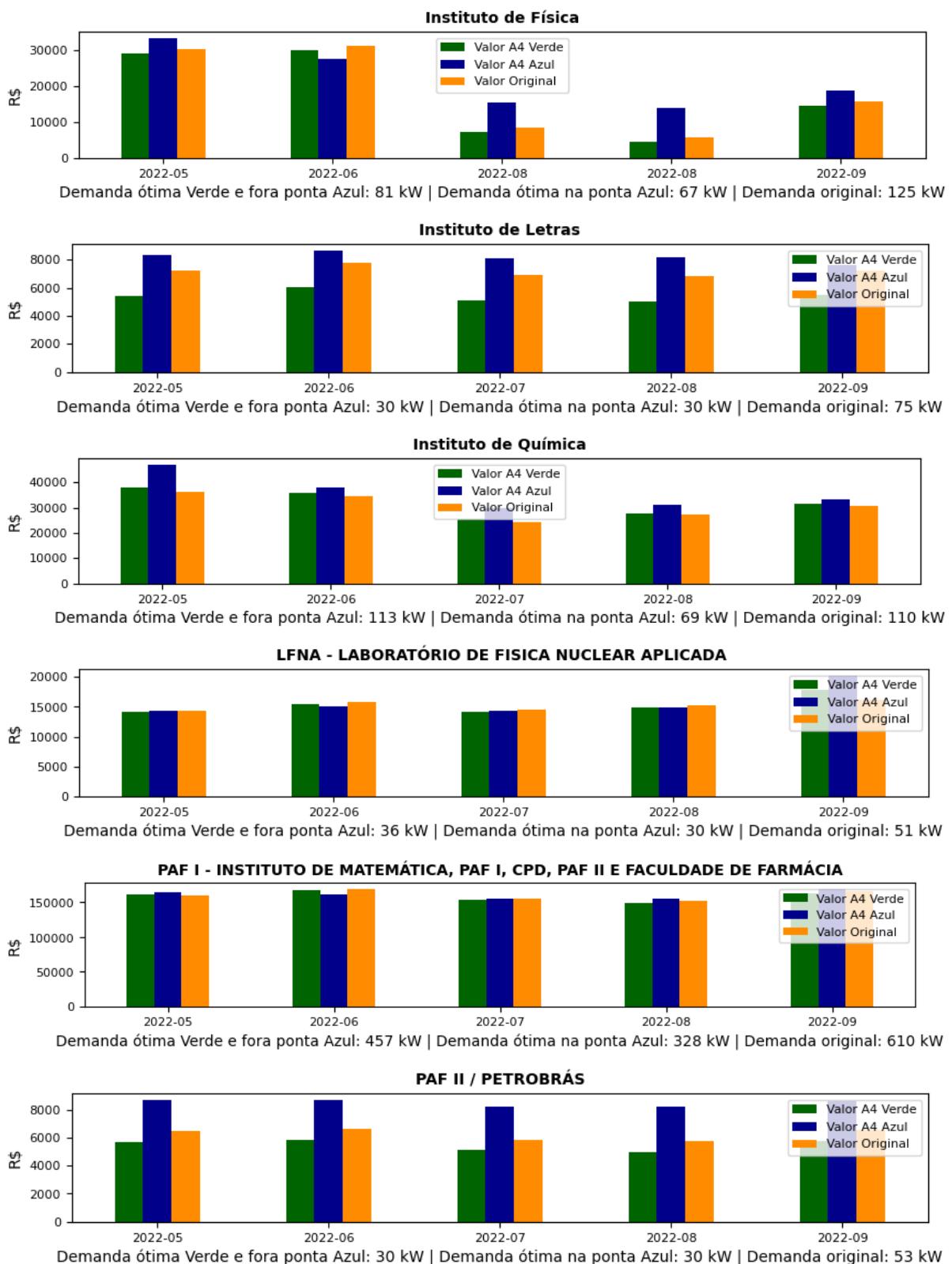


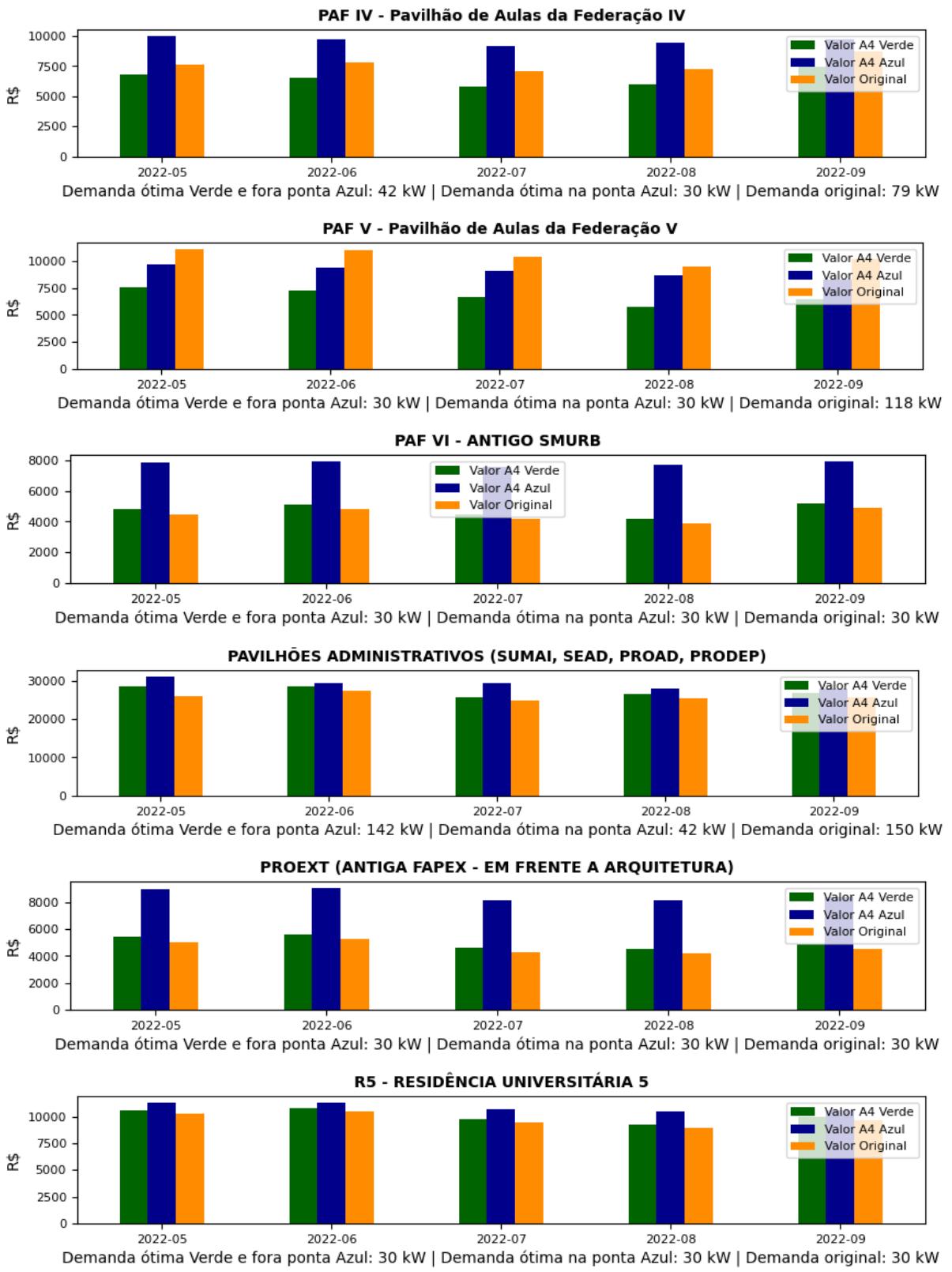


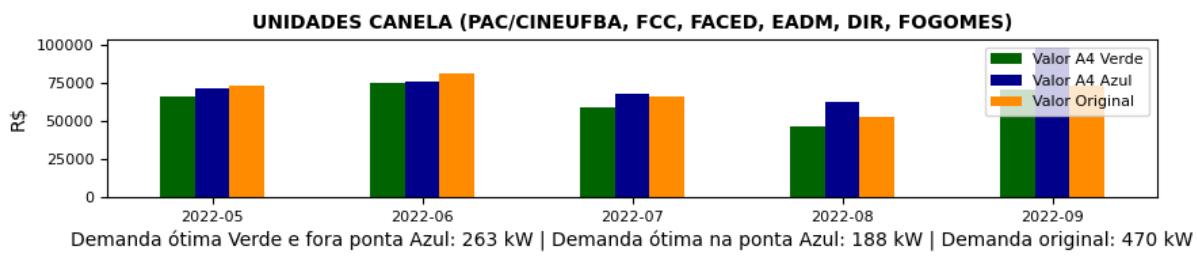
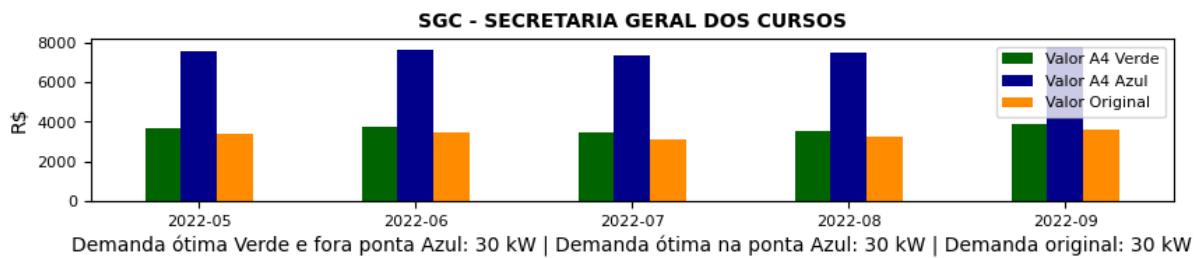
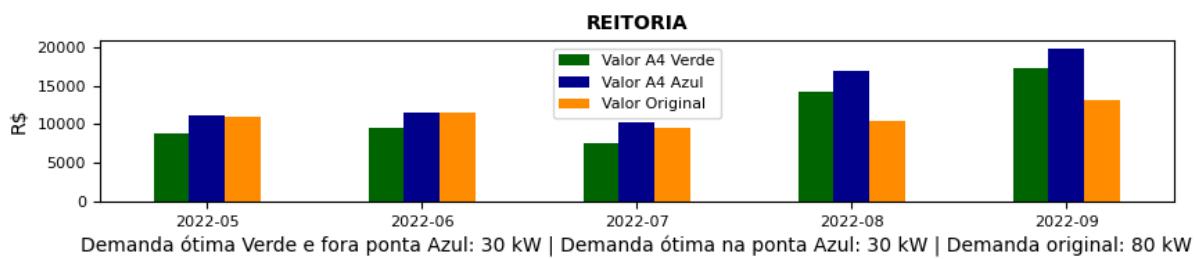












Apêndice H – Código Python utilizado no trabalho

(Próxima página)

Apêndice H

TCC Lucas Seixas Dias

Análise Tarifária das Unidades Consumidoras da Universidade Federal da Bahia (UFBA)

12 de dezembro de 2022

Importando bibliotecas

```
In [1]: import pandas as pd
import numpy as np
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt

# Ignorar mensagens de aviso do python
import warnings
warnings.filterwarnings('ignore') # Ignorar todos os avisos
```

Configurando a visualização dos conjuntos de dados

```
In [2]: pd.set_option('display.max_rows', None, 'display.max_columns', None)
```

Importando planilhas

Tarifas Coelba A4

```
In [3]: tarifa_a4 = pd.read_excel('dados/TARIFA_A4_COELBA_04-2022.xlsx', sheet_name=0)
```

```
In [4]: tarifa_a4 = tarifa_a4.set_index('ENQUADRAMENTO')
```

```
In [5]: tarifa_a4
```

```
Out[5]:
```

	Consumo Ativo na Ponta	Consumo Ativo Fora Ponta	Consumo Reativo Excedente	Demandada Ativa na Ponta	Demandada Ativa Fora Ponta	Demandada Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta	Ultrapassagem na Ponta	Ultrapassagem Fora Ponta
ENQUADRAMENTO								
A4 VERDE 2022	2.89329	0.33867	0.27145	0.00	37.72	37.72	75.44	75.44
A4 AZUL 2022	0.49804	0.33867	0.27145	98.67	37.72	37.72	197.34	75.44

Tarifas Coelba B3

```
In [6]: tarifa_b3 = pd.read_excel('dados/TARIFA_B3_COELBA_04-2022.xlsx', sheet_name=0)
```

```
In [7]: tarifa_b3 = tarifa_b3.set_index('ENQUADRAMENTO')
```

```
In [8]: tarifa_b3
```

```
Out[8]:
```

	Consumo Ativo	Consumo Reativo Excedente
ENQUADRAMENTO		
B3	0.74949	0.27145

Faturas UFBA

```
In [9]: df = pd.read_excel('dados/Faturamento_UFBA_2022.xlsx', sheet_name=0)
```

Transformando "Mês/ano" em índice

```
In [10]: # Transformar de DateTime para String
df['Mês/ano'] = df['Mês/ano'].astype(str)
```

```
In [11]: # Deixar somente mês e ano
df['Mês/ano'] = df['Mês/ano'].str.extract(r'(\d{4})-(\d{2})')
```

```
In [12]: df = df.set_index('Mês/ano')
```

Preenchendo campos ausentes com zero

```
In [13]: df.fillna(value=0, inplace=True)
```

Verificando valores perdidos com multas e juros

```
In [14]: df_leitura = df['Multa (R$)'] + df['Juros (R$)']
print('Por todo o histórico (jan2017 a set2022):')
print(round(df_leitura.sum(), 2))
print()

df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= '2020-08']
print('Nos últimos 24 meses:')
print(round(df_leitura.sum(), 2))
print()

df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= '2022-01']
print('No ano de 2022 (janeiro a setembro):')
print(round(df_leitura.sum(), 2))

Por todo o histórico (jan2017 a set2022):
4550805.59

Nos últimos 24 meses:
1381428.15

No ano de 2022 (janeiro a setembro):
230611.76
```

Ordenando conjunto de dados

```
In [15]: df.sort_values(by = ['Mês/ano', 'Consumos Ativos (KWh)'], ascending=[True, False], inplace = True)
```

Filtrando apenas contas mensais

```
In [16]: df = df[df['Tipo Docmto.'] == 'Periodico']
```

Verificando o conjunto de dados sem limitar a pesquisa de contratos

```
In [17]: len(df['Cta Ctto'].drop_duplicates())
```

```
Out[17]: 130
```

```
In [18]: len(df['Unidade/UFBA'].drop_duplicates())
```

```
Out[18]: 92
```

Verificando quantidade e quais as unidades da UFBA no arquivo

```
In [19]: df['Unidade/UFBA'].describe()
```

```
Out[19]: count      5277
unique       92
top        CRECHE
freq        69
Name: Unidade/UFBA, dtype: object
```

Valor dos tributos

```
In [20]: # 2022.
icms = 0.18
tributos = (1-icms)
tributos

# pis = 0.0099
# cofins = 0.0458
# tributos = (1-(icms+pis+cofins))

Out[20]: 0.8200000000000001
```

Criando lista de unidades consumidoras que possuem conta ativa em set 2022

```
In [21]: df_set22 = df[df.index == '2022-09']
```

```
In [22]: len(df_set22['Cta Ctto'].drop_duplicates())
```

```
Out[22]: 74
```

```
In [23]: unidades_set22 = df_set22['Unidade/UFBA']
unidades_set22 = pd.Series.tolist(unidades_set22)
len(unidades_set22)

Out[23]: 74
```

```
In [24]: unidades_set22_grupo_a = df_set22[df_set22['Classe Cálculo'] == 'Grupo A']['Unidade/UFBA']
unidades_set22_grupo_a = pd.Series.tolist(unidades_set22_grupo_a)
```

```
len(unidades_set22_grupo_a)
```

Out[24]: 44

```
In [25]: unidades_set22_grupo_b = df_set22[df_set22['Classe Cálculo'] == 'Grupo B']['Unidade/UFBA']
unidades_set22_grupo_b = pd.Series.tolist(unidades_set22_grupo_b)
len(unidades_set22_grupo_b)
```

Out[25]: 30

Criando lista das unidades consumidoras do Grupo A com nenhuma demanda de registrada maior que 75 kW desde 2019

```
In [26]: unidades_set22_grupo_a_75menos = []
```

```
for i in unidades_set22_grupo_a:

    df_leitura = df[df['Unidade/UFBA'] == i]
    df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= '2019-01']

    if (df_leitura['Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)'].max() < 75) \
    and (df_leitura['Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)'].max() < 75):
        unidades_set22_grupo_a_75menos.append(i)

len(unidades_set22_grupo_a_75menos)
```

Out[26]: 16

Verificando se alguma unidade consumidora já esteve no Grupo A e hoje é Grupo B

```
In [27]: todas_unidades = df['Unidade/UFBA'].drop_duplicates()
```

```
for unid in todas_unidades:
    df_unid = df[df['Unidade/UFBA'] == unid]

    if df_unid['Classe Cálculo'].value_counts(normalize=True)[0] != 1:
        print()
        print(unid)
```

EMEVZ - ESCOLA DE MED.VETERINARIA,705

MAS - MUSEU DE ARTE SACRA

R1 - RESIDÊNCIA UNIVERSITÁRIA 1

Criando função que registra o maior valor entre Demanda Fora Ponta e Demanda Ponta de cada mês

```
In [28]: # Adicionei essa coluna para que a média móvel seja calculada com a maior demanda do mês.
```

```
def maior(df):
    if df['Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)'] > df['Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)']:
        return df['Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)']
    else:
        return df['Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)']
```

Adicionando a coluna "Maior Demanda Entre Ponta e Fora Ponta" no conjunto de dados

```
In [29]: df['Maior Demanda Entre Ponta e Fora Ponta'] = df.apply(lambda df: maior(df), axis=1)
```

Definindo novo conjunto de dados filtrando colunas

```
In [30]: df_cortado = df[['Classe Cálculo', 'Unidade/UFBA', 'Consumos Ativos (KWh)', 'Consumos Ativos Na Ponta (KWh)', \
                     'Consumos Ativos Fora de Ponta (KWh)', 'Consumos Reativos (KWh)', 'Demdas. Ativas Contdas. (DC)', \
                     'Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)', 'Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)', \
                     'Demandas Reativas Excedentes (KW)', 'Multas (R$)', 'Juros (R$)', 'TIP/CIP (R$)', \
                     'Tributos Federais (R$)', 'Total da Fatura (R$)', 'Maior Demanda Entre Ponta e Fora Ponta']]
```

Calculando a do valor da fatura de energia original sem TIP, multas, juros e tributos

```
In [31]: df_cortado['Fatura Original (R$)'] = df_cortado['Total da Fatura (R$)'] - (df_cortado['Multas (R$)'] + \
                                         df_cortado['Juros (R$)'] + \
                                         df_cortado['TIP/CIP (R$)'])
```

Gerando cópia do conjunto de dados filtrado

```
In [32]: df_calculo = df_cortado.copy()
```

Criando funções que calculam ultrapassagem de demanda ativa registradas na ponta e fora da ponta

Considerando 5% de tolerância conforme REN 1000/2021 ANEEL

```
In [33]: def ultrapassagem_ponta(df_calculo):
    if ((df_calculo['Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)'] - (df_calculo['Demdas. Ativas Contdas. (DC)']*1.05)) < 0):
        return 0
    else:
        return (df_calculo['Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)'] - df_calculo['Demdas. Ativas Contdas. (DC)'])

In [34]: def ultrapassagem_fora_ponta(df_calculo):
    if ((df_calculo['Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)'] - (df_calculo['Demdas. Ativas Contdas. (DC)']*1.05)) < 0):
        return 0
    else:
        return (df_calculo['Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)'] - df_calculo['Demdas. Ativas Contdas. (DC)'])

In [35]: def ultrapassagem_max_ponta(df_leitura):
    if ((df_leitura['Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)'] - (df_leitura['maior_demanda_ativa_na_ponta']*1.05)) < 0):
        return 0
    else:
        return (df_leitura['Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)'] - df_leitura['maior_demanda_ativa_na_ponta'])

In [36]: def ultrapassagem_max_fora_ponta(df_leitura):
    if ((df_leitura['Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)'] - (df_leitura['maior_demanda_ativa_fora_ponta']*1.05)) < 0):
        return 0
    else:
        return (df_leitura['Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)'] - df_leitura['maior_demanda_ativa_fora_ponta'])

In [37]: def ultrapassagem_optima_ponta(df_leitura):
    if ((df_leitura['Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)'] - (df_leitura['demanda_teste']*1.05)) < 0):
        return 0
    else:
        return (df_leitura['Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)'] - df_leitura['demanda_teste'])

In [38]: def ultrapassagem_optima_fora_ponta(df_leitura):
    if ((df_leitura['Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)'] - (df_leitura['demanda_teste']*1.05)) < 0):
        return 0
    else:
        return (df_leitura['Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)'] - df_leitura['demanda_teste'])
```

Calculando o valor das faturas considerando as modalidades tarifárias do Grupo A

A demanda utilizada no cálculo foi a Demanda Contratada vigente do mês

```
In [39]: # realizei o cálculo com 'Consumos Reativos (KWh)' pois 'Cons. Reativ. Exced. Regist. (RCRE)' tinha alguns valores estranhos na tabela

for tipo_tarifa in tarifa_a4.index:

    df_calculo['Tarifa (R$) Consumo Ativo na Ponta '+tipo_tarifa] = \
    df_calculo['Consumos Ativos Na Ponta (KWh)']*tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Consumo Ativo na Ponta']

    df_calculo['Tarifa (R$) Consumo Ativo Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
    df_calculo['Consumos Ativos Fora de Ponta (KWh)']*tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Consumo Ativo Fora Ponta']

    df_calculo['Tarifa (R$) Consumo Reativo Excedente '+tipo_tarifa] = \
    df_calculo['Consumos Reativos (KWh)']*tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Consumo Reativo Excedente']

    df_calculo['Tarifa (R$) Demanda Ativa na Ponta '+tipo_tarifa] = \
    df_calculo['Demdas. Ativas Contdas. (DC)']*tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa na Ponta']

    df_calculo['Tarifa (R$) Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
    df_calculo['Demdas. Ativas Contdas. (DC)']*tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa Fora Ponta']

    df_calculo['Tarifa (R$) Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
    df_calculo['Demandas Reativas Excedentes (KW)']*tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta']

    df_calculo['Tarifa (R$) Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa] = \
    df_calculo.apply(lambda df_calculo: ultrapassagem_ponta(df_calculo), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem na Ponta']

    df_calculo['Tarifa (R$) Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
    df_calculo.apply(lambda df_calculo: ultrapassagem_fora_ponta(df_calculo), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem Fora Ponta']

    df_calculo['Tarifa (R$) '+tipo_tarifa] = (df_calculo['Tarifa (R$) Consumo Ativo na Ponta '+tipo_tarifa] + \
```

```

df_calculo['Tarifa (R$) Consumo Ativo Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
df_calculo['Tarifa (R$) Consumo Reativo Excedente '+tipo_tarifa] + \
df_calculo['Tarifa (R$) Demanda Ativa na Ponta '+tipo_tarifa] + \
df_calculo['Tarifa (R$) Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
df_calculo['Tarifa (R$) Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
df_calculo['Tarifa (R$) Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa] + \
df_calculo['Tarifa (R$) Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa])/tributos

```

Calculando valor das faturas considerando a classificação tarifária Grupo B3

```
In [40]: df_calculo['Tarifa (R$) Consumo Ativo - B3'] = \
df_calculo['Consumos Ativos (KWh)'] * tarifa_b3.at['B3', 'Consumo Ativo']

df_calculo['Tarifa (R$) Consumo Reativo Excedente - B3'] = \
df_calculo['Consumos Reativos (KWh)'] * tarifa_b3.at['B3', 'Consumo Reativo Excedente']

df_calculo['Tarifa (R$) B3'] = (df_calculo['Tarifa (R$) Consumo Ativo - B3'] + \
df_calculo['Tarifa (R$) Consumo Reativo Excedente - B3']) / tributos
```

- - - - - GRÁFICOS COMPARATIVOS DE CONSUMO - - - - -

Consumo Ativo Total, Ponta e Fora Ponta

```
In [ ]: # Apêndice D

plt.rc('figure', figsize = (10,1.5))
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 8
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 8

unidades_set22_grupo_a_sort = unidades_set22_grupo_a.copy()
unidades_set22_grupo_a_sort.sort()
contador = 0

for i in unidades_set22_grupo_a_sort:
    df_leitura = df[df['Unidade/UFBA'] == i]
    df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= '2019-01']
    df_grafico_1 = df_leitura[['Consumos Ativos (KWh)']]
    df_grafico_2 = df_leitura[['Consumos Ativos Fora de Ponta (KWh)', 'Consumos Ativos Na Ponta (KWh)']]

    ax = df_grafico_1.plot(kind='bar', color='blue', alpha=0.25, width = .8)
    df_grafico_2.plot(kind='line', ax=ax, color=('green','tomato'), lw=1.5)

    plt.xticks(rotation=90)
    plt.legend(['Consumo ativo fora de ponta', 'Consumo ativo na ponta', 'Consumo ativo total'], fontsize = 8)
    plt.title(i, {'fontsize': 12}, fontweight="bold")
    plt.xlabel("", {'fontsize': 10})
    plt.ylabel("kWh", {'fontsize': 10})
    contador = contador + 1
#    plt.savefig(str(contador)+'.png', pad_inches=0.1, bbox_inches ='tight', facecolor ='w')
    plt.show()
```

Demandas Contratadas Vigentes, e Demandas Registradas Ponta e Fora Ponta

```
In [ ]: # Apendice C
# Aqui conseguimos visualizar unidades que possuem muita discrepância entre a demanda contratada e a utilizada

plt.rc('figure', figsize = (10,1.5))
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 8
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 8

contador = 0
unidades_set22_grupo_a_sort = unidades_set22_grupo_a.copy()
unidades_set22_grupo_a_sort.sort()
for i in unidades_set22_grupo_a_sort:

    df_leitura = df[df['Unidade/UFBA'] == i]
    df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= '2017-09']
    df_leitura1 = df_leitura[['Demandas Ativas Contadas. (DC)']]
    df_leitura2 = df_leitura[['Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)', 'Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)']]

    fig = df_leitura1.plot(kind='bar', color='olive', alpha=0.3, width = .8)
```

```

df_leitura2.plot(kind='line', ax=ax, color=('green', 'red'), lw=3)

plt.xticks(rotation=90)
plt.legend(['D. fora ponta', 'D. na ponta', 'D. contratada'], fontsize = 8)
plt.title(i, {'fontsize': 12}, fontweight="bold")
plt.xlabel("", {'fontsize': 10})
plt.ylabel("kW", {'fontsize': 10})
contador = contador + 1
# plt.savefig(str(contador)+'.png', pad_inches=0.1, bbox_inches ='tight', facecolor ='w')
plt.show()

```

Unidades com demanda registrada menor que 75 kW desde 2019

Demandas Registradas Ponta e Fora Ponta

```

In [ ]: # Apêndice B
# Unidades que poderiam ser Grupo B e não pagar tarifa de Demanda

plt.rc('figure', figsize = (10,1.5))
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 8
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 8

contador = 0
unidades_set22_grupo_a_75menos_sort = unidades_set22_grupo_a_75menos.copy()
unidades_set22_grupo_a_75menos_sort.sort()
for i in unidades_set22_grupo_a_75menos_sort:

    df_leitura = df[df['Unidade/UFBA'] == i]
    df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= '2019-01']
    df_leitura1 = df_leitura[['Demdas. Ativas Contdas. (DC)']]
    df_leitura2 = df_leitura[['Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)', 'Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)']]

    ax = df_leitura1.plot(kind='bar', color='gray', alpha=0.3, width = .8)
    df_leitura2.plot(kind='line', ax=ax, color=('red', 'green'), lw=1.5)

    plt.axhline(y=75, color = 'purple', lw=2, alpha=0.5, label='75 kW')

    plt.xticks(rotation=90)
    plt.legend(['D. ativa na ponta', 'D. ativa fora de ponta', '75 kW', 'D. ativa contratada'], fontsize = 8)
    plt.title(i, {'fontsize': 12}, fontweight="bold")
    plt.xlabel("", {'fontsize': 10})
    plt.ylabel("kW", {'fontsize': 10})
    contador = contador + 1
# plt.savefig(str(contador)+'.png', pad_inches=0.1, bbox_inches ='tight', facecolor ='w')
plt.show()

```

Média móvel (12 meses) da Demanda Registrada

Demandas Registradas ao fundo

```

In [ ]: # Pensei em utilizar essa forma para otimizar a escolha de uma nova demanda contratada para as unidades

plt.rc('figure', figsize = (15,5))

for i in unidades_set22_grupo_a:

    df_leitura = df[df['Unidade/UFBA'] == i]

    df_leitura['Média Móvel Demanda Registrada'] = df_leitura['Maior Demanda Entre Ponta e Fora Ponta'].rolling(12).mean() # Média móvel 12 meses
    Demanda

    sns.barplot(y = 'Demdas. Ativas Contdas. (DC)',
                 x = df_leitura.index,
                 data = df_leitura,
                 color = 'orange',
                 alpha = 0.3
                ).set_title(i)

    sns.pointplot(y = 'Média Móvel Demanda Registrada',
                  x = df_leitura.index,

```

```

        data = df_leitura,
        color = 'green',
        markers = '',
        label='Média Móvel 12 meses Demanda Registrada'
    )

plt.xticks(rotation=90)
plt.show()

```

- - - - - GRÁFICOS COMPARATIVOS COM VALORES - - - - -

Fatura Original x Tarifa Grupo A4 Verde

```

In [ ]:
# Apêndice A
# Conferindo se os cálculos estão sendo feitos corretamente

plt.rc('figure', figsize = (5,2))
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 8
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 8
contador = 0

unidades_set22_grupo_a_sort = unidades_set22_grupo_a.copy()
unidades_set22_grupo_a_sort.sort()
for i in unidades_set22_grupo_a_sort:

    df_leitura = df_calculo[df_calculo['Unidade/UFBA'] == i]
    df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= '2022-05']

    df_leitura = df_leitura[['Tarifa (R$) A4 VERDE 2022', 'Fatura Original (R$)']]

    df_leitura.plot.bar(color =[ 'darkgreen', 'darkorange'], width = 0.7)

    plt.xticks(rotation=0)
    plt.legend(['Calculado', 'Original'], fontsize = 8)
    plt.title(i, {'fontsize': 10}, fontweight="bold")
    plt.xlabel("", {'fontsize': 10})
    plt.ylabel("R$", {'fontsize': 10})

    contador=contador+1
#    plt.savefig(str(contador)+'.png', pad_inches=0.1, bbox_inches ='tight', facecolor ='w')
plt.show()

```

Tarifa VERDE vs AZUL

Demanda contratada vigente

```

In [ ]:
# A ultrapassagem de demanda foi devidamente calculada
# Aqui considerei a demanda contratada na ponta AZUL a mesma que a fora ponta, então os valores da azul ficaram bem altos

plt.rc('figure', figsize = (15,5))

mes_inicial = '2022-05'

for i in unidades_set22_grupo_a:

    df_leitura = df_calculo[df_calculo['Unidade/UFBA'] == i]
    df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= mes_inicial]
    df_leitura = df_leitura[['Tarifa (R$) A4 AZUL 2022', 'Tarifa (R$) A4 VERDE 2022']] #, 'Fatura Original (R$)']

    fig = df_leitura.plot.bar(color =[ 'blue', 'green']) # , 'gold'])

    plt.xticks(rotation=0)
    fig.set_ylabel('Valor (R$)', {'fontsize': 14})
    fig.set_xlabel('Data', {'fontsize': 14})
    fig.set_title(i, {'fontsize': 18})
    plt.legend()
    plt.show()

```

Tarifa VERDE vs AZUL

Considerando como contratada a demanda máxima que aconteceu nos últimos 12 meses acrescida de 10%

```
In [ ]: # Nessa versão a tarifa AZUL ficou mais suave mas ainda sim não se demonstrou viável em relação a VERDE

plt.rc('figure', figsize = (15,5))

mes_maxima_demanda = '2019-09'
mes_escolhido = '2022-05'

for i in unidades_set22_grupo_a:

    df_leitura = df_cortado[df_cortado['Unidade/UFBA'] == i]

    #Salvar maior demanda do último ano e aumentar 10%
    df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= mes_maxima_demanda]

    df_leitura['maior_demanda_ativa_na_ponta'] = \
    df_leitura['Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)'].max() * 1.1

    df_leitura['maior_demanda_ativa_fora_ponta'] = \
    df_leitura['Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)'].max() * 1.1

    for tipo_tarifa in tarifa_a4.index:

        df_leitura['Tarifa (R$) Consumo Ativo na Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura['Consumos Ativos Na Ponta (KWh)'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Consumo Ativo na Ponta']

        df_leitura['Tarifa (R$) Consumo Ativo Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura['Consumos Ativos Fora de Ponta (KWh)'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Consumo Ativo Fora Ponta']

        df_leitura['Tarifa (R$) Consumo Reativo Excedente '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura['Consumos Reativos (KWh)'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Consumo Reativo Excedente']

        df_leitura['Tarifa (R$) Demanda Ativa na Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura['maior_demanda_ativa_na_ponta'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa na Ponta']

        df_leitura['Tarifa (R$) Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura['maior_demanda_ativa_fora_ponta'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa Fora Ponta']

        df_leitura['Tarifa (R$) Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura['Demandas Reativas Excedentes (KW)']*tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta']

        df_leitura['Tarifa (R$) Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_max_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem na Ponta']

        df_leitura['Tarifa (R$) Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_max_fora_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem Fora Ponta']

        df_leitura['Tarifa (R$) '+tipo_tarifa] = (df_leitura['Tarifa (R$) Consumo Ativo na Ponta '+tipo_tarifa] + \
                                                df_leitura['Tarifa (R$) Consumo Ativo Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
                                                df_leitura['Tarifa (R$) Consumo Reativo Excedente '+tipo_tarifa] + \
                                                df_leitura['Tarifa (R$) Demanda Ativa na Ponta '+tipo_tarifa] + \
                                                df_leitura['Tarifa (R$) Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
                                                df_leitura['Tarifa (R$) Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
                                                df_leitura['Tarifa (R$) Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa] + \
                                                df_leitura['Tarifa (R$) Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa]) / tributos

    # As tarifas mudaram o preço em maio 2022
    df_grafico = df_leitura[df_leitura.index >= mes_escolhido]
    df_grafico = df_grafico[['Tarifa (R$) A4 AZUL 2022', 'Tarifa (R$) A4 VERDE 2022']]

    fig = df_grafico.plot.bar(color =['blue', 'green'])

    plt.xticks(rotation=0)
    fig.set_ylabel('Valor (R$)', {'fontsize': 14})
    fig.set_xlabel('Data', {'fontsize': 14})
    fig.set_title(i, {'fontsize': 18})
    plt.legend()
```

```
plt.show()
```

Tarifa VERDE vs AZUL

Considerando como Demanda Contratada o máximo valor da média móvel da demanda que aconteceu desde 2019 acrescida de 10%

```
In [ ]:  
plt.rc('figure', figsize = (15,5))  
  
mes_maxima_demanda = '2021-09'  
mes_escolhido = '2022-05'  
  
for i in unidades_set22_grupo_a:  
  
    df_leitura = df_cortado[df_cortado['Unidade/UFBA'] == i]  
  
    #Salvar maior demanda do último ano e aumentar 10%  
    df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= mes_maxima_demanda]  
  
    #    df_Leitura['Média Móvel Demanda Registrada'] = df_Leitura['Maior Demanda Entre Ponta e Fora Ponta'].rolling(12).mean() # Média móvel 12 meses Demanda  
    #    df_Leitura['maior_demanda_ativa'] = df_Leitura['Média Móvel Demanda Registrada'].max() * 1.1  
  
    #    df_Leitura['maior_demanda_ativa_na_ponta'] = df_Leitura['maior_demanda_ativa']  
    #    df_Leitura['maior_demanda_ativa_fora_ponta'] = df_Leitura['maior_demanda_ativa']  
  
    df_leitura['maior_demanda_ativa_na_ponta'] = \  
    df_leitura['Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)'].rolling(12).mean() # Média móvel 12 meses Demanda  
  
    df_leitura['maior_demanda_ativa_na_ponta'] = \  
    df_leitura['Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)'].max() * 1.1 # Pega o maior valor da média móvel no período selecionado  
  
    df_leitura['maior_demanda_ativa_fora_ponta'] = \  
    df_leitura['Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)'].rolling(12).mean() # Média móvel 12 meses Demanda  
  
    df_leitura['maior_demanda_ativa_fora_ponta'] = \  
    df_leitura['Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)'].max() * 1.1 # Pega o maior valor da média móvel no período selecionado  
  
    for tipo_tarifa in tarifa_a4.index:  
  
        df_leitura['Tarifa (R$) Consumo Ativo na Ponta '+tipo_tarifa] = df_leitura['Consumos Ativos Na Ponta (KWh)'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa],  
        'Consumo Ativo na Ponta'  
        df_leitura['Tarifa (R$) Consumo Ativo Fora Ponta '+tipo_tarifa] = df_leitura['Consumos Ativos Fora de Ponta (KWh)'] *  
tarifa_a4.at[tipo_tarifa], 'Consumo Ativo Fora Ponta'  
        df_leitura['Tarifa (R$) Consumo Reativo Excedente '+tipo_tarifa] = df_leitura['Consumos Reativos (KWh)'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa],  
        'Consumo Reativo Excedente'  
        df_leitura['Tarifa (R$) Demanda Ativa na Ponta '+tipo_tarifa] = df_leitura['maior_demanda_ativa_na_ponta'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa],  
        'Demanda Ativa na Ponta'  
        df_leitura['Tarifa (R$) Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] = df_leitura['maior_demanda_ativa_fora_ponta'] *  
tarifa_a4.at[tipo_tarifa], 'Demanda Ativa Fora Ponta'  
  
        df_leitura['Tarifa (R$) Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta '+tipo_tarifa] = df_leitura['Demandas Reativas Excedentes (KW)']  
        \  
        * tarifa_a4.at[tipo_tarifa], 'Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta'  
  
        df_leitura['Tarifa (R$) Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa] = df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_max_ponta(df_leitura),  
axis=1) \  
        * tarifa_a4.at[tipo_tarifa], 'Ultrapassagem na Ponta'  
  
        df_leitura['Tarifa (R$) Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] = df_leitura.apply(lambda df_leitura:  
ultrapassagem_max_fora_ponta(df_leitura), axis=1) \  
        * tarifa_a4.at[tipo_tarifa], 'Ultrapassagem Fora Ponta'  
  
        df_leitura['Tarifa (R$) '+tipo_tarifa] = (df_leitura['Tarifa (R$) Consumo Ativo na Ponta '+tipo_tarifa] + \  
            df_leitura['Tarifa (R$) Consumo Ativo Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \  
            df_leitura['Tarifa (R$) Consumo Reativo Excedente '+tipo_tarifa] + \  
            df_leitura['Tarifa (R$) Demanda Ativa na Ponta '+tipo_tarifa] + \  
            df_leitura['Tarifa (R$) Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \  
            df_leitura['Tarifa (R$) Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \  
            df_leitura['Tarifa (R$) Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa] + \  
            df_leitura['Tarifa (R$) Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \  
            df_leitura['Tarifa (R$) '+tipo_tarifa]
```

```

# As tarifas mudaram o preço em maio 2022
df_grafico = df_leitura[df_leitura.index >= mes_escolhido]
df_grafico = df_grafico[['Tarifa (R$) A4 AZUL 2022', 'Tarifa (R$) A4 VERDE 2022', 'Fatura Original (R$)']]

fig = df_grafico.plot.bar(color =['blue', 'green', 'darkorange'])

plt.xticks(rotation=0)
fig.set_ylabel('Valor (R$)', {'fontsize': 14})
fig.set_xlabel('Data', {'fontsize': 14})
fig.set_title(i, {'fontsize': 18})
plt.legend()
plt.show()

```

Tarifa VERDE vs FATURA ORIGINAL

DEMANDA ÓTIMA

```

In [ ]: plt.rc('figure', figsize = (15,5))

mes_demanda = '2022-05'
mes_inicial_grafico = '2022-05'
mes_final = '2022-09'

valor_demandas_cumulativas = []
demandas_otimas = []
demandas_originais = []

unidades_set22_grupo_a_sort = unidades_set22_grupo_a.copy()
unidades_set22_grupo_a_sort.sort()

for i in unidades_set22_grupo_a_sort:

    j = 0
    demandas_temporarias = []
    valor_demandas_temporarias = []

    df_leitura = df_calculo[df_calculo['Unidade/UFBA'] == i]
    df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= mes_demanda]

    df_leitura['Valor Consumo Ativo na Ponta A4 VERDE 2022'] = \
    df_leitura['Consumos Ativos Na Ponta (KWh)'] * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Consumo Ativo na Ponta']

    df_leitura['Valor Consumo Ativo Fora Ponta A4 VERDE 2022'] = \
    df_leitura['Consumos Ativos Fora de Ponta (KWh)'] * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Consumo Ativo Fora Ponta']

    df_leitura['Valor Consumo Reativo Excedente A4 VERDE 2022'] = \
    df_leitura['Consumos Reativos (KWh)'] * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Consumo Reativo Excedente']

    df_leitura['Valor Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta A4 VERDE 2022'] = \
    df_leitura['Demandas Reativas Excedentes (KW)']*tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta']

    while j < 800:

        j = j+1
        df_leitura['demanda_teste'] = j

        df_leitura['Valor Demanda Ativa A4 VERDE 2022'] = \
        df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Demanda Ativa Fora Ponta']

        df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta A4 VERDE 2022'] = \
        df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_optima_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Ultrapassagem na Ponta']

        df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta A4 VERDE 2022'] = \
        df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_optima_fora_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Ultrapassagem Fora Ponta']

        df_leitura['Valor A4 VERDE 2022 teste'] = (df_leitura['Valor Consumo Ativo na Ponta A4 VERDE 2022'] + \
                                                    df_leitura['Valor Consumo Ativo Fora Ponta A4 VERDE 2022'] + \

```

```

df_leitura['Valor Consumo Reativo Excedente A4 VERDE 2022'] + \
df_leitura['Valor Demanda Ativa A4 VERDE 2022'] + \
df_leitura['Valor Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta A4 VERDE 2022'] + \
df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta A4 VERDE 2022'] + \
df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta A4 VERDE 2022']) / tributos

valor_demandas_temporarias.append(round(df_leitura['Valor A4 VERDE 2022 teste'].mean(), 2))
demandas_temporarias.append(j)

valor_demandas_cumulativas.append(valor_demandas_temporarias)

valor_minimo = min(valor_demandas_temporarias)
indice_valor_minimo = valor_demandas_temporarias.index(valor_minimo)
demanda_otima = demandas_temporarias[indice_valor_minimo]

if demanda_otima < 30:
    demanda_otima = 30

demandas_ótimas.append(demanda_otima)
demandas_originais.append(int(df_leitura.at[mes_final,'Demdas. Ativas Contdas. (DC)']))
df_leitura['demanda_teste'] = demanda_otima

df_leitura['Valor Demanda Ativa A4 VERDE 2022'] = \
df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Demanda Ativa Fora Ponta']

df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta A4 VERDE 2022'] = \
df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_ótima_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Ultrapassagem na Ponta']

df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta A4 VERDE 2022'] = \
df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_ótima_fora_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Ultrapassagem Fora Ponta']

df_leitura['Valor A4 VERDE 2022'] = round((df_leitura['Valor Consumo Ativo na Ponta A4 VERDE 2022'] + \
df_leitura['Valor Consumo Ativo Fora Ponta A4 VERDE 2022'] + \
df_leitura['Valor Consumo Reativo Excedente A4 VERDE 2022'] + \
df_leitura['Valor Demanda Ativa A4 VERDE 2022'] + \
df_leitura['Valor Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta A4 VERDE 2022'] + \
df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta A4 VERDE 2022'] + \
df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta A4 VERDE 2022']) / tributos, 2)

df_grafico = df_leitura[df_leitura.index >= mes_inicial_grafico]
df_grafico = df_grafico[['Valor A4 VERDE 2022', 'Tarifa (R$) A4 VERDE 2022']]

fig = df_grafico.plot.bar(color=['darkgreen', 'tomato'])

plt.xticks(rotation=0)
fig.set_ylabel('Valor (R$)', {'fontsize': 14})
fig.set_xlabel('Data', {'fontsize': 14})
fig.set_title(i, {'fontsize': 18})
plt.legend(['Valor com D. ótima', 'Valor original'])
plt.show()
print('Demanda ótima: ' + str(demanda_otima))
print('Demanda original: ' + str(int(df_leitura.at[mes_final,'Demdas. Ativas Contdas. (DC)'])))

```

Curva ótima do Valor da Fatura x Demanda

```
In [ ]: # DEPENDE DO CÓDIGO DE "Tarifa VERDE vs FATURA ORIGINAL | DEMANDA ÓTIMA" PARA FUNCIONAR

plt.rc('figure', figsize = (10,1.5))
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 8
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 8

mes_demanda = '2022-05'
contador = 0
ordenadas = list(range(0,800))

unidades_set22_grupo_a_sort = unidades_set22_grupo_a.copy()
unidades_set22_grupo_a_sort.sort()

for i in unidades_set22_grupo_a_sort:

    valor_leitura = valor_demandas_cumulativas[contador]
    demandas_leitura = demandas_ótimas[contador]
```

```

fig = plt.plot(ordenadas, valor_leitura, label='Valor da fatura', marker='', lw=2)

plt.axvline(x=demandas_ottomas[contador],
            color = 'purple',
            lw=3, alpha=0.4,
            label='D. ótima: '+str(demandas_ottomas[contador])+' kW')
plt.axvline(x=demandas_originais[contador],
            color = 'tomato',
            lw=3, alpha=0.4,
            label='D. atual: '+str(demandas_originais[contador])+' kW')

#     print(contador)
contador = contador+1

plt.xticks(rotation=0)
plt.legend()
plt.title(i, {'fontsize': 12}, fontweight="bold")
plt.xlabel("Demanda (kW)", {'fontsize': 10})
plt.ylabel("R$", {'fontsize': 10})
#     plt.savefig(str(contador)+'.png', pad_inches=0.1, bbox_inches ='tight', facecolor = 'w')
plt.show()

```

VERDE vs AZUL

DEMANDA ÓTIMA

```

In [ ]:
plt.rc('figure', figsize = (10,1.5))
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 8
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 8
contador = 0

mes_demanda = '2022-05'
mes_inicial_grafico = '2022-05'
mes_final = '2022-09'

unidades_set22_grupo_a_sort = unidades_set22_grupo_a.copy()
unidades_set22_grupo_a_sort.sort()

for i in unidades_set22_grupo_a_sort:

    demanda_otima_verde = []
    demanda_otima_azul_fora_ponta = []
    demanda_otima_azul_na_ponta = []

    df_leitura = df_calculo[df_calculo['Unidade/UFBA'] == i]
    df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= mes_demanda]

    for tipo_tarifa in tarifa_a4.index:

        if tipo_tarifa == 'A4 VERDE 2022':

            demandas_temporarias = []
            valor_demandas_temporarias = []
            j = 0
            while j < 800:

                j = j+1
                df_leitura['demanda_teste'] = j

                df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
                df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa Fora Ponta']

                df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
                df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_fora_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem Fora Ponta']

                df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa] = \
                df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem na Ponta']

            df_leitura['Valor_1 '+tipo_tarifa] = (df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \

```

```

df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa]) / tributos

valor_demandas_temporarias.append(round(df_leitura['Valor_1 '+tipo_tarifa].mean(), 2))
demandas_temporarias.append(j)

valor_minimo = min(valor_demandas_temporarias)
indice_valor_minimo = valor_demandas_temporarias.index(valor_minimo)
demanda_otima = demandas_temporarias[indice_valor_minimo]

if demanda_otima < 30:
    demanda_otima = 30

demanda_otima_verde = str(demanda_otima)
df_leitura['demanda_teste'] = demanda_otima

df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa Fora Ponta']

df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_fora_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem Fora Ponta']

df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa] = \
df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem na Ponta']

df_leitura['Valor_1 '+tipo_tarifa] = (df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa]) / tributos

if tipo_tarifa == 'A4 AZUL 2022':

    demandas_temporarias = []
    valor_demandas_temporarias = []
    j = 0
    while j < 800:

        j = j+1
        df_leitura['demanda_teste'] = j

        df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa Fora Ponta']

        df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_fora_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem Fora Ponta']

        df_leitura['Valor_2 '+tipo_tarifa] = (df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
        df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa]) / tributos

        valor_demandas_temporarias.append(round(df_leitura['Valor_2 '+tipo_tarifa].mean(), 2))
        demandas_temporarias.append(j)

    valor_minimo = min(valor_demandas_temporarias)
    indice_valor_minimo = valor_demandas_temporarias.index(valor_minimo)
    demanda_otima = demandas_temporarias[indice_valor_minimo]

    if demanda_otima < 30:
        demanda_otima = 30

    demanda_otima_azul_fora_ponta = str(demanda_otima)
    df_leitura['demanda_teste'] = demanda_otima

    df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
    df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa Fora Ponta']

    df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
    df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_fora_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem Fora Ponta']

    df_leitura['Valor_2 '+tipo_tarifa] = (df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
    df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa]) / tributos

```

```

    demandas_temporarias = []
    valor_demandas_temporarias = []
    j = 0
    while j < 800:

        j = j+1
        df_leitura['demanda_teste'] = j

        df_leitura['Valor Demanda Ativa na Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa na Ponta']

        df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem na Ponta']

        df_leitura['Valor_1 '+tipo_tarifa] = (df_leitura['Valor Demanda Ativa na Ponta '+tipo_tarifa] + \
                                              df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa]) / tributos

        valor_demandas_temporarias.append(round(df_leitura['Valor_1 '+tipo_tarifa].mean(), 2))
        demandas_temporarias.append(j)

        valor_minimo = min(valor_demandas_temporarias)
        indice_valor_minimo = valor_demandas_temporarias.index(valor_minimo)
        demanda_otima = demandas_temporarias[indice_valor_minimo]

        if demanda_otima < 30:
            demanda_otima = 30

        demanda_otima_azul_na_ponta = str(demanda_otima)
        df_leitura['demanda_teste'] = demanda_otima

        df_leitura['Valor Demanda Ativa na Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa na Ponta']

        df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem na Ponta']

        df_leitura['Valor_1 '+tipo_tarifa] = ((df_leitura['Valor Demanda Ativa na Ponta '+tipo_tarifa] + \
                                              df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa]) / tributos) + \
                                              df_leitura['Valor_2 '+tipo_tarifa]

        df_leitura['Valor Consumo Ativo na Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura['Consumos Ativos Na Ponta (KWh)'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Consumo Ativo na Ponta']

        df_leitura['Valor Consumo Ativo Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura['Consumos Ativos Fora de Ponta (KWh)'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Consumo Ativo Fora Ponta']

        df_leitura['Valor Consumo Reativo Excedente '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura['Consumos Reativos (KWh)'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Consumo Reativo Excedente']

        df_leitura['Valor Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura['Demandas Reativas Excedentes (KW)']*tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta']

        df_leitura['Valor '+tipo_tarifa] = round((df_leitura['Valor_1 '+tipo_tarifa] + \
                                                 df_leitura['Valor Consumo Ativo na Ponta '+tipo_tarifa] + \
                                                 df_leitura['Valor Consumo Ativo Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
                                                 df_leitura['Valor Consumo Reativo Excedente '+tipo_tarifa] + \
                                                 df_leitura['Valor Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta '+tipo_tarifa]) / tributos,
2)

# As tarifas mudaram o preço em maio 2022
df_grafico = df_leitura[df_leitura.index >= mes_inicial_grafico]
df_grafico = df_grafico[['Valor A4 VERDE 2022', 'Valor A4 AZUL 2022', 'Tarifa (R$) A4 VERDE 2022']]

fig = df_grafico.plot.bar(color =['darkgreen', 'darkblue', 'darkorange'])

demanda_original = str(int(df_leitura.at[mes_final,'Demdas. Ativas Contdas. (DC)']))

plt.xticks(rotation=0)
plt.legend(['Valor A4 Verde', 'Valor A4 Azul', 'Valor Original'], fontsize = 8)
fig.set_ylabel('R$', {'fontsize': 10})

```

```

fig.set_xlabel('Demanda ótima Verde e fora ponta Azul: '+demanda_otima_verde+ \
               ' kW | Demanda ótima na ponta Azul: '+demanda_otima_azul_na_ponta+ \
               ' kW | Demanda original: '+demanda_original+ \
               ' kW', {'fontsize': 10})

plt.title(i, {'fontsize': 10}, fontweight="bold")

contador=contador+1
# plt.savefig(str(contador)+'.png', pad_inches=0.1, bbox_inches = 'tight', facecolor ='w')
plt.show()

print('Demanda ótima VERDE: '+demanda_otima_verde)
print('Demanda ótima fora ponta AZUL: '+demanda_otima_azul_fora_ponta)
print('Demanda ótima na ponta AZUL: '+demanda_otima_azul_na_ponta)

```

Tarifa B3 vs Fatura Original

```

In [ ]: # Conferindo se os cálculos estão sendo feitos corretamente. Há uma pequena diferença mas não parece ser erro de cálculo, e sim alguma taxa ou dívida

plt.rc('figure', figsize = (15,5))

for i in unidades_set22_grupo_b:

    df_leitura = df_calculo[df_calculo['Unidade/UFBA'] == i]
    df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= '2022-05']

    df_leitura = df_leitura[['Tarifa (R$) B3', 'Fatura Original (R$)']]

    fig = df_leitura.plot.bar(color =['darkcyan', 'darkorange'])

    plt.xticks(rotation=0)
    fig.set_ylabel('Valor (R$)', {'fontsize': 14})
    fig.set_xlabel('Data', {'fontsize': 14})
    fig.set_title(i, {'fontsize': 18})
    plt.legend()
    plt.show()

```

Valor Fatura B3 vs A4 VERDE

Somente unidades com menos de 75kW de demanda registrada desde jan2019

```

In [ ]: # Apêndice E

plt.rc('figure', figsize = (5,2.5))
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 8
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 8

contador = 0

unidades_set22_grupo_a_75menos_sort = unidades_set22_grupo_a_75menos.copy()
unidades_set22_grupo_a_75menos_sort.sort()
for i in unidades_set22_grupo_a_75menos_sort:

    df_leitura = df_calculo[df_calculo['Unidade/UFBA'] == i]
    df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= '2022-05']
    df_leitura = df_leitura[['Tarifa (R$) B3', 'Tarifa (R$) A4 VERDE 2022']]

    fig = df_leitura.plot.bar(color =['darkorange', 'darkgreen'], width = 0.7, label=['B3', 'A4 VERDE 2022'])

    plt.xticks(rotation=0)
    plt.legend(['Valor B3', 'Valor A4'], fontsize = 8)
    plt.title(i, {'fontsize': 10}, fontweight="bold")
    plt.xlabel("", {'fontsize': 10})
    plt.ylabel("R$", {'fontsize': 10})
    contador=contador+1
# plt.savefig(str(contador)+'.png', pad_inches=0.1, bbox_inches = 'tight', facecolor ='w')
plt.show()

```

```
In [ ]:
plt.rc('figure', figsize = (10,5))
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 8
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 8

unidades_set22_grupo_b_sort = unidades_set22_grupo_b.copy()
unidades_set22_grupo_b_sort.sort()
for i in unidades_set22_grupo_b_sort:

    df_leitura = df[df['Unidade/UFBA'] == i]
#    df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= '2022-05']
    df_leitura = df_leitura[['Consu. Ativos Regist. (CR)']]

    fig = df_leitura.plot.bar(color =['darkorange'], width = 0.7, label=['B3'])

    plt.xticks(rotation=90)
    plt.title(i, {'fontsize': 10}, fontweight="bold")
    plt.show()
```

- - - - ECONOMIA - - - -

Tabela de valores ao mudar de A4 VERDE para B3

Unidades que não passam de 75KWh/mês desde jan2019

```
In [42]:
df_valores_economizados_grupo_a_vs_b = pd.DataFrame()
economia_acumulada = 0
contador=0

mes_escolhido = '2022-05'

unidades_set22_grupo_a_75menos_sort = unidades_set22_grupo_a_75menos.copy()
unidades_set22_grupo_a_75menos_sort.sort()
for i in unidades_set22_grupo_a_75menos_sort:

    df_leitura = df_calculo[df_calculo['Unidade/UFBA'] == i]
    df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= mes_escolhido]

    total_tarifa_b3 = df_leitura['Tarifa (R$) B3'].sum()
    total_tarifa_a4 = df_leitura['Tarifa (R$) A4 VERDE 2022'].sum()\

    if total_tarifa_b3 < total_tarifa_a4:

        economia_valor = total_tarifa_a4 - total_tarifa_b3
        economia_valor = round(economia_valor,2)

        economia_porcentagem = -100*(total_tarifa_b3 - total_tarifa_a4)/total_tarifa_a4
        economia_porcentagem = round(economia_porcentagem,2)

        economia_acumulada = economia_acumulada + economia_valor

        df_valores_economizados_grupo_a_vs_b.at[i,'Economia Total (%)'] = economia_porcentagem
        df_valores_economizados_grupo_a_vs_b.at[i,'Economia Total (R$)'] = economia_valor
        df_valores_economizados_grupo_a_vs_b.at[i,'Economia por mês (R$)'] = round(economia_valor/5,2)

economia_acumulada = round(economia_acumulada,2)
print()
print('-----')
print('Total economizado no período: R$ '+str(economia_acumulada))
print('-----')

df_valores_economizados_grupo_a_vs_b
```

Total economizado no período: R\$ 59924.49

	Economia Total (%)	Economia Total (R\$)	Economia por mês (R\$)
BEX - Biblioteca Universitária de Exatas Omar Catunda	41.87	11710.10	2342.02
BUS - BIBLIOTECA UNIVERSITARIA DE SAÚDE	5.23	1314.74	262.95
CEAB - FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO	59.39	6704.06	1340.81
EBA - ESCOLA DE BELAS ARTES	7.13	2543.73	508.75

	Economia Total (%)	Economia Total (R\$)	Economia por mês (R\$)
ESCOLA DE DANÇA	43.89	10410.20	2082.04
ESCOLA DE MÚSICA	31.96	4710.58	942.12
FAZENDA ESCOLA - EMEVZ - OLIVEIRA DOS CAMPINHOS	17.48	4894.72	978.94
FAZENDA ESCOLA - EMEVZ - SÃO GONCALO DOS CAMPOS	7.71	2637.72	527.54
PAF IV - Pavilhão de Aulas da Federação IV	26.51	10214.57	2042.91
PAF VI - ANTIGO SMURB	19.43	4324.39	864.88
SGC - SECRETARIA GERAL DOS CURSOS	2.74	459.68	91.94

Exportando para XSLX a tabela dos valores economizados ao mudar de A4 VERDE para B3

```
In [43]: # df_valores_economizados_grupo_a_vs_b.to_excel('df_valores_economizados_grupo_a_vs_b.xlsx')
```

Tabela de valores se a demanda contratada fosse a DEMANDA ÓTIMA

Considerando o mínimo contratado de 30 kW

```
In [44]: df_valores_economizados_demandas = pd.DataFrame()
economia_acumulada = 0
contador=0

mes_demanda = '2022-05'
mes_inicial = '2022-05'
mes_final = '2022-09'

unidades_set22_grupo_a_sort = unidades_set22_grupo_a.copy()
unidades_set22_grupo_a_sort.sort()

for i in unidades_set22_grupo_a_sort:

    j = 0
    demandas_temporarias = []
    valor_demandas_temporarias = []
    df_leitura = df_calculo[df_calculo['Unidade/UFBA'] == i]
    df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= mes_demanda]

    df_leitura['Valor Consumo Ativo na Ponta A4 VERDE 2022'] = \
    df_leitura['Consumos Ativos Na Ponta (KWh)'] * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Consumo Ativo na Ponta']

    df_leitura['Valor Consumo Ativo Fora Ponta A4 VERDE 2022'] = \
    df_leitura['Consumos Ativos Fora de Ponta (KWh)'] * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Consumo Ativo Fora Ponta']

    df_leitura['Valor Consumo Reativo Excedente A4 VERDE 2022'] = \
    df_leitura['Consumos Reativos (KWh)'] * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Consumo Reativo Excedente']

    df_leitura['Valor Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta A4 VERDE 2022'] = \
    df_leitura['Demandas Reativas Excedentes (KW)']*tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta']

    while j < 800:

        j = j+1
        df_leitura['demanda_teste'] = j

        df_leitura['Valor Demanda Ativa A4 VERDE 2022'] = \
        df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Demanda Ativa Fora Ponta']

        df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta A4 VERDE 2022'] = \
        df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_optima_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Ultrapassagem na Ponta']

        df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta A4 VERDE 2022'] = \
        df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_optima_fora_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Ultrapassagem Fora Ponta']

        df_leitura['Valor A4 VERDE 2022 teste'] = (df_leitura['Valor Consumo Ativo na Ponta A4 VERDE 2022'] + \
        df_leitura['Valor Consumo Ativo Fora Ponta A4 VERDE 2022'] + \
        df_leitura['Valor Consumo Reativo Excedente A4 VERDE 2022'] + \
        df_leitura['Valor Demanda Ativa A4 VERDE 2022'] + \
        df_leitura['Valor Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta A4 VERDE 2022'] + \
        df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta A4 VERDE 2022'] + \
        df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta A4 VERDE 2022']) / tributos
```

```

valor_demandas_temporarias.append(round(df_leitura['Valor A4 VERDE 2022 teste'].mean(), 2))
demandas_temporarias.append(j)

valor_minimo = min(valor_demandas_temporarias)
indice_valor_minimo = valor_demandas_temporarias.index(valor_minimo)
demanda_otima = demandas_temporarias[indice_valor_minimo]

if demanda_otima < 30:
    demanda_otima = 30

df_leitura['demanda_teste'] = demanda_otima
df_leitura['Valor Demanda Ativa A4 VERDE 2022'] = \
df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Demanda Ativa Fora Ponta']

df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta A4 VERDE 2022'] = \
df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_ponta(df_leitura), axis=1) * \
tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Ultrapassagem na Ponta']

df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta A4 VERDE 2022'] = \
df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_fora_ponta(df_leitura), axis=1) * \
tarifa_a4.at['A4 VERDE 2022', 'Ultrapassagem Fora Ponta']

df_leitura['Valor A4 VERDE 2022'] = round((df_leitura['Valor Consumo Ativo na Ponta A4 VERDE 2022'] + \
                                              df_leitura['Valor Consumo Ativo Fora Ponta A4 VERDE 2022'] + \
                                              df_leitura['Valor Consumo Reativo Excedente A4 VERDE 2022'] + \
                                              df_leitura['Valor Demanda Ativa A4 VERDE 2022'] + \
                                              df_leitura['Valor Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta A4 VERDE 2022'] + \
                                              df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta A4 VERDE 2022'] + \
                                              df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta A4 VERDE 2022']) / tributos, 2)

# As tarifas mudaram o preço em maio 2022
df_economia = df_leitura[df_leitura.index >= mes_inicial]

total_tarifa_original = df_economia['Tarifa (R$) A4 VERDE 2022'].sum()
total_tarifa_a4 = df_economia['Valor A4 VERDE 2022'].sum()

economia_valor = total_tarifa_original - total_tarifa_a4
economia_valor = round(economia_valor, 2)

economia_porcentagem = -100*(total_tarifa_a4 - total_tarifa_original)/total_tarifa_original
economia_porcentagem = round(economia_porcentagem, 2)

economia_acumulada = economia_acumulada + economia_valor

demanda_atual = int(df_leitura.at[mes_final, 'Demdas. Ativas Contdas. (DC)'])

df_valores_economizados_demandas = pd.DataFrame()
df_valores_economizados_demandas['Demanda Ótima (kW)'] = demanda_otima
df_valores_economizados_demandas['Demanda Atual (kW)'] = demanda_atual
df_valores_economizados_demandas['Economia Total (%)'] = economia_porcentagem
df_valores_economizados_demandas['Economia Total (R$)'] = economia_valor
df_valores_economizados_demandas['Economia por mês (R$)'] = round(economia_valor/5, 2)

economia_acumulada = round(economia_acumulada, 2)
print('-----')
print('Total economizado no período: R$ '+str(economia_acumulada))
print('-----')
df_valores_economizados_demandas
```

Total economizado no período: R\$ 353117.2

Out[44]:

	Demanda Ótima (kW)	Demanda Atual (kW)	Economia Total (%)	Economia Total (R\$)	Economia por mês (R\$)
BC - Biblioteca Universitária Reitor Macedo Costa (Biblioteca Central)	145.0	307.0	17.88	37259.99	7452.00
BEX - Biblioteca Universitária de Exatas Omar Catunda	30.0	69.0	32.07	8969.99	1794.00
BUS - BIBLIOTECA UNIVERSITARIA DE SAÚDE	30.0	30.0	-0.00	-0.01	-0.00
CEAB - FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO	30.0	30.0	0.00	0.00	0.00
CIENAM I	40.0	60.0	4.19	2553.93	510.79
CIENAM II	45.0	33.0	3.80	2156.48	431.30
EBA - ESCOLA DE BELAS ARTES	31.0	40.0	4.51	1610.00	322.00
EMEVZ - Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia	67.0	80.0	3.34	2476.64	495.33
ESCOLA DE DANÇA	30.0	40.0	9.70	2300.00	460.00
ESCOLA DE ENFERMAGEM	30.0	109.0	37.41	18170.00	3634.00

	Demandada Ótima (kW)	Demandada Atual (kW)	Economia Total (%)	Economia Total (R\$)	Economia por mês (R\$)
ESCOLA DE MÚSICA	30.0	30.0	0.00	0.00	0.00
ESCOLA DE NUTRIÇÃO	43.0	40.0	1.90	1227.29	245.46
ESCOLA DE TEATRO	55.0	60.0	0.42	230.00	46.00
ESCOLA POLÍTÉCNICA	204.0	250.0	4.01	10580.00	2116.00
FACOM - FACULDADE DE COMUNICAÇÃO	116.0	208.0	16.36	19055.05	3811.01
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO	30.0	50.0	9.53	3817.99	763.60
FACULDADE DE MEDICINA - CANELA	51.0	60.0	2.96	1210.73	242.15
FACULDADE DE MEDICINA - TERREIRO DE JESUS	81.0	100.0	3.29	3188.72	637.74
FACULDADE DE ODONTOLOGIA	147.0	150.0	0.12	138.00	27.60
FAZENDA ESCOLA - EMEVZ - OLIVEIRA DOS CAMPINHOS	30.0	30.0	0.00	0.00	0.00
FAZENDA ESCOLA - EMEVZ - SÃO GONCALO DOS CAMPOS	30.0	30.0	0.00	0.01	0.00
FCE - FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS	34.0	80.0	24.76	9517.40	1903.48
FFCH - FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS	65.0	100.0	9.47	8050.01	1610.00
HOSPMEV - HOSPITAL DE MEDICINA VETERINÁRIA PROF. RENATO MEDEIROS NETO	120.0	120.0	-0.00	-0.00	-0.00
IBIO - Instituto de Biologia	144.0	245.0	10.58	16650.18	3330.04
ICS - INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE	258.0	224.0	1.11	4346.08	869.22
IGEO - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS	161.0	416.0	22.46	56074.00	11214.80
IMS - VITORIA DA CONQUISTA	84.0	100.0	2.68	3680.00	736.00
ISC - INSTITUTO DE SAÚDE COLETIVA	41.0	60.0	9.11	3878.72	775.74
Instituto de Física	81.0	125.0	11.13	10119.99	2024.00
Instituto de Letras	30.0	75.0	28.78	10350.00	2070.00
Instituto de Química	113.0	110.0	0.80	1216.24	243.25
LFNA - LABORATÓRIO DE FÍSICA NUCLEAR APLICADA	36.0	51.0	2.40	1830.81	366.16
PAF I - INSTITUTO DE MATEMÁTICA, PAF I, CPD, PAF II E FACULDADE DE FARMÁCIA	457.0	610.0	3.94	31638.81	6327.76
PAF II / PETROBRÁS	30.0	53.0	16.99	5290.01	1058.00
PAF IV - Pavilhão de Aulas da Federação IV	42.0	79.0	21.23	8178.80	1635.76
PAF V - Pavilhão de Aulas da Federação V	30.0	118.0	38.32	20085.43	4017.09
PAF VI - ANTIGO SMURB	30.0	30.0	0.00	0.00	0.00
PAVILHÕES ADMINISTRATIVOS (SUMAI, SEAD, PROAD, PRODEP)	142.0	150.0	0.50	649.52	129.90
PROEXT (ANTIGA FAPEX - EM FRENTE A ARQUITETURA)	30.0	30.0	0.00	0.01	0.00
R5 - RESIDÊNCIA UNIVERSITÁRIA 5	30.0	30.0	-0.00	-0.01	-0.00
REITORIA	30.0	80.0	4.14	2300.01	460.00
SGC - SECRETARIA GERAL DOS CURSOS	30.0	30.0	-0.00	-0.01	-0.00
UNIDADES CANELA (PAC/CINEUFBA, FCC, FACED, EADM, DIR, FOGOMES)	263.0	470.0	12.81	44316.39	8863.28

Exportando para XSLX tabela dos valores economizados com a DEMANDA ÓTIMA

```
In [45]: # df_valores_economizados_demanda.to_excel('df_valores_economizados_demanda.xlsx')
```

GRUPO A - VERDE para AZUL

Quanto economizaria se mudasse o grupo tarifário para AZUL

Não economizaria

Criando Figuras para o texto

```
In [46]: # Figura 2
# Fatura calculada vs Fatura Original
# BEX - Biblioteca Universitária de Exatas Omar Catunda

plt.rc('figure', figsize = (10,5))
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 12
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 12
contador = 0

i = 'BEX - Biblioteca Universitária de Exatas Omar Catunda'

df_leitura = df_calculo[df_calculo['Unidade/UFBA'] == i]
df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= '2022-05']

df_leitura = df_leitura[['Tarifa (R$) A4 VERDE 2022', 'Fatura Original (R$)']]

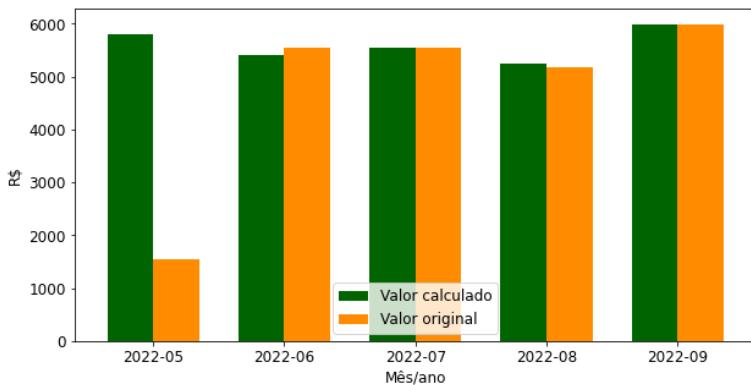
df_leitura.plot.bar(color =['darkgreen', 'darkorange'], width = 0.7)

plt.xticks(rotation=0)
plt.legend(['Valor calculado', 'Valor original'], fontsize = 12, loc=8)
plt.xlabel("Mês/ano", {'fontsize': 12})
plt.ylabel("R$", {'fontsize': 12})
```

```

contador=contador+1
# plt.savefig('Figuras\Figura 2.png', pad_inches=0.1, bbox_inches ='tight', facecolor ='w')
plt.show()

```



In [47]:

```

# Figura 3
# Demanda contratada e registrada. 75 kW ou menos
# Unidade que poderia ser Grupo B

plt.rc('figure', figsize = (10,5))
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 10
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 10

contador = 0

i = 'CEAB - FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO'

df_leitura = df[df['Unidade/UFBA'] == i]
df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= '2019-01']
df_leitura1 = df_leitura[['Demdas. Ativas Contdas. (DC)']]
df_leitura2 = df_leitura[['Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)', 'Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)']]

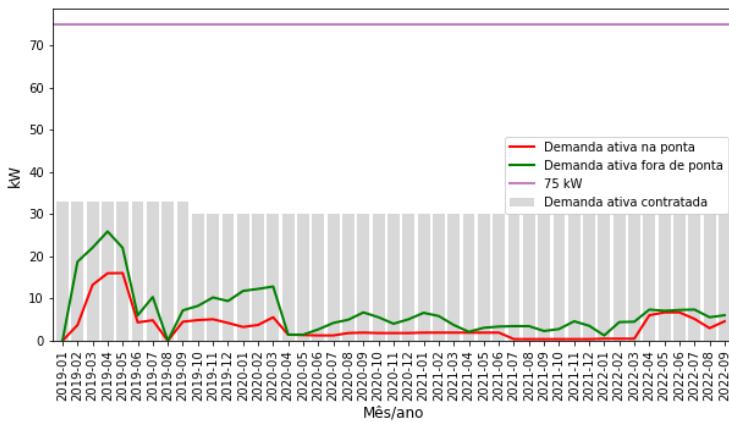
ax = df_leitura1.plot(kind='bar', color='gray', alpha=0.3, width = .8)
df_leitura2.plot(kind='line', ax=ax, color=('red', 'green'), lw=2)

plt.axhline(y=75, color = 'purple', lw=2, alpha=0.5, label='75 kW')

plt.xticks(rotation=90)
plt.legend(['Demanda ativa na ponta', 'Demanda ativa fora de ponta', '75 kW', 'Demanda ativa contratada'], fontsize = 10)
plt.xlabel("Mês/ano", {'fontsize': 12})
plt.ylabel("kW", {'fontsize': 12})
contador = contador + 1

# plt.savefig('Figuras\Figura 3.png', pad_inches=0.1, bbox_inches ='tight', facecolor ='w')
plt.show()

```



In [48]:

```

# Figura 4
# Demanda contratada e registrada.

plt.rc('figure', figsize = (10,5))
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 8
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 10

i = 'PAF V - Pavilhão de Aulas da Federação V'

df_leitura = df[df['Unidade/UFBA'] == i]

```

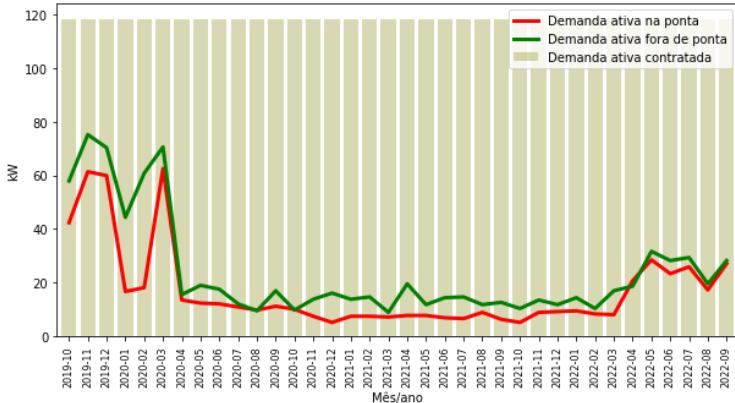
```

df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= '2017-09']
df_leitura1 = df_leitura[['Demdas. Ativas Contdas. (DC)']]
df_leitura2 = df_leitura[['Demandas Ativas Registradas Na Ponta - (KW)', 'Demandas Ativas Registradas Fora de Ponta - (KW)']]

fig = df_leitura1.plot(kind='bar', color='olive', alpha=0.3, width = .8)
df_leitura2.plot(kind='line', ax=fig, color=('red','green'), lw=3)

plt.xticks(rotation=90)
plt.legend(['Demanda ativa na ponta', 'Demanda ativa fora de ponta', 'Demanda ativa contratada'], fontsize = 10)
plt.xlabel("Mês/ano", {'fontsize': 10})
plt.ylabel("kW", {'fontsize': 10})
# plt.savefig('Figuras\Figura 4.png', pad_inches=0.1, bbox_inches ='tight', facecolor = 'w')
plt.show()

```



In [49]:

```

# Figura 5
# Consumo ativo ponta e fora de ponta

plt.rc('figure', figsize = (10,5))
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 10
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 10

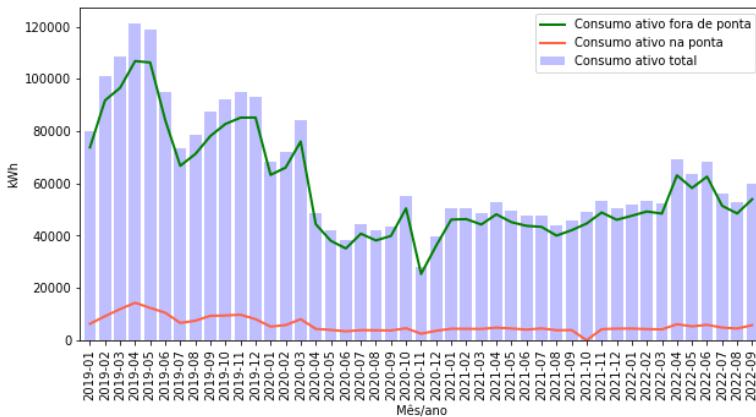
i = 'ESCOLA POLITÉCNICA'

df_leitura = df[df['Unidade/UFBA'] == i]
df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= '2019-01']
df_grafico_1 = df_leitura[['Consumos Ativos (KWh)']]
df_grafico_2 = df_leitura[['Consumos Ativos Fora de Ponta (KWh)', 'Consumos Ativos Na Ponta (KWh)']]

ax = df_grafico_1.plot(kind='bar', color='blue', alpha=0.25, width = .8)
df_grafico_2.plot(kind='line', ax=ax, color=('green','tomato'), lw=2)

plt.xticks(rotation=90)
plt.legend(['Consumo ativo fora de ponta', 'Consumo ativo na ponta', 'Consumo ativo total'], fontsize = 10)
plt.xlabel("Mês/ano", {'fontsize': 10})
plt.ylabel("kWh", {'fontsize': 10})
# plt.savefig('Figuras\Figura 5.png', pad_inches=0.1, bbox_inches ='tight', facecolor = 'w')
plt.show()

```



In [50]:

```

# Figura 6

plt.rc('figure', figsize = (10,5))
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 10
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 10

i = 'CEAB - FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO'

```

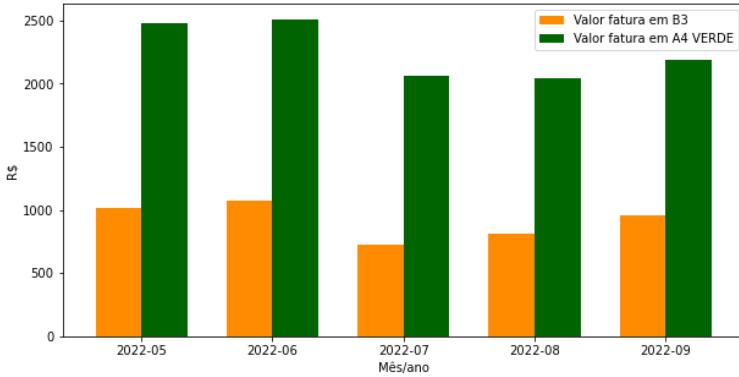
```

df_leitura = df_calculo[df_calculo['Unidade/UFBA'] == i]
df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= '2022-05']
df_leitura = df_leitura[['Tarifa (R$) B3', 'Tarifa (R$) A4 VERDE 2022']]

fig = df_leitura.plot.bar(color =['darkorange', 'darkgreen'], width = 0.7)

plt.xticks(rotation=0)
plt.legend(['Valor fatura em B3', 'Valor fatura em A4 VERDE'], fontsize = 10)
plt.xlabel("Mês/ano", {'fontsize': 10})
plt.ylabel("R$", {'fontsize': 10})
# plt.savefig('Figuras/Figura 6.png', pad_inches=0.1, bbox_inches ='tight', facecolor = 'w')
plt.show()

```



```

In [51]: # Figura 7
# Curva de faturas

plt.rc('figure', figsize = (10,5))
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 10
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 10

mes_demanda = '2022-05'
ordenadas = list(range(0,800))

contador = 33
i = unidades_set22_grupo_a_sort[contador]

valor_leitura = valor_demandas_cumulativas[contador]
demandas_leitura = demandas_ótimas[contador]

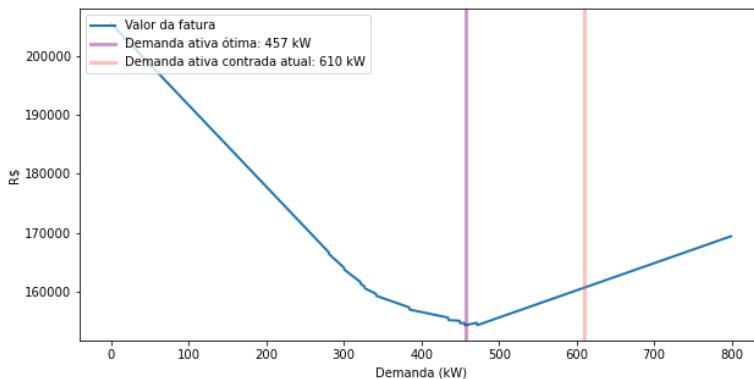
fig = plt.plot(ordenadas, valor_leitura, label='Valor da fatura', marker='', lw=2)

plt.axvline(x=demandas_ótimas[contador],
            color = 'purple',
            lw=3, alpha=0.4,
            label='Demanda ativa ótima: '+str(demandas_ótimas[contador])+' kW')
plt.axvline(x=demandas_originais[contador],
            color = 'tomato',
            lw=3, alpha=0.4,
            label='Demanda ativa contrada atual: '+str(demandas_originais[contador])+' kW')

contador = contador+1

plt.xticks(rotation=0)
plt.legend(loc=2)
plt.xlabel("Demanda (kW)", {'fontsize': 10})
plt.ylabel("R$", {'fontsize': 10})
# plt.savefig('Figuras/Figura 7.png', pad_inches=0.1, bbox_inches ='tight', facecolor = 'w')
plt.show()

```



In [52]:

```
# Figura 8

plt.rcParams['figure', figsize = (10,5)]
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 10
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 10

mes_demanda = '2022-05'
mes_inicial_grafico = '2022-05'
mes_final = '2022-09'

i = 'ESCOLA POLITÉCNICA'

demanda_otima_verde = []
demanda_otima_azul_fora_ponta = []
demanda_otima_azul_na_ponta = []

df_leitura = df_calculo[df_calculo['Unidade/UFBA'] == i]
df_leitura = df_leitura[df_leitura.index >= mes_demanda]

for tipo_tarifa in tarifa_a4.index:

    if tipo_tarifa == 'A4 VERDE 2022':

        demandas_temporarias = []
        valor_demandas_temporarias = []
        j = 0
        while j < 800:

            j = j+1
            df_leitura['demanda_teste'] = j

            df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
            df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa Fora Ponta']

            df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
            df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_fora_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem Fora Ponta']

            df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa] = \
            df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem na Ponta']

            df_leitura['Valor_1 '+tipo_tarifa] = (df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
            df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
            df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa]) / tributos

            valor_demandas_temporarias.append(round(df_leitura['Valor_1 '+tipo_tarifa].mean(), 2))
            demandas_temporarias.append(j)

            valor_minimo = min(valor_demandas_temporarias)
            indice_valor_minimo = valor_demandas_temporarias.index(valor_minimo)
            demanda_otima = demandas_temporarias[indice_valor_minimo]

            if demanda_otima < 30:
                demanda_otima = 30

            demanda_otima_verde = str(demanda_otima)
            df_leitura['demanda_teste'] = demanda_otima

            df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
```

```

df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa Fora Ponta']

df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_fora_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem Fora Ponta']

df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa] = \
df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem na Ponta']

df_leitura['Valor_1 '+tipo_tarifa] = (df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa]) / tributos

if tipo_tarifa == 'A4 AZUL 2022':

    demandas_temporarias = []
    valor_demandas_temporarias = []
    j = 0
    while j < 800:

        j = j+1
        df_leitura['demanda_teste'] = j

        df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa Fora Ponta']

        df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_fora_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem Fora Ponta']

        df_leitura['Valor_2 '+tipo_tarifa] = (df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
        df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa]) / tributos

        valor_demandas_temporarias.append(round(df_leitura['Valor_2 '+tipo_tarifa].mean(), 2))
        demandas_temporarias.append(j)

    valor_minimo = min(valor_demandas_temporarias)
    indice_valor_minimo = valor_demandas_temporarias.index(valor_minimo)
    demanda_otima = demandas_temporarias[indice_valor_minimo]

    if demanda_otima < 30:
        demanda_otima = 30

    demanda_otima_azul_fora_ponta = str(demanda_otima)
    df_leitura['demanda_teste'] = demanda_otima

    df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
    df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa Fora Ponta']

    df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
    df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_fora_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem Fora Ponta']

    df_leitura['Valor_2 '+tipo_tarifa] = (df_leitura['Valor Demanda Ativa Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
    df_leitura['Valor Ultrapassagem Fora Ponta '+tipo_tarifa]) / tributos

    demandas_temporarias = []
    valor_demandas_temporarias = []
    j = 0
    while j < 800:

        j = j+1
        df_leitura['demanda_teste'] = j

        df_leitura['Valor Demanda Ativa na Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa na Ponta']

        df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa] = \
        df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem na Ponta']

        df_leitura['Valor_1 '+tipo_tarifa] = (df_leitura['Valor Demanda Ativa na Ponta '+tipo_tarifa] + \
        df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa]) / tributos

```

```

valor_demandas_temporarias.append(round(df_leitura['Valor_1 '+tipo_tarifa].mean(), 2))
demandas_temporarias.append(j)

valor_minimo = min(valor_demandas_temporarias)
indice_valor_minimo = valor_demandas_temporarias.index(valor_minimo)
demanda_otima = demandas_temporarias[indice_valor_minimo]

if demanda_otima < 30:
    demanda_otima = 30

demanda_otima_azul_na_ponta = str(demanda_otima)
df_leitura['demanda_teste'] = demanda_otima

df_leitura['Valor Demanda Ativa na Ponta '+tipo_tarifa] = \
df_leitura['demanda_teste'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Ativa na Ponta']

df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa] = \
df_leitura.apply(lambda df_leitura: ultrapassagem_otima_ponta(df_leitura), axis=1) * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Ultrapassagem na Ponta']

df_leitura['Valor_1 '+tipo_tarifa] = ((df_leitura['Valor Demanda Ativa na Ponta '+tipo_tarifa] + \
df_leitura['Valor Ultrapassagem na Ponta '+tipo_tarifa]) / tributos) + \
df_leitura['Valor_2 '+tipo_tarifa]

df_leitura['Valor Consumo Ativo na Ponta '+tipo_tarifa] = \
df_leitura['Consumos Ativos Na Ponta (KWh)'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Consumo Ativo na Ponta']

df_leitura['Valor Consumo Ativo Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
df_leitura['Consumos Ativos Fora de Ponta (KWh)'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Consumo Ativo Fora Ponta']

df_leitura['Valor Consumo Reativo Excedente '+tipo_tarifa] = \
df_leitura['Consumos Reativos (KWh)'] * tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Consumo Reativo Excedente']

df_leitura['Valor Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta '+tipo_tarifa] = \
df_leitura['Demandas Reativas Excedentes (KW)']*tarifa_a4.at[tipo_tarifa, 'Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta']

df_leitura['Valor '+tipo_tarifa] = round((df_leitura['Valor_1 '+tipo_tarifa] + \
df_leitura['Valor Consumo Ativo na Ponta '+tipo_tarifa] + \
df_leitura['Valor Consumo Ativo Fora Ponta '+tipo_tarifa] + \
df_leitura['Valor Consumo Reativo Excedente '+tipo_tarifa] + \
df_leitura['Valor Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta '+tipo_tarifa]) / tributos, 2)

# As tarifas mudaram o preço em maio 2022
df_grafico = df_leitura[df_leitura.index >= mes_inicial_grafico]
df_grafico = df_grafico[['Valor A4 VERDE 2022', 'Valor A4 AZUL 2022', 'Tarifa (R$) A4 VERDE 2022']]

fig = df_grafico.plot.bar(color=['darkgreen', 'darkblue', 'darkorange'])

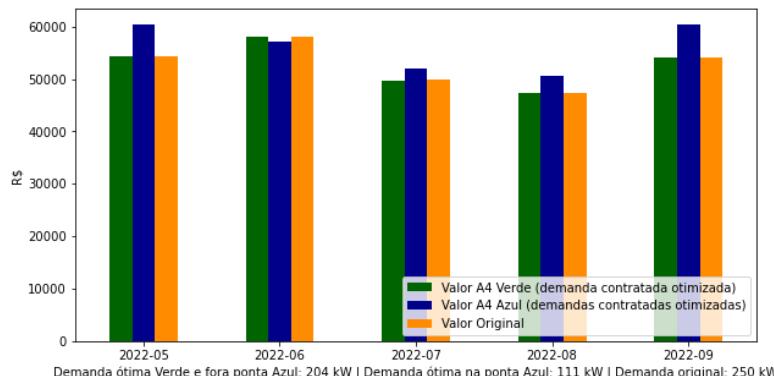
demanda_original = str(int(df_leitura.at[mes_final,'Demdas. Ativas Contdas. (DC)']))

plt.xticks(rotation=0)
plt.legend(['Valor A4 Verde (demanda contratada otimizada)', \
'Valor A4 Azul (demandas contratadas otimizadas)', \
'Valor Original'], \
fontsize = 10, \
loc='lower right')
fig.set_ylabel('R$', {'fontsize': 10})
fig.set_xlabel('Demanda ótima Verde e fora ponta Azul: '+demanda_otima_verde+ \
' kW | Demanda ótima na ponta Azul: '+demanda_otima_azul_na_ponta+ \
' kW | Demanda original: '+demanda_original+ \
' kW', {'fontsize': 10})

# plt.savefig('Figuras/Figura 8.png', pad_inches=0.1, bbox_inches ='tight', facecolor ='w')
plt.show()

print('Demanda ótima VERDE: '+demanda_otima_verde)
print('Demanda ótima fora ponta AZUL: '+demanda_otima_azul_fora_ponta)
print('Demanda ótima na ponta AZUL: '+demanda_otima_azul_na_ponta)
print('Demanda original: '+demanda_original)

```



```
Demande optimale VERDE: 204
Demande optimale hors pointe AZUL: 204
Demande optimale sur la pointe AZUL: 111
Demande originale: 250
```

In [53]:

```
# Figura 9
plt.rc('figure', figsize = (10,5))
plt.rcParams['xtick.labelsize'] = 8
plt.rcParams['ytick.labelsize'] = 8

df_leitura = pd.DataFrame()
df_leitura['Atraso'] = df['Multa (R$)'] + df['Juros (R$)']
df_grafico = df_leitura.groupby('Mês/ano').sum()

df_grafico.plot.bar(color = 'darkcyan', width = 0.85)

plt.xticks(rotation=90)
plt.legend(['Soma do valor de multas e juros'], fontsize = 10)
plt.xlabel("Mês/ano", {'fontsize': 10})
plt.ylabel("R$", {'fontsize': 10})
# plt.savefig('Figuras/Figura 9.png', pad_inches=0.1, bbox_inches ='tight', facecolor = 'w')
plt.show()
```

