

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Otávio Pereira Battistella

**ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA NO CENTRO DO ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL**

Santa Maria, RS, Brasil
2021

Otávio Pereira Battistella

**ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA UNIVERSIDADE
PÚBLICA NO CENTRO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do título de **Engenheiro Eletricista**.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Sperandio

Santa Maria, RS, Brasil
2021

Otávio Pereira Battistella

**ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA UNIVERSIDADE
PÚBLICA NO CENTRO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro Eletricista**.

Aprovado em 06 de setembro de 2021

Mauricio Sperandio, Dr. Eng. (DESP - UFSM)
(Presidente/Orientador)

Marcelo Bruno Capeletti, Eng. (UFSM)

Pedro Marcolin, Eng. (UFSM)

Santa Maria, RS, Brasil
2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família pelos ensinamentos, por todo apoio, todo amor e carinho, e por sempre me apoiar e incentivar em todos os desafios que tive até hoje. Agradeço e sou infinitamente grato aos meus pais, por ser a pessoa correta e de caráter que sou hoje, pois o apoio deles sem dúvidas foi fundamental.

Ao meu orientador Mauricio Sperandio, por ser uma pessoa comprometida e atenciosa, me auxiliando no crescimento profissional. Agradeço também a todos meus colegas e pessoas que de alguma forma fizeram parte da minha caminhada na graduação e na vida, pessoas que sem dúvidas contribuíram muito para meu desenvolvimento pessoal.

Agradeço a Deus e a todos que de alguma forma contribuíram para eu ser quem sou hoje.

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso II
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Santa Maria

ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA NO CENTRO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

AUTOR: Otávio Pereira Battistella
ORIENTADOR: Mauricio Sperandio

Devido a busca por um consumo menor e mais eficiente de energia elétrica, o consumidor vem buscando alternativas para avaliar seu uso e entender como gerir melhor a questão energética. Este trabalho tem como finalidade analisar e apresentar dados de consumo dos centros de ensino da Universidade Federal de Santa Maria, localizada em Santa Maria - Rio Grande do Sul. A metodologia proposta foi apresentar dados de consumo e demanda e, realizar comparações sobre a utilização, fazendo uso do número de pessoas e da área de cada centro de ensino.

Palavras-chave: Eficiência. Consumo. Demanda. Energia.

ABSTRACT

Final Course Paper
Graduation Course in Electrical Engineering
Federal University of Santa Maria

ANALYSIS OF ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION OF A PUBLIC UNIVERSITY IN THE CENTER OF RIO GRANDE DO SUL STATE

AUTHOR: Otávio Pereira Battistella
ADIVISOR: Mauricio Sperandio

With the search for a smaller and more efficient consumption of electric energy, the consumer has been looking for alternatives to evaluate its use and understand how to better manage the energy issue. This work has as analyzer and presenter the consumption data of the teaching centers of the Federal University of Santa Maria, located in the city of Santa Maria - RS. The proposed methodology was to present consumption and demand data and make comparisons of use, using the number of people and area of each teaching center.

Keywords: Efficiency. Consumption. Demand. Energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Matriz energética brasileira.....	16
Figura 2: Conexão de analisador de energia em quadro trifásico.....	19
Figura 3: Site com dados dos medidores de energia	20
Figura 4: Mapa dos medidores UFSM	21
Figura 5: Ciclo PDCA	23
Figura 6: Cursos por local de oferta	24
Figura 7: Consumo mensal em kWh centro de artes e letras.....	26
Figura 8: Consumo mensal em kWh centro de ciências naturais e exatas	27
Figura 9: Consumo mensal em kWh centro de ciências rurais.....	27
Figura 10: Consumo mensal em kWh centro de ciências da saúde.....	28
Figura 11: Consumo mensal em kWh centro de ciências sociais e humanas.....	29
Figura 12: Consumo mensal em kWh centro de educação.....	30
Figura 13: Consumo mensal em kWh centro de educação física e desportos.....	31
Figura 14: Consumo mensal em kWh centro de tecnologia.....	32
Figura 15: Consumo mensal em kWh colégio técnico industrial.....	33
Figura 16: Consumo mensal em kWh colégio politécnico.....	34
Figura 17: Consumo mensal em kWh reitoria.....	36
Figura 18: Consumo total de cada centro	37
Figura 19: Áreas por centro	47
Figura 20: Comparativo consumo por metro quadrado.....	48
Figura 21: Relação consumo de energia/pessoas	49
Figura 22: Demanda centro de artes e letras.....	51
Figura 23: Demanda centro de ciências naturais e exatas	52
Figura 24: Demanda centro de ciências rurais.....	53
Figura 25: Demanda centro de ciências da saúde.....	54
Figura 26: Demanda centro de ciências sociais e humanas.....	54
Figura 27: Demanda centro de educação.....	55
Figura 28: Demanda centro de educação física e desportos.....	56
Figura 29: Demanda centro de tecnologia.....	57
Figura 30: Demanda colégio técnico industrial.....	58
Figura 31: Demanda colégio politécnico.....	59
Figura 32: Demanda reitoria.....	60

Figura 33: Comparativo entre os fatores de carga.....	61
Figura 34: Padrão de consumo dos centros de ensino	62
Figura 35: Mapa das estações meteorológicas INMET.....	63
Figura 36: Temperatura diária em Santa Maria - RS.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de estudantes, docentes e TAEs.....	24
Tabela 2: Área centro de artes e letras.....	38
Tabela 3: Área centro de ciências naturais e exatas	38
Tabela 4: Área centro de ciências rurais.....	39
Tabela 5: Área centro de ciências da saúde.....	41
Tabela 6: Área centro de ciências sociais e humanas.....	42
Tabela 7: Área centro de educação.....	42
Tabela 8: Área centro de educação física e desportos.....	43
Tabela 9: Área centro de tecnologia.....	44
Tabela 10: Área colégio técnico industrial.....	45
Tabela 11: Área colégio politécnico.....	45
Tabela 12: Área reitoria.....	46
Tabela 13: Relação de pessoas por centro.....	48
Tabela 14: Consumo total por centro de ensino.....	49

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

MW	Mega Watt
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
kWh	Quilo Watt hora
kW	Quilo Watt
kVA	Quilo Volt Ampere
kVAr	Quilo Volt Ampere reativo
CPD	Centro de Processamento de Dados
PDCA	Planejar – Executar – Checar – Agir
RS	Rio Grande do Sul
TAE	Técnico administrativo em educação
CAL	Centro de Artes e Letras
CCNE	Centro de Ciências Naturais e Exatas
CCR	Centro de Ciências Rurais
CCS	Centro de Ciências Sociais
CCSH	Centro de Ciências Sociais e Humanas
CE	Centro de Educação
CEFD	Centro de Educação Física e Desportos
CT	Centro de tecnologia
CTISM	Colégio Técnico Industrial
PROINFRA	Pró-Reitoria de Infraestrutura
FC	Fator de carga
Dmed	Demanda média
Dmax	Demanda máxima
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo principal	15
1.1.2	Objetivo específico	15
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	15
2.2	DEFINIÇÕES E CONCEITOS	17
2.2.1	Tarifação de energia elétrica	17
2.2.2	Energia	17
2.2.3	Demanda	18
2.3	OBTENÇÃO DOS DADOS DE CONSUMO DE ENERGIA.....	18
2.4	PDCA.....	21
2.5	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA.....	23
3.	RESULTADOS	25
3.1	CONSUMO POR CENTRO DE ENSINO.....	25
3.1.1	Centro de Artes e Letras (CAL).....	25
3.1.2	Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE).....	26
3.1.3	Centro de Ciências Rurais (CCR).....	27
3.1.4	Centro de Ciências da Saúde (CCS)	28
3.1.5	Centro de Ciências Sociais e Humanas (CCSH).....	29
3.1.6	Centro de Educação (CE).....	30
3.1.7	Centro de Educação Física e Desportos (CEFD).....	31
3.1.8	Centro de Tecnologia (CT)	32
3.1.9	Colégio Técnico Industrial (CTISM).....	33
3.1.10	Colégio Politécnico	34
3.1.11	Reitoria.....	35
3.1.12	Consumo total dos centros de ensino.....	36

3.2	CONSUMO POR ÁREA (kWh/m ²).....	37
3.2.1	Consumo por área Centro de Artes e Letras (CAL).....	37
3.2.2	Consumo por área Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE).....	38
3.2.3	Consumo por área Centro de Ciências Rurais (CCR).....	39
3.2.4	Consumo por área Centro de Ciências da Saúde (CCS)	41
3.2.5	Consumo por área Centro de Ciências Sociais e Humanas (CCSH)	41
3.2.6	Consumo por área Centro de Educação (CE)	42
3.2.7	Consumo por área Centro de Educação Física e Desportos (CEFD).....	43
3.2.8	Consumo por área Centro de Tecnologia (CT)	43
3.2.9	Consumo por área Colégio Técnico Industrial (CTISM).....	44
3.2.9.1	Consumo por área Colégio Politécnico.....	45
3.2.10	Consumo por área Reitoria	46
3.2.11	Comparativo das áreas dos Centros de Ensino	46
3.3	CONSUMO POR PESSOA (kWh/pessoa).....	48
3.4	FATOR DE CARGA (Dmed/Dmax).....	50
3.4.1	Fator de carga Centro de Artes e Letras (CAL).....	51
3.4.2	Fator de carga Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE)	51
3.4.3	Fator de carga Centro de Ciências Rurais (CCR)	52
3.4.4	Fator de carga Centro de Ciências da Saúde (CCS).....	53
3.4.5	Fator de carga Centro de Ciências Sociais e Humanas (CCSH).....	54
3.4.6	Fator de carga Centro de Educação (CE).....	55
3.4.7	Fator de carga Centro de Educação Física e Desportos (CEFD)	56
3.4.8	Fator de carga Centro de Tecnologia (CT)	57
3.4.9	Fator de carga Colégio Técnico Industrial (CTISM).....	58
3.4.10	Fator de carga Colégio Politécnico	59
3.4.11	Fator de carga Reitoria.....	60
3.4.12	Comparação entre o fator de carga dos centros de ensino	61

3.5	RELAÇÃO DO CONSUMO COM A TEMPERATURA	62
4.	CONCLUSÃO.....	66
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

1. INTRODUÇÃO

Praticamente toda atividade que é desenvolvida na sociedade atual tem o intenso uso das diversas formas de energia. Dentre estas formas de energia, as que se destacam são aquelas colocadas à disposição dos consumidores onde e quando necessárias, tornando assim seu uso mais rápido e prático, tais como a gasolina, o álcool, gás natural, e principalmente a energia elétrica.

Capelli (2013) define que energia é a quantidade de trabalho fornecida por um sistema. Essa energia não pode ser criada, nem consumida ou destruída, pode somente ser transformada. Por exemplo, ao abastecer um carro com combustível, a energia química contida no tanque se transforma em energia cinética, energia térmica e energia sonora, gerando movimento, calor e barulho. Assim, sempre que convertemos uma forma de energia em outra, parte dela acaba dissipada. Essa relação entre energia aplicada a um sistema e a energia que sai desse sistema, é chamada de rendimento.

A energia elétrica, tratada em especial nesse trabalho, é utilizada desde os aparelhos mais simples, como lâmpadas e chuveiros elétricos, até sistemas mais complexos, como equipamentos industriais. Dessa forma, cada dia que passa, com a globalização e a produção de novas tecnologias, a demanda por energia se torna algo cada vez maior.

Segundo Cappelli (2013), a capacidade elétrica instalada no Brasil cresceu cinquenta e oito vezes entre 1950 e 2011. De 1.900 MW para cerca de 112.000 MW. Em 2013 chegou-se a aproximadamente 127.000 MW. Segundo dados do ministério de minas e energia, divulgados no boletim mensal de monitoramento do sistema elétrico brasileiro, em março de 2021 o Brasil atingiu 180.589 MW de capacidade instalada total de geração de energia, sendo assim, um aumento de aproximadamente 42% nos últimos 7 anos.

A oferta de energia elétrica raramente acompanha o crescimento da demanda, dessa forma, promover o aumento da eficiência energética se tornou de extrema importância para todo tipo de consumidor.

Com o aumento do consumo de energia no mundo todo, cada dia mais a sociedade vem se preocupando com as medidas de uso racional das diversas formas de energias, principalmente a energia elétrica. Dessa forma, este trabalho irá fazer uma análise do consumo de energia em uma universidade pública brasileira. Local onde diariamente são desenvolvidas diversas atividades pelos estudantes, docentes e servidores. O período de análise se estende entre maio de 2019 e abril de 2021, tendo assim dados do consumo durante as aulas presenciais e também dados de consumo após a pandemia de COVID-19, onde as atividades ocorreram a distância.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo principal

O seguinte trabalho de conclusão de curso tem como objetivo apresentar a análise do consumo de energia elétrica da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizada no Rio Grande do Sul. Demonstrando dados obtidos através de medidores de grandezas elétricas instalados nos transformadores de potência do campus de Santa Maria. Viabilizando assim, um estudo sobre a atual situação energética da instituição, promovendo possíveis ações de gestão de energia.

1.1.2 Objetivo específico

- Apresentar dados e informações de consumo da UFSM campus de Santa Maria;
- Relacionar o consumo de energia elétrica a quantidade de alunos e servidores da UFSM;
- Relacionar o consumo de energia elétrica com a área construída de cada centro;
- Analisar e comparar possíveis excessos de consumo;
- Apresentar e sugerir possíveis soluções para uma maior economia de energia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo irá apresentar a revisão bibliográfica pertinente aos assuntos abordados no referido trabalho. Inicialmente será apresentada informações sobre eficiência energética e sistema tarifário brasileiro. Após isso, será explicado como foram obtidos os dados de consumo da UFSM e quais os propósitos para esses dados.

2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

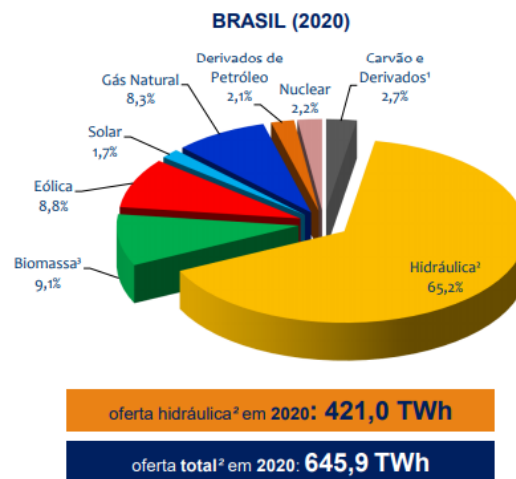
Eficiência energética pode ser definida segundo Capelli (2013), como uma filosofia de trabalho que tem o objetivo de otimizar a utilização de energia elétrica por meio de orientações, direcionamentos, ações e controle dos recursos humanos, recursos materiais e recursos econômicos, diminuindo a quantidade de energia necessária para se produzir um mesmo resultado ou produto.

De acordo com o Plano Nacional de Energia 2030, elaborado pelo Ministério de Minas e Energia, o uso mais eficiente da energia elétrica é um assunto em pauta nos dias atuais, devido a necessidade de desenvolvimento econômico sustentável, as dificuldades econômicas e

ambientais para a expansão do sistema elétrico e o papel importantíssimo que a energia elétrica desempenha para a sociedade.

A matriz energética brasileira é em sua maior parte, de fontes de geração hidráulica. Como mostra a Figura 1. Quando falamos em expandir a produção de energia, se tratando de fontes de energia térmica, se fala em altos custos de geração, e se tratando de fontes de geração hidráulica, que representa a maior parte da capacidade de geração no Brasil, o impacto ambiental, na maioria das vezes irreversível, associado ao alto custo de implantação de uma nova usina, nos torna a pensar em uma outra alternativa para tentar igualar a geração ao consumo.

Figura 1: Matriz energética brasileira



Fonte: Balanço Energético Nacional 2021

Dessa forma, com baixo custo e curto prazo de implantação, a racionalização do uso de energia se apresenta como uma boa alternativa, visto a fundamental importância que esse insumo tem sobre o desenvolvimento econômico e social de um país. Apenas algumas mudanças de procedimentos e hábitos tem significativo impacto econômico e no meio ambiente (ELETROBRÁS E PROCEL, 2005).

De fundamental importância para a competitividade econômica e para se atingir uma sustentabilidade ambiental, a eficiência energética tem alcançado em diversos países, resultados relevantes, devido a mobilização dos mais diversos agentes. Porém, esses resultados poderiam ser bem mais expressivos, incluindo no Brasil, onde ao longo das diferentes cadeias energéticas, 2/3 da energia é dissipada, desde as fontes primárias até a obtenção da energia útil (ERBER E MARQUES, 2009).

Além dos aspectos econômicos positivos da atividade de racionalização do uso de energia, soma-se a valorização da imagem da instituição de ensino alvo deste trabalho. Visto que atualmente a sociedade está cada vez mais orientada e comprometida com empresas e instituições que cultivam boas ações em relação ao meio ambiente.

Uma empresa ou instituição que tem o objetivo de alcançar uma estrutura de custos racionalizada, tornando-se mais competitiva e sustentável, deve incentivar todos colaboradores a obter o produto ou serviço com a melhor qualidade, fazendo isso com o menor consumo de energia possível. Não sendo assim admitido qualquer tipo de desperdício. (Guia de gestão de energia)

2.2 DEFINIÇÕES E CONCEITOS

2.2.1 Tarifação de energia elétrica

De acordo com COPEL (2006), o sistema tarifário de energia elétrica brasileiro é constituído de normas e regulamentações que estabelecem um determinado valor monetário da eletricidade para as várias classes e subclasses consumidoras. Assim, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que é uma agência reguladora do Governo Federal, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, tem como uma de suas atribuições de regular e fiscalizar a comercialização de energia elétrica.

Quando pagamos uma fatura de energia elétrica, estamos pagando pelo consumo em um período, normalmente mensal. O consumo de energia elétrica é igual a potência em quilowatts (kW) vezes o tempo em horas (h), expressa em quilowatts-hora (kWh). Assim, o consumo depende da potência do equipamento e do tempo que este permanece em funcionamento (Guia de gestão de energia).

2.2.2 Energia

Energia pode ser definida como o produto da potência vezes o tempo. Assim, a energia é a potência elétrica consumida por uma carga em um período de tempo determinado. Matematicamente pode ser escrito da forma como mostra a Equação 1:

$$\text{Energia (E)} = \text{Potência (P)} \times \text{Tempo (t)} \quad [1]$$

2.2.2.1 Energia ativa

É a quantidade de potência ativa utilizada durante um intervalo de tempo, a unidade de medida usual é o quilowatt-hora (kWh).

2.2.2.2 Energia reativa

É a parte da energia elétrica que não produz trabalho. A energia reativa tem a função de circular continuamente entre os diversos campos magnéticos e elétricos de um sistema de corrente alternada. É expressa em quilovolt-ampere-reativo-hora (kVARh).

2.2.3 Demanda

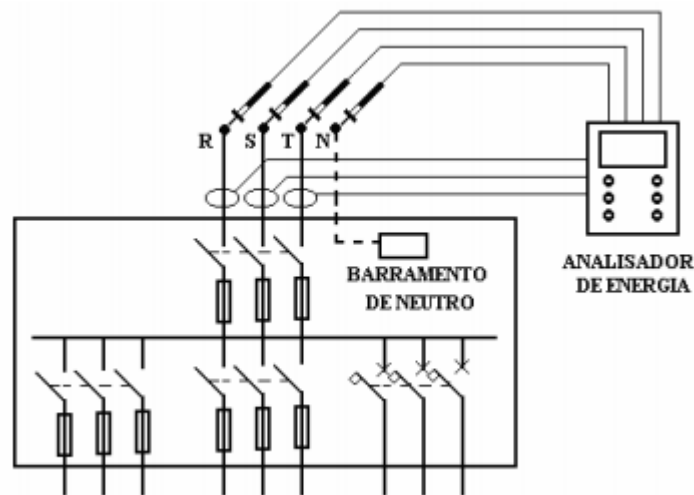
Demanda pode ser definida como a média entre as potências ativa e reativa, solicitadas por um sistema elétrico durante um intervalo de tempo definido. A demanda é expressa em quilowatts (kW). Segundo a Resolução ANEEL nº 456, o intervalo de tempo para a medição da demanda é de 15 minutos.

2.3 OBTENÇÃO DOS DADOS DE CONSUMO DE ENERGIA

Para se obter os dados de consumo da UFSM, foi necessário medir tensão e corrente com um medidor de energia elétrica.

Medidores de energia são equipamentos que medem o fluxo de potência utilizado por um sistema elétrico, verificando a tensão e corrente nas três fases do sistema. Realizar essa medição é algo que pode ser feito facilmente. Mas para se obter dados confiáveis, se faz necessário ter o máximo de informações possível. Na Figura 2, observa-se como é conectado o analisador de energia em um sistema trifásico

Figura 2: Conexão de analisador de energia em quadro trifásico



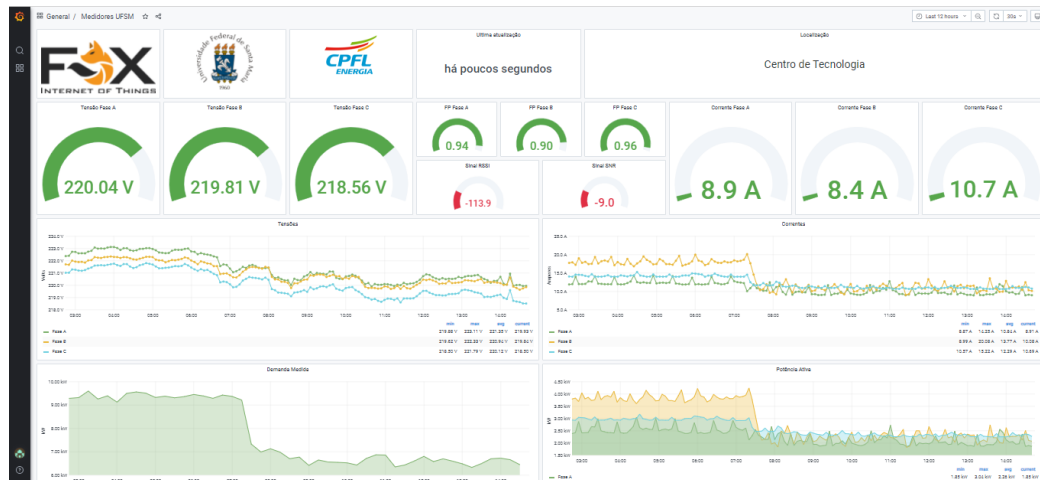
Fonte: CAMPOS, WANDERLEY E BIONDI (2007)

Como pode-se observar na Figura 2, o analisador de energia coleta dados de tensão e corrente nas três fases do sistema. Com essas tensões e correntes, se obtém as potências em tempo real nas três fases do sistema.

Os analisadores de energia elétrica utilizados na UFSM, enviam os dados coletados de maneira remota ao servidor do Centro de Processamento de Dados (CPD). Onde são disponibilizados de maneira gráfica e organizada, por cada transformador.

Assim, os dados que serão analisados ao decorrer deste trabalho, foram obtidos através do site www.cayenne.cpd.ufsm.br/grafana/, disponibilizados pelo Centro de Processamento de Dados (CPD) da UFSM, e foram coletados com equipamentos instalados pela Fox IoT, empresa que está na incubadora tecnologia da UFSM. O site apresenta os dados como mostra a Figura 3.

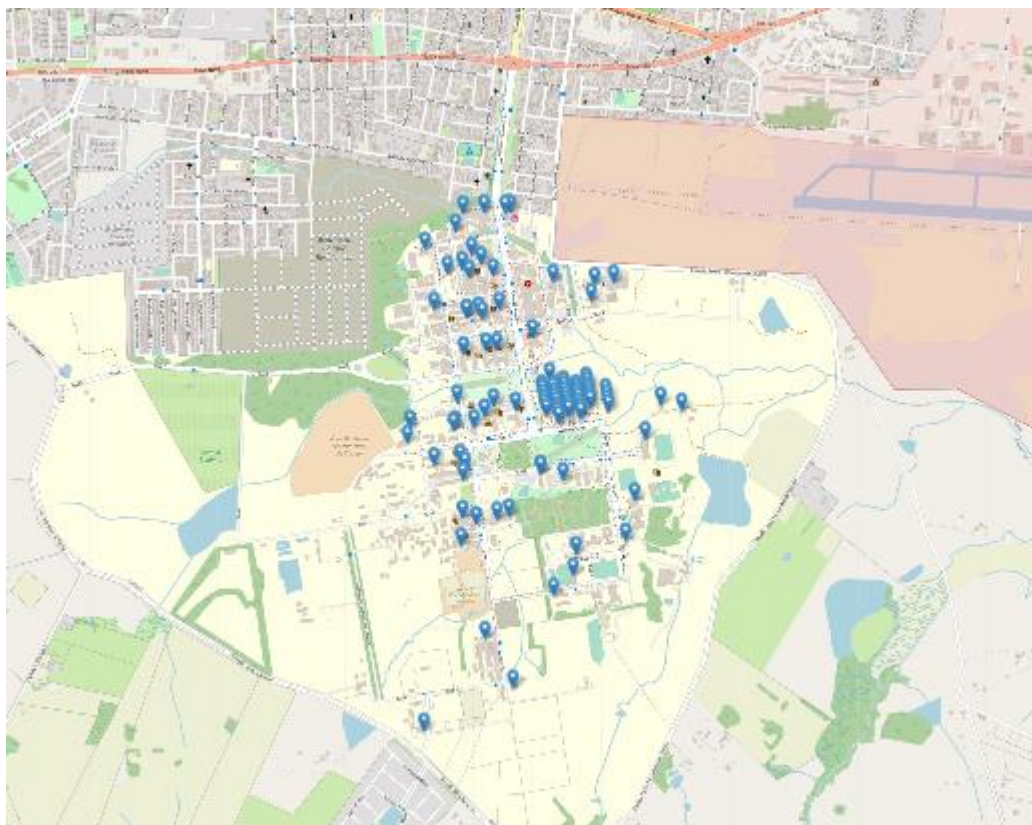
Figura 3: Site com dados dos medidores de energia



Fonte: www.cayenne.cpd.ufsm.br/grafana/

Foram coletados dados dos transformadores de energia, localizados por todo o campus de Santa Maria. Como pode ser visto na Figura 4, onde cada ponto azul representa um transformador monitorado. Os dados começaram a ser coletados a partir do mês de maio de 2019, quando a maioria dos medidores já haviam sido instalados. Esse número de transformadores monitorados continua crescendo, totalizando assim, 93 transformadores analisados.

Figura 4: Mapa dos medidores UFSM



Fonte: www.cayenne.cpd.ufsm.br/grafana/

2.4 PDCA

Entre os vários seguimentos e ramos de atividades diferenciados, o termo gestão vem sendo muito difundido como uma metodologia para organizar e melhorar processos, com o intuito de se obter a melhor qualidade com o menor custo para produtos e serviços.

Quando se fala na utilização de energia elétrica, gestão está diretamente associada ao uso eficiente e responsável. Geralmente, são utilizadas ferramentas que fornecem informações essenciais para auxiliar e fundamentar as decisões dos gestores no processo de busca e manutenção da efficientização do uso da energia elétrica. Como exemplo, podemos citar ferramentas que criam histórico de consumo em relação a utilização da energia elétrica, gerando tabelas, relatórios e gráficos. Podendo assim, se ter um acompanhamento da eficiência de um determinado processo, tendo base para aplicar iniciativas de gestão.

Uma das várias ferramentas associadas a gestão de processos que podemos utilizar para aprimorar o uso da energia elétrica, a mais simples e conhecida é o PDCA, em inglês, Plan – Do – Check - Act, que significa, Planejar – Fazer – Checar – Agir.

Este modelo de gestão estratégica se tornou famoso nos anos cinquenta, graças ao estatístico americano William Edwards Deming, considerado o pai do controle de qualidade em processos produtivos.

O PDCA, também chamado de ciclo de Shewart ou ciclo de Deming, se trata de uma técnica de gestão, uma metodologia interativa que tem como base quatro passos, que visam melhorar processos de forma contínua e monitorada por meio da identificação de problemas, de causas e soluções, aperfeiçoando e acelerando os processos a qual se deseja realizar a gestão.

O primeiro passo do PDCA, chamado planejar, deve ser elaborado um plano com base em diretrizes e políticas da instituição. Uma estratégia que visa resolver os problemas em questão. Nesse momento existem três fases fundamentais: o estabelecimento dos objetivos, a escolha do caminho para alcançar os objetivos e a definição de um método para isso. Sendo o primeiro passo, para se evitar perdas de tempo desnecessárias e evitar falhas nas próximas fases do ciclo PDCA, a boa e cuidadosa elaboração desta etapa é fundamental.

A segunda etapa do ciclo é o fazer. Após detalhado o que foi planejado na primeira etapa, é hora de colocar em prática. É nesse momento em que se executa o plano, treinando os envolvidos e preparando para o método empregado. Esta etapa deve ser acompanhada de perto para que não haja nenhum momento de desvio do planejado.

Verificar é a terceira etapa do ciclo PDCA. Aqui é feita a análise e verificação dos resultados alcançados e dos dados obtidos nas outras duas etapas anteriores. Pode-se assumir que esta etapa já começa junto ao planejamento na primeira parte do ciclo, quando se verifica se o trabalho está ocorrendo da forma devida. Após a execução do planejado, são feitas análises estatísticas e levantamento de dados e a verificação de todos os itens. A principal função desta etapa é identificar possíveis erros ou falhas no processo.

Por fim, a quarta etapa do ciclo PDCA é o agir. Nesta etapa é onde são tomadas as ações com base em tudo que foi verificado, afim de corrigir e ajustar o processo. Assim, após identificar as causas das falhas e solucionar-las, deve-se começar todo o processo novamente. Exatamente como um ciclo, tornando o processo aprimorado continuamente. Como pode ser visto na Figura 5.

Figura 5: Ciclo PDCA



Fonte: <https://valteralvespereira.wordpress.com/2016/11/15/ciclo-pdca/>

Esta metodologia de gestão é uma precisa tradução da máxima de que “prática leva a perfeição”. Mostrando que somente após a análise do processo e verificação dos dados, se consegue identificar e corrigir falhas.

Percebe-se aqui a importância da medição e da obtenção de dados para possíveis análises e melhorias, tornando-se assim uma atividade fundamental para a gestão. Somente medindo, se pode verificar que o processo hoje é melhor que ontem. Ressaltando a afirmação de Peter Drucker, o pai da administração, “o que não se pode medir, não se pode gerenciar”.

2.5 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

A Universidade Federal de Santa Maria, fundada por José Mariano da Rocha Filho, é a primeira instituição de ensino superior criada no interior do Brasil, ou seja, a primeira universidade criada em uma cidade que não é uma capital. Atualmente a UFSM possui quatro campi que estão localizados em Santa Maria (RS), Cachoeira do Sul (RS), Frederico Westphalen (RS) e Palmeira das Missões (RS).

A UFSM tem sua sede na cidade de Santa Maria (RS), mais precisamente no bairro Camobi, km 9, rodovia RS-509. É na sede onde se realiza a maior parte das atividades acadêmicas e administrativas. A extensão do campus universitário é de 1.863,57 hectares, com edificações que utilizam 239.578 metros quadrados e mais 42.036 metros quadrados fora da sede, totalizando 281.614 metros quadrados de área construída. O Campus Sede ainda possui a Casa do Estudante Universitário, com a capacidade para alojar até 1.805 estudantes.

A UFSM em seus quatro campi possui atualmente 266 cursos, 25.755 estudantes, 2.026 docentes e 2.628 técnicos administrativos (TAEs). Na Tabela 1 abaixo é apresentado o número de estudantes, docentes e TAEs por campus.

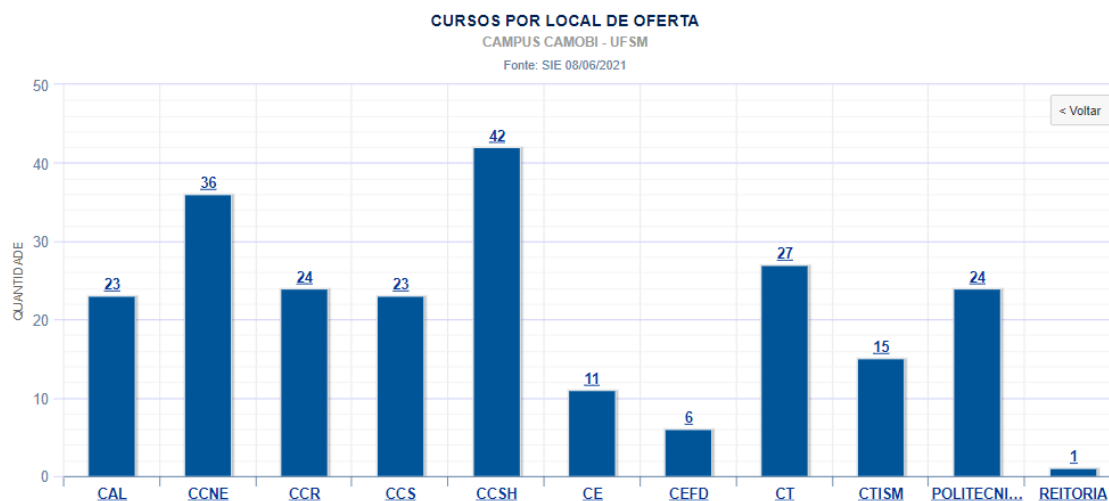
Tabela 1: Número de estudantes, docentes e TAEs

	Estudantes	Docentes	TAEs
Santa Maria	22.597	1.746	2.499
Cachoeira do Sul	1.033	99	39
Frederico Westphalen	1.036	90	51
Palmeira das Missões	1.089	91	39

Fonte: Autoria própria

O alvo desse trabalho é a UFSM campus Santa Maria, onde são ofertados cursos de ensino médio, técnico, graduação e pós-graduação. Totalizando assim 232 cursos distribuídos em 10 centros de ensino, reitoria e prédios administrativos ou de uso geral, como restaurante universitário por exemplo. Na Figura 6 é mostrado a quantidade de cursos por centro de ensino.

Figura 6: Cursos por local de oferta



Fonte: <https://ufsmpublica.ufsm.br/>

3. RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os dados coletados conforme apresentado anteriormente neste trabalho. Serão abordados dados de consumo em cada centro de ensino, relacionando com o número de pessoas que utilizam o mesmo e também pela área construída.

Em 17 de março de 2020, as aulas presenciais foram suspensas, devido a pandemia de COVID-19. Assim, os dados apresentados até esta data, tratam das atividades presenciais regulares dos docentes, discentes e servidores. A partir desta data, é esperado uma queda no consumo de energia, visto que as atividades permanecem a distância.

3.1 CONSUMO POR CENTRO DE ENSINO

Neste tópico, serão apresentados os dados de consumo de energia elétrica dos centros de ensino da UFSM campus Santa Maria, divididos da seguinte forma:

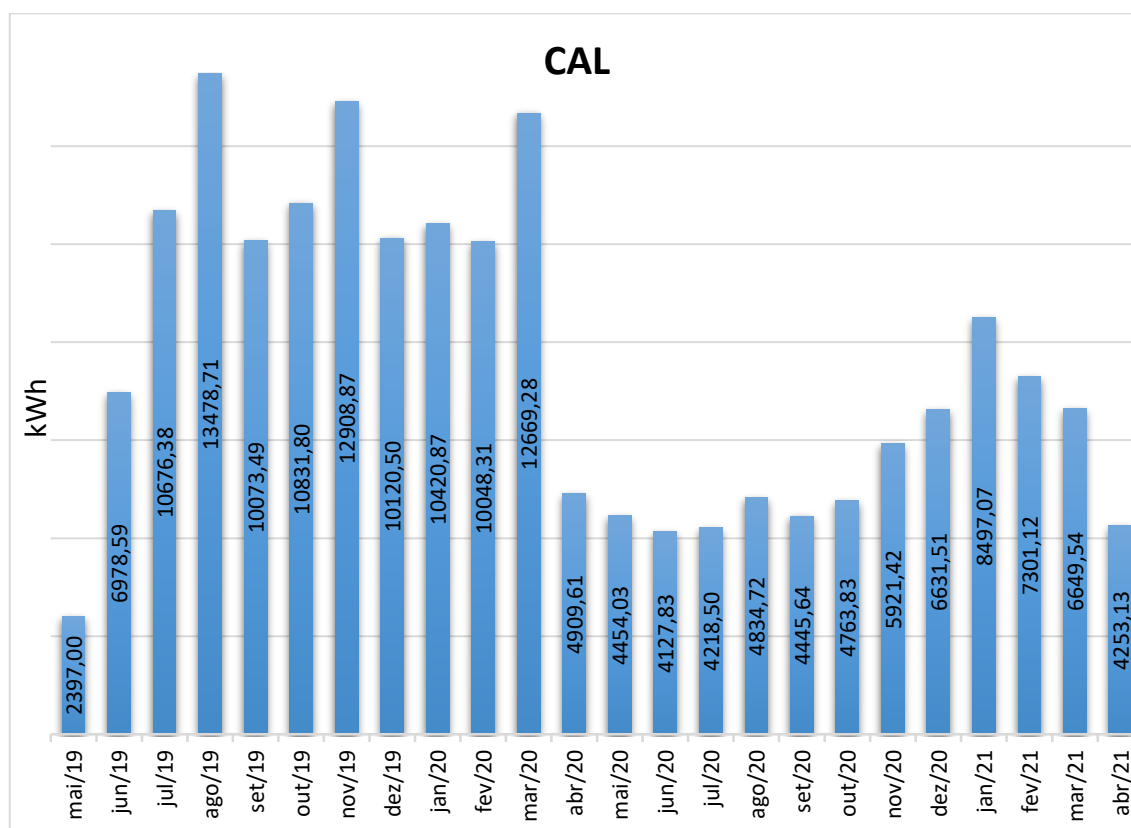
- Centro de artes e letras (CAL);
- Centro de ciências naturais e exatas (CCNE);
- Centro de ciências rurais (CCR);
- Centro de ciências da saúde (CCS);
- Centro de ciências sociais e humanas (CCSH);
- Centro de educação (CE);
- Centro de educação física e desportos (CEFD);
- Centro de tecnologia (CT);
- Colégio técnico industrial (CTISM);
- Colégio politécnico (Politécnico);
- Reitoria.

Durante os meses de maio de 2019 e abril de 2021, foram coletados os dados de energia. Devido a erros de transmissão dos mesmos, alguns valores podem apresentar alguma divergência quanto a realidade. Dados fora dos padrões esperados ou muito divergentes, foram desconsiderados, a fim de tornar esta análise mais precisa.

3.1.1 Centro de Artes e Letras (CAL)

Os dados de consumo do CAL começaram a ser obtidos no final do mês de maio de 2019, como pode ser visto na Figura 7.

Figura 7: Consumo mensal em kWh centro de artes e letras



Fonte: Autoria própria

O mês de maior consumo foi agosto de 2019, com 13.478,71 kWh. Como alguns dos transformadores só começaram a ser monitorados no mês de junho de 2019, consideraremos confiáveis os dados a partir de julho de 2019.

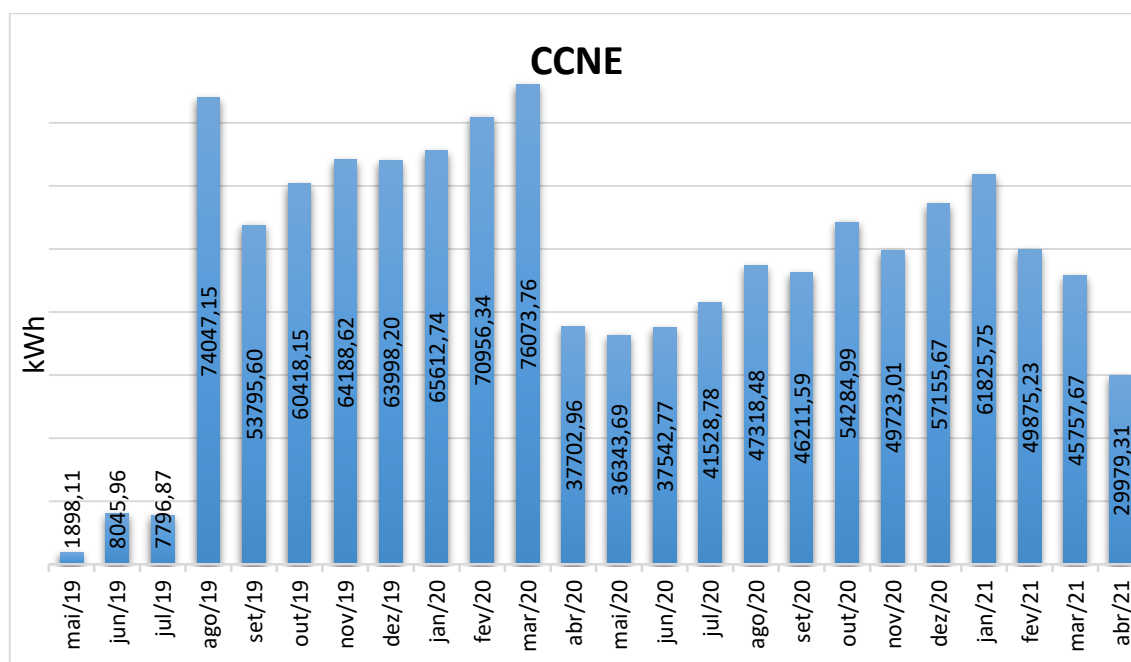
Durante as aulas presenciais seguiu-se um padrão de consumo, variando de 10.048,31 kWh a 13.478,71 kWh.

Nos meses pós pandemia, apenas algumas atividades de pesquisa se mantiveram presenciais. Nesses meses o consumo variou de 4.127,83 kWh a 8.497,07 kWh. Valores 243% e 158% menores, respectivamente, que durante o período letivo com aulas presenciais.

3.1.2 Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE)

A aquisição de dados dos transformadores que alimentam o centro de ciências naturais e exatas começou em maio de 2019, porém, somente em agosto de 2019 é que todos os transformadores passaram a ser monitorados. Como apresenta a Figura 8.

Figura 8: Consumo mensal em kWh centro de ciências naturais e exatas



Fonte: Autoria própria

Considerando somente os meses com os dados completos, o mês de maior consumo, com 76.073,76 kWh, foi o de março de 2020. E o mês com menor consumo durante as atividades presenciais foi setembro de 2019, com 53.795,60 kWh.

Já para o período em que não houve atividade presencial, o menor consumo foi em abril de 2021, com 29.979,31 kWh, e o maior consumo em janeiro de 2021, com 61.825,75 kWh.

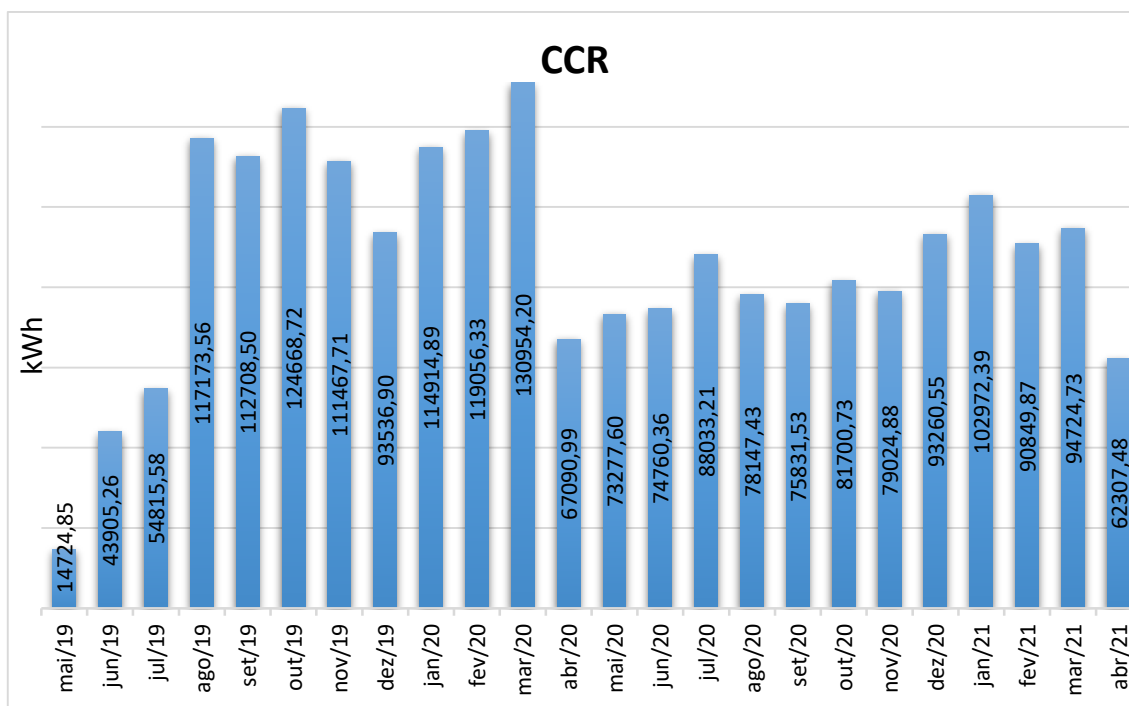
Pode-se observar que nos meses de maior consumo dos dois períodos de atividades, o mês de janeiro de 2021, teve uma redução de consumo de apenas 18% em relação a março de 2020. Ainda, analisando janeiro de 2021, com o mesmo mês de 2020, em 2021 teve-se uma redução de apenas 5,77% do consumo.

3.1.3 Centro de Ciências Rurais (CCR)

O centro de ciências rurais teve todos seus transformadores monitorados a partir de agosto de 2020, como pode ser visto na Figura 9.

Analisando o gráfico obtido, observa-se uma constância no consumo de energia, onde os meses de aula e de férias letivas, apresentam consumos muito próximos.

Figura 9: Consumo mensal em kWh centro de ciências rurais



Fonte: Autoria própria

No período anterior a pandemia, o mês de maior consumo foi março de 2020, com 130.954,20 kWh. E o mês com menor consumo foi dezembro de 2019, com 93.536,90 kWh.

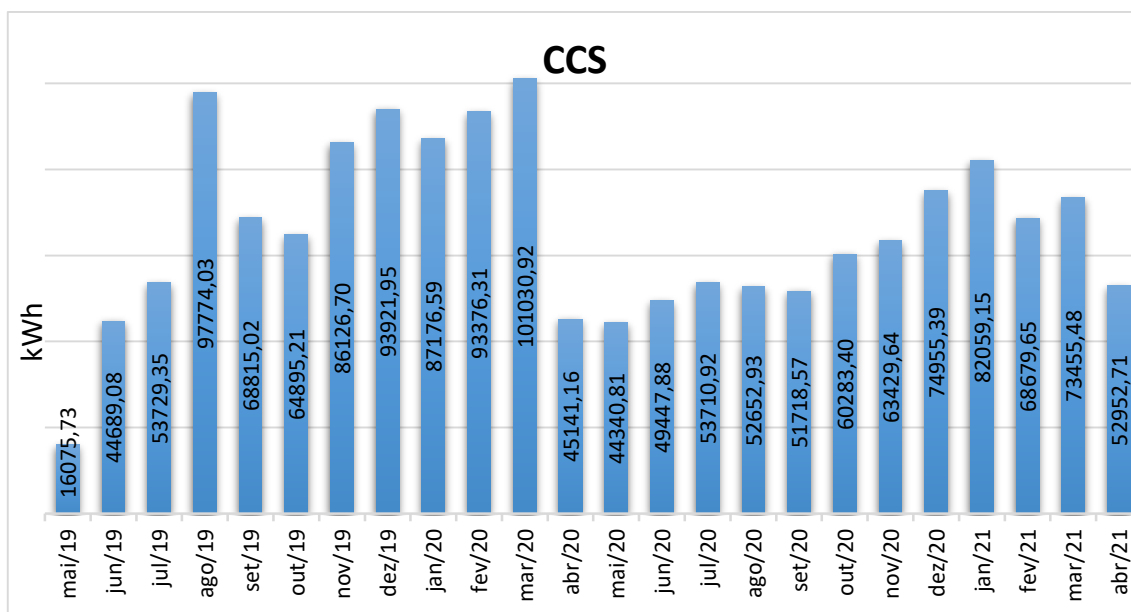
Já no período de suspensão de atividades presenciais, o maior consumo foi em janeiro de 2021 com 102.972,39 kWh, e o menor consumo em abril de 2021 com 62.307,48 kWh.

A média do primeiro período foi 115.560,10 kWh. Já a média do segundo período foi 81.690,90 kWh, uma redução de 41%.

3.1.4 Centro de Ciências da Saúde (CCS)

O centro de ciências da saúde tem os dados considerados confiáveis a partir de junho de 2019. Estes podem ser vistos na Figura 10.

Figura 10: Consumo mensal em kWh centro de ciências da saúde



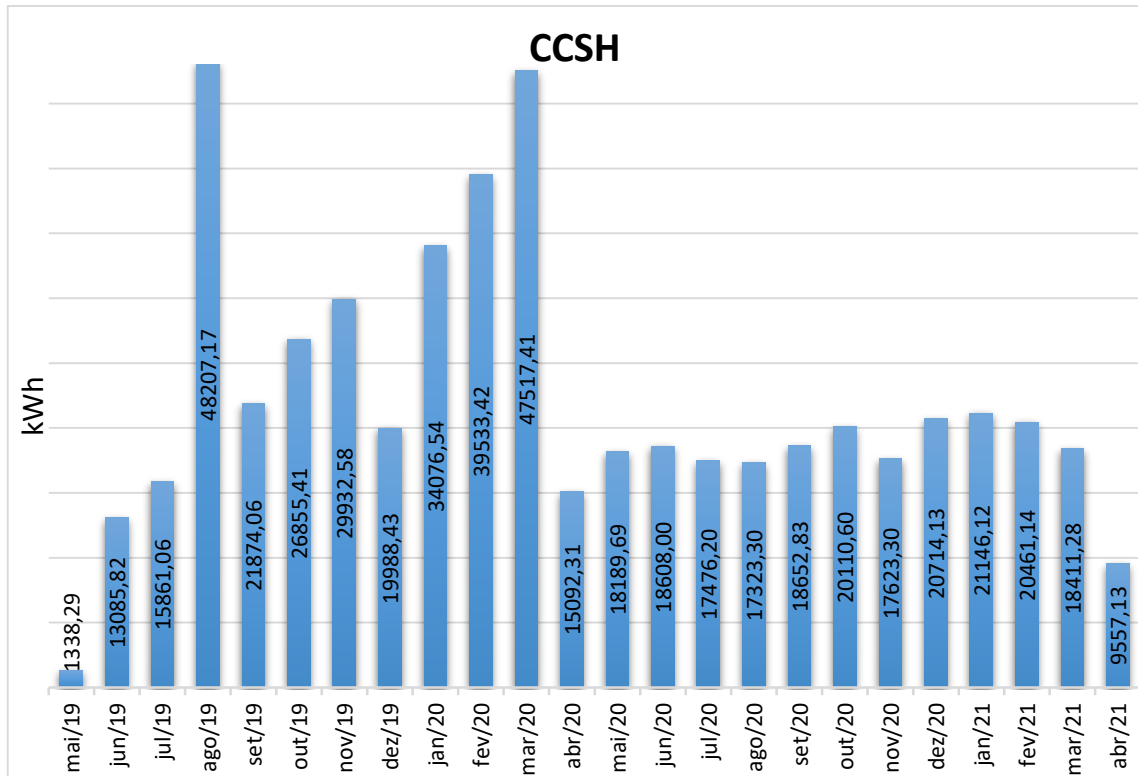
Fonte: Autoria própria

No período letivo presencial, o maior consumo de energia foi 101.030,92 kWh em março de 2020, e o menor consumo foi 44.689,08 kWh em junho de 2019. Já, no período sem atividades presenciais, o maior consumo foi no mês de janeiro de 2021, quando se obteve um consumo de energia elétrica de 82.059,15 kWh, e o menor consumo foi em maio de 2020, com 44.340,81 kWh.

3.1.5 Centro de Ciências Sociais e Humanas (CCSH)

O centro de ciências sociais e humanas teve todos os seus transformadores monitorados a partir de agosto de 2019. De acordo com a Figura 11, nota-se que em agosto de 2019 e março de 2020, se teve um consumo de energia elétrica acima do comum.

Figura 11: Consumo mensal em kWh centro de ciências sociais e humanas



Fonte: Autoria própria

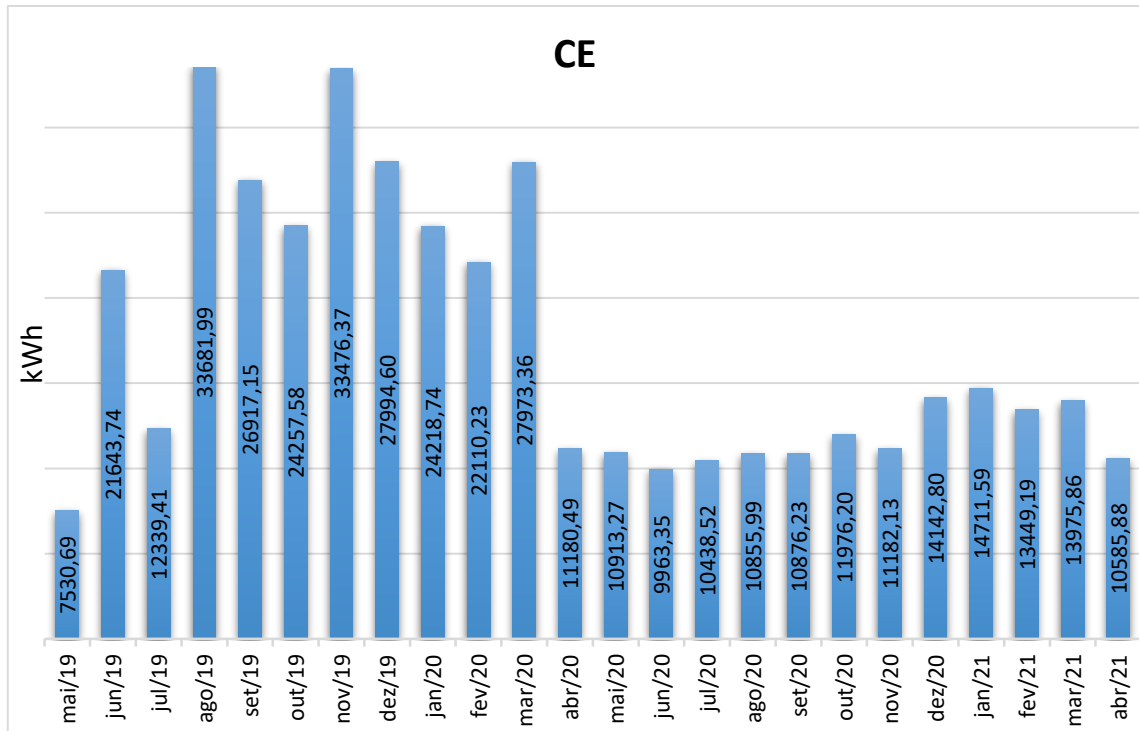
O consumo para a época de aula presenciais foi bem variado, indo dos 20.000 aos 48.000 kWh.

Na época de ensino a distância, de abril de 2020 a abril de 2021, não se variou muito o consumo, mantendo uma média de 17.951,23 kWh. Valor este, 53% menor do que a média de consumo do período com atividades presenciais.

3.1.6 Centro de Educação (CE)

Todos os transformadores do centro de educação foram monitorados a partir de maio de 2019, porém, somente no mês de junho de 2019 é que se obteve dados completos. Os dados podem ser vistos na Figura 12.

Figura 12: Consumo mensal em kWh centro de educação



Fonte: Autoria própria

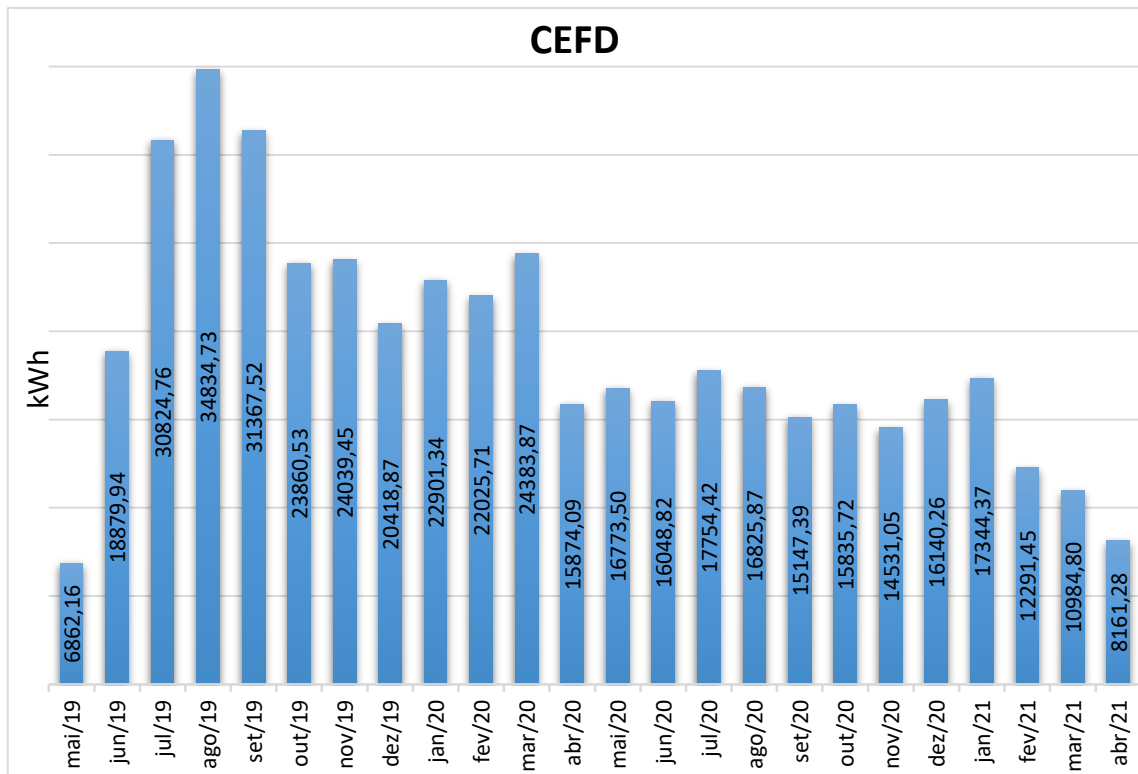
Conforme mostrado na Figura 12, nos meses com atividade presencial, houve variações do consumo de 22.000 kWh aos 33.000 kWh.

Já nos meses de atividades remotas, se manteve uma média de 11.865,50 kWh.

3.1.7 Centro de Educação Física e Desportos (CEFD)

Considera-se validos os dados a partir de junho de 2019 para o centro de educação física e desportos, como mostra a Figura 13.

Figura 13: Consumo mensal em kWh centro de educação física e desportos



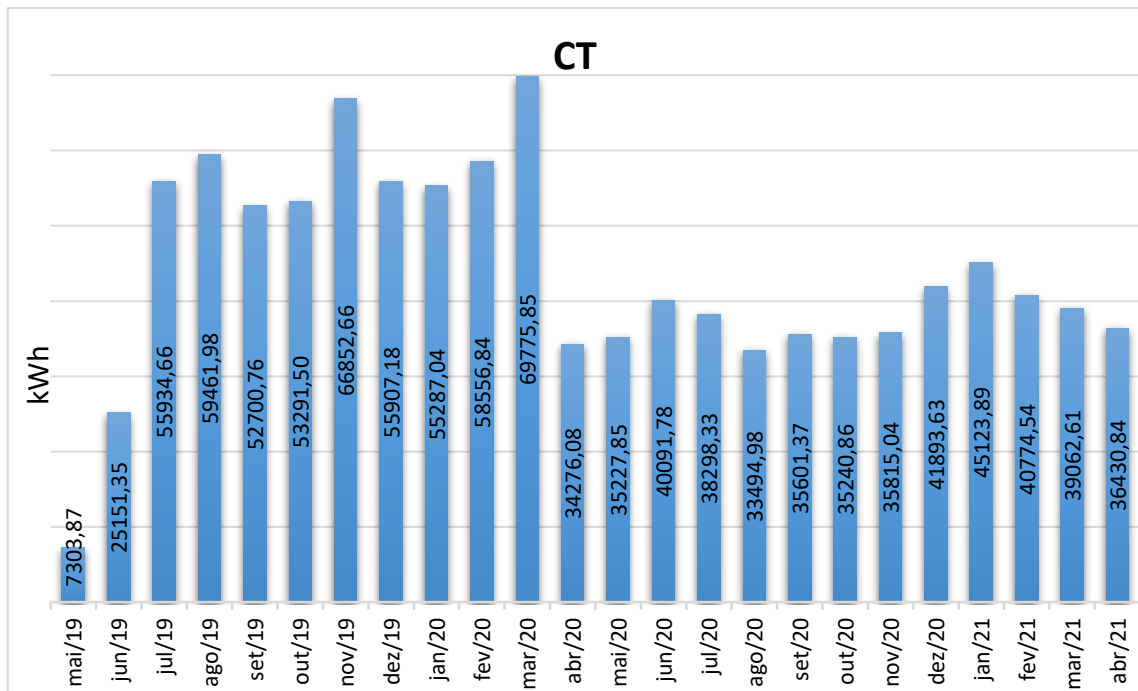
Fonte: Autoria própria

Nos meses de julho, agosto e setembro de 2019, o consumo se manteve acima dos 30.000 kWh. De outubro de 2019 a março de 2020 se obteve uma média de 22.938,30 kWh. Já no período sem atividades presenciais, se manteve uma média de 14.901,00 kWh, valor 41% menor que a média do período de atividades presenciais.

3.1.8 Centro de Tecnologia (CT)

O consumo do centro de tecnologia se manteve bem constante, como pode ser visto na Figura 14. Nos meses anteriores a pandemia, teve consumo com certa constância. E no período sem atividades presenciais também não demonstrou grandes variações.

Figura 14: Consumo mensal em kWh centro de tecnologia



Fonte: Autoria própria

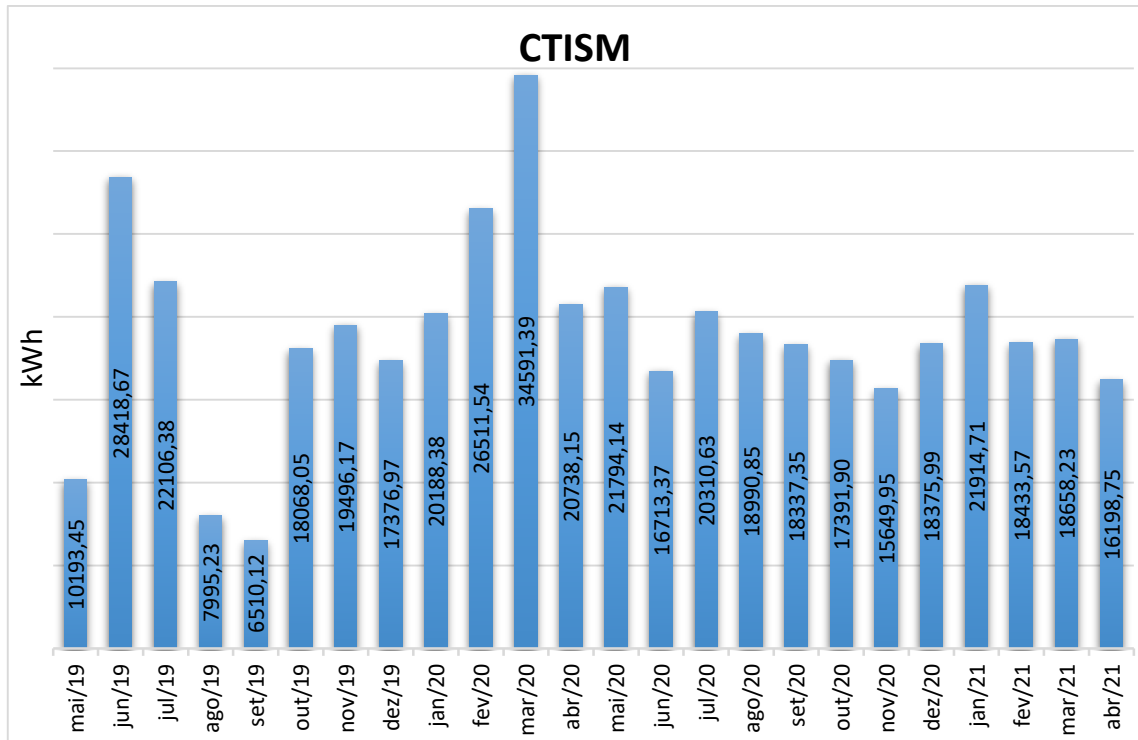
Considerando o período de julho de 2019 a março de 2020, o menor valor foi 52.700,76 kWh e o maior valor 69.775,85, tendo uma média de consumo de 58.640,94 kWh.

Nos meses sem atividades presenciais no campus, sem maiores variações, a média de consumo foi 37.794,75 kWh. Este valor médio, representa 35% a menos do que a média do período de aulas presenciais.

3.1.9 Colégio Técnico Industrial (CTISM)

Na Figura 15 pode ser observado os dados de consumo do colégio técnico industrial da UFSM. Nota-se que nos meses de aula presencial e nos meses pós COVID-19, os consumos ficaram muito parecidos.

Figura 15: Consumo mensal em kWh colégio técnico industrial



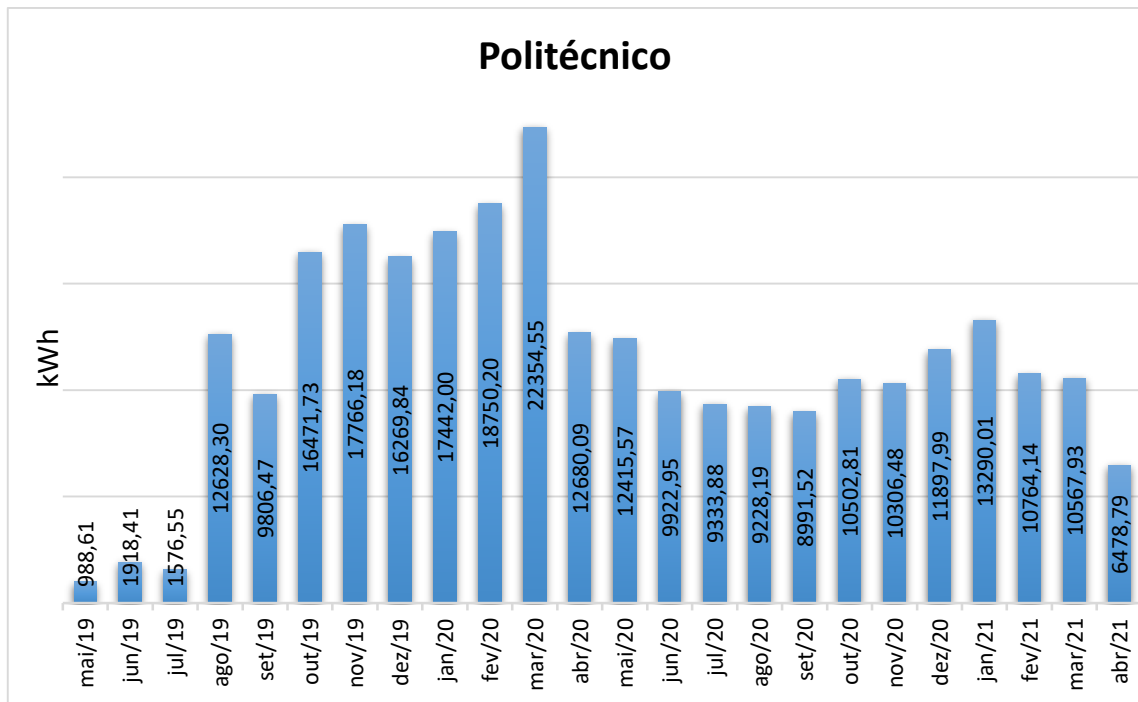
Fonte: Autoria própria

O menor consumo foi em setembro de 2019 com 6.510,12 kWh e o maior consumo foi em março de 2020 com 34.591,39 kWh.

3.1.10 Colégio Politécnico

A Figura 16 apresenta o consumo mensal do colégio politécnico. Os dados podem ser considerados confiáveis a partir de outubro de 2019, quando todos os transformadores receberam o analisador de energia.

Figura 16: Consumo mensal em kWh colégio politécnico



Fonte: Autoria própria

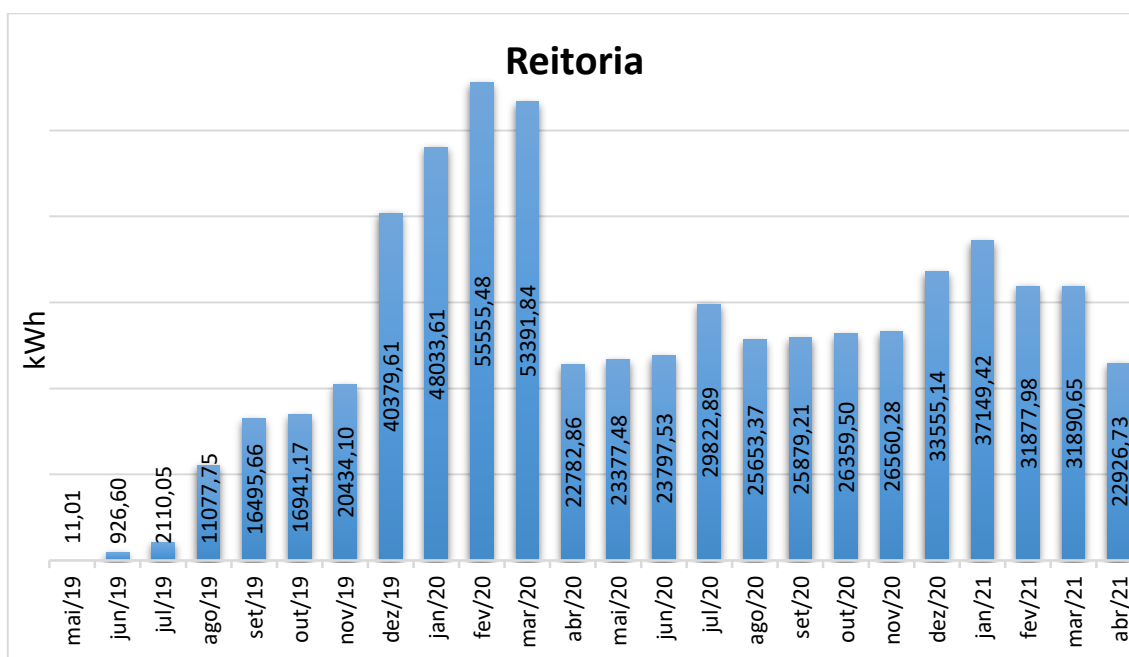
Nota-se na Figura 16, no período de agosto de 2019 a março de 2020 um certo padrão de consumo, assim como também no período de abril de 2020 a abril de 2021.

No primeiro período se obtém uma média de consumo de 16.436,16 kWh, e no segundo período uma média de 10.490,80 kWh. Valor este do segundo período 36% menor que a média do primeiro período, quando ainda se tinha atividades presenciais.

3.1.11 Reitoria

A Figura 17 apresenta o consumo de energia elétrica do prédio da reitoria da UFSM. Os dados obtidos de maio a novembro de 2019 possivelmente apresentam algum erro, por estarem fora dos padrões de consumo. Assim, analisou-se apenas o gráfico a partir de dezembro de 2019.

Figura 17: Consumo mensal em kWh reitoria



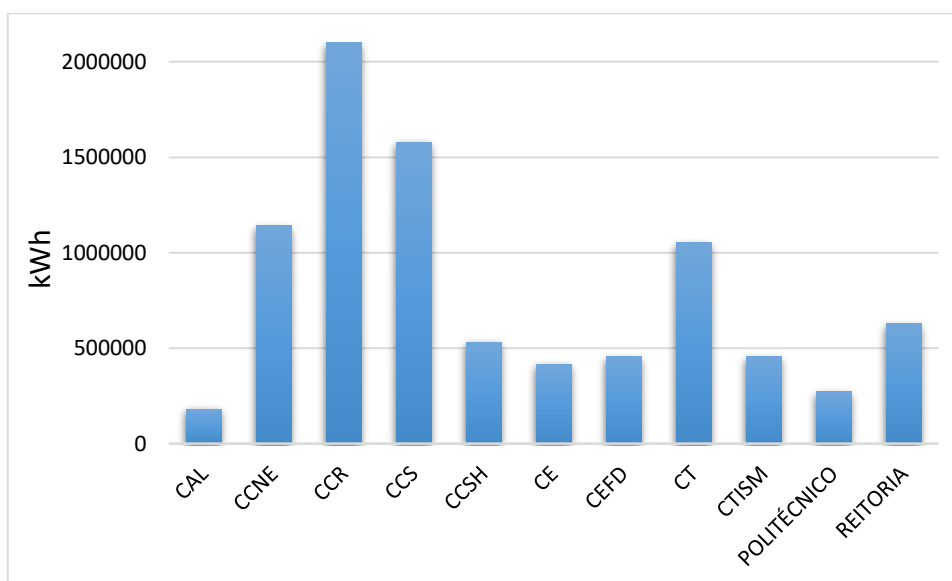
Fonte: Autoria própria

De acordo com a Figura 17, no período de dezembro de 2019 a março de 2020, obteve-se uma média de consumo de 43.558,93 kWh. Enquanto no período em que não houve atividades presenciais, de abril de 2020 a abril de 2021, a média de consumo foi 27.817,93 kWh. Observa-se que neste último período, o consumo se manteve constante.

3.1.12 Consumo total dos centros de ensino

A Figura 18 apresenta o consumo total no período de maio de 2019 a abril de 2021. A soma do consumo de energia elétrica de apenas quatro centros de ensino, representam 66% do consumo total entre todos os centros de ensino mostrados. Esses centros são CCR, CCS, CCNE e CT.

Figura 18: Consumo total de cada centro



Fonte: Autoria própria

3.2 CONSUMO POR ÁREA (kWh/m²)

Neste capítulo será relacionado o consumo de cada centro de ensino com sua área construída. De modo a se obter comparações do uso de energia entre todos os centros de ensino.

Os dados das áreas apresentadas nesse estudo, foram cedidas pela Pró Reitoria de Infraestrutura (PROINFRA) da UFSM.

Para se obter uma comparação mais assertiva, será realizado a média de consumo de agosto de 2019 a abril de 2021 de cada centro. Este valor será dividido pela área construída do mesmo, resultado em consumo médio por metro quadrado, medido em $\frac{kWh}{m^2}$. Como mostra a Equação [2].

$$\text{Consumo por } m^2 = \frac{\text{Consumo (kWh)}}{\text{Área (m}^2\text{)}} \quad [2]$$

A apresentação desses dados será seguindo a mesma ordem em que foram apresentados os dados de consumo mensal dos centros no capítulo 3.1.

3.2.1 Consumo por área Centro de Artes e Letras (CAL)

Para se obter a área total do centro de artes e letras, foram somadas as áreas dos prédios 40, 41 e Dança. Como mostra a Tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Área centro de artes e letras

	Prédio 40	Letras 40A	Música 40B	Prédio 41	Dança
Circulação	1519,49	547,19	553,02	106,16	543,52
Administrativo	960,52	408,82	157,88	0	390,52
Banheiro	251,63	83,95	94,31	54,83	200,14
Apoio	113,34	48,28	28,61	174,93	0
Auditório	400,03	104,49	0	0	0
Sala de aula	2427	521,27	613,91	0	951,03
Laboratório	850,3	145,29	267,31	597,81	0
Outros	376,22	83,74	73,65	0	0
Soma	6898,53	1943,03	1788,69	933,73	2085,21
Área total		13649,19		m²	

Fonte: Autoria própria

De acordo com a Tabela 2, a área total do centro de artes e letras é 13.649,19 m². A média de consumo de agosto de 2019 a abril de 2021 foi 7.693,32 kWh. Portanto o consumo pela área é o seguinte:

$$\text{Consumo por m}^2 = \frac{7.693,32 \text{ kWh}}{13.649,19 \text{ m}^2} = 0,5636 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

3.2.2 Consumo por área Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE)

A área do centro de ciências naturais e exatas é composta pela soma dos seguintes prédios: 13, 15, 17, 18, 67 e 358. Essas áreas podem ser vistas na Tabela 3.

Tabela 3: Área centro de ciências naturais e exatas

	CCNE 13	13A	13B	13D LARP	15 LEQSV	15 NAPO
Circulação	1791,52	58,21	77,8	155,66	59,52	265,95
Administrativo	1956,9	84,47	40,46	123,02	77,42	0
Banheiro	152,44	16,85	9,32	22,8	19,4	32,7
Apoio	65,44	0	0	31,23	72,94	130,2
Auditório	46,6	0	81,66	0	40,28	0
Sala de aula	2216,45	0	0	44,3	0	0
Laboratório	1122,91	241,06	138,43	145,66	296,68	410,07

Outros	340,18	0	26,65	71,76	0	0
Soma	7692,44	400,59	374,32	594,43	566,24	838,92
	15 Napo	15	Biologia 17	Química 18	Prédio 67	Prédio 358
Circulação	121,93	497,34	1227,62	1235,91	266,68	25,01
Administrativo	80,48	0	1211,02	822,56	71,09	507,12
Banheiro	19,39	137,33	188,14	194,29	70,75	5,28
Apoio	46,85	30,22	114,86	42,62	90,37	0
Auditório	0	0	304,73	422,3	85,64	0
Sala de aula	0	1283,9	349,39	322,47	0	0
Laboratório	268,79	0	1680,58	2544,74	250,04	0
Outros	41,74	0	123,09	123,4	0	245,12
Soma	579,18	1948,79	5199,43	5708,29	834,57	782,53
Área total			25519,73		m²	

Fonte: Autoria própria

Obtendo a média de consumo dos meses de agosto de 2019 a abril de 2021 e dividindo pela área total apresentada na Tabela 3, obtém-se:

$$\text{Consumo por } m^2 = \frac{53.540,02 \text{ kWh}}{25.519,73 \text{ m}^2} = 2,0979 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

3.2.3 Consumo por área Centro de Ciências Rurais (CCR)

Para o cálculo da área do CCR, foram somadas as áreas dos seguintes prédios: 42, 43, 44, 46, 63, 73, 75, 77, 96, 97 e 98. Como mostra a tabela abaixo.

Tabela 4: Área centro de ciências rurais

	Prédio 42	Solos 43	Prédio 44	44 Geomática	44H irrigação
Circulação	1407,65	568,66	1448,84	206,59	17,33
Administrativo	1976,69	336,06	1424,33	163,55	22,8
Banheiro	222,09	125,87	287,97	25,68	9,37
Apoio	168,44	62,64	179,85	15,44	7,69
Auditório	468,74	0	141,35	0	0
Sala de aula	683,03	796,13	1862,76	0	42
Laboratório	1651,97	377,83	1056,35	348,3	0
Outros	108,26	0	267,91	27,95	55,59
Total	6686,87	2267,19	6669,36	787,51	154,78
	44F NESAF	44E NTA	44D	44B Dendrologia	46 NIDAL

Circulação	90,96	135,82	0	207,03	79,09	
Administrativo	251,01	32,9	0	162,07	71,16	
Banheiro	44,13	26,25	5,68	31,45	6,27	
Apoio	23,15	17,89	33,23	80,29	20,92	
Auditório	90,06	0	0	0	0	
Sala de aula	0	0	0	82,8	0	
Laboratório	70,54	232,23	0	270,28	205,79	
Outros	9,38	18,55	0	0	14,65	
Total	579,23	463,64	38,91	833,92	397,88	
	63	73	75	Fitotecnia 77	Tambo 96	
	Virologia		NEMA			
Circulação	322,4	7,47	104,34	317,5	123,5	
Administrativo	73,38	0	76,59	565,97	111,53	
Banheiro	64,06	7,27	42,52	33,45	21,48	
Apoio	55,52	7,6	13,84	79,38	61,3	
Auditório	0	0	115,56	74,93	62,94	
Sala de aula	159,18	100,3	0	97,95	43,86	
Laboratório	304,11	0	268,08	287,64	278,37	
Outros	0	247,2	357,56	318,62	0	
Total	978,65	369,84	978,49	1775,44	702,98	
	HV 97	Necro 97	97	97	98A Biotério	98B
Circulação	888,88	55,92	0	41,22	136,06	125,72
Administrativo	542,35	72,4	0	16,77	36	44,19
Banheiro	188,36	20,79	18,24	60,63	22,14	20,72
Apoio	192,18	42,9	39	13,1	61,2	4,45
Auditório	116,14	70,55	0	0	0	0
Sala de aula	294,57	0	0	0	0	0
Laboratório	1355,53	160,52	0	234,35	320	318,19
Outros	537,89	0	99,05	68,19	4,6	116,14
Soma	4115,9	423,08	156,29	434,26	580	629,41
Área total				30023,63 m²		

Fonte: Autoria própria

Como mostrado na Tabela 4, a área total do CCR é 30.023,63 m². Quando dividimos a média do consumo de agosto de 2019 a abril de 2021, obtemos o consumo médio por metro quadrado durante este período.

$$\text{Consumo por } m^2 = \frac{94.593,46 \text{ kWh}}{30.023,63 \text{ m}^2} = 3,1506 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

3.2.4 Consumo por área Centro de Ciências da Saúde (CCS)

Os prédios 19, 20, 26 e 28 compõem o centro de ciências da saúde. Os dados das áreas construídas dos mesmos, podem ser verificados na Tabela 5.

Tabela 5: Área centro de ciências da saúde

	Morfologia 19	Patologia 20	Prédio 26	26	26	
Circulação	1244,45	1169,52	230,46	98,05	1123,66	
Administrativo	673,79	740,14	146,2	24,47	1574,82	
Banheiro	179,38	159,74	87,41	28,44	179,92	
Apoio	169,6	181,02	50,64	37,09	139,06	
Auditório	296,34	305,52	122,45	0	0	
Sala de aula	921,48	622,35	197,62	0	743,4	
Laboratório	1439,99	1709,69	121,06	260,83	1492,75	
Outros	213,25	162,62	0	0	0	
Total	5138,28	5050,6	955,84	448,88	5253,61	
	26D TO	26E Fono	26F Odonto	28 Medicina	28 Medicina	28 Medicina
Circulação	547,07	80,18	1674,5	195,47	177,67	161,86
Administrativo	109,86	0	605,69	0	0	0
Banheiro	85,61	0	358	31,52	31,52	31,52
Apoio	16,9	0	233,75	10,68	2,55	2,55
Auditório	0	0	140,67	0	0	0
Sala de aula	1048,69	61,43	398,29	369,92	369,92	369,92
Laboratório	295,08	381,75	2120,77	0	0	0
Outros	0	0	71,04	0	0	0
Soma	2103,21	523,36	5602,71	607,59	581,66	565,85
Área total					26831,59 m²	

Fonte: Autoria própria

O total das áreas é 26.831,59 m². A média de consumo no período em que estamos analisando é 69.806,88 kWh. Portanto o consumo médio por metro quadrado do centro é:

$$\text{Consumo por } m^2 = \frac{69.806,88 \text{ kWh}}{26.831,59 \text{ m}^2} = 2,6016 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

3.2.5 Consumo por área Centro de Ciências Sociais e Humanas (CCSH)

O centro de ciências sociais e humanas é composto dos prédios 21 e 74. As áreas desse centro são apresentadas na tabela abaixo.

Tabela 6: Área centro de ciências sociais e humanas

	21	74A	74B	74C
Circulação	1168,3	1246,23	2720,47	3037,04
Administrativo	1453,6	1394,8	1514,49	2044,5
Banheiro	189,58	178,48	406,96	405,76
Apoio	148,92	77	64,58	64,94
Auditório	306	0	0	0
Sala de aula	912,99	2483,51	2205,04	1499,86
Laboratório	795,04	105,97	300,45	263,19
Outros	122,2	0	0	57,75
Soma	5096,6	5485,99	7211,99	7373,04
Área total	25167,64 m²			

Fonte: Autoria própria

A média de consumo no período estudado é 23.873,86 kWh. Encontra-se então a média por metro quadrado da seguinte maneira:

$$\text{Consumo por } m^2 = \frac{23.873,86 \text{ kWh}}{25.167,64 \text{ m}^2} = 0,9485 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

3.2.6 Consumo por área Centro de Educação (CE)

O centro de educação, formado pelos prédios 16 e seus anexos, tem sua área apresentada na Tabela 7.

Tabela 7: Área centro de educação

	Prédio 16	Prédio 16B
Circulação	2246,8	1270,24
Administrativo	3115,68	358,85
Banheiro	379,22	137,33
Apoio	78,98	32,53
Auditório	247,41	0
Sala de aula	1939,03	2190,15
Laboratório	1270,99	0
Outros	207,15	12,32
Soma	9485,26	4001,42
Área total	13486,68 m²	

Fonte: Aatoria própria

A média de consumo de agosto de 2019 a abril de 2021 é 17.851,50 kWh. A área total do centro é 13.486,68 m². Assim, tem-se:

$$\text{Consumo por } m^2 = \frac{17.851,50 \text{ kWh}}{13.486,68 \text{ m}^2} = 1,3236 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

3.2.7 Consumo por área Centro de Educação Física e Desportos (CEFD)

A área dos prédios do centro de educação física e desportos são representadas na Tabela 8.

Tabela 8: Área centro de educação física e desportos

	54 Piscina	55 Quadra	56 Quadra	57 Quadra	51 Estádio
Circulação	390,54	196,43	0	618,57	1187,6
Administrativo	46,18	0	0	0	1226,91
Banheiro	78,03	46,43	0	74,92	287,29
Apoio	152,96	0	0	43,97	610,9
Auditório	0	0	0	0	0
Sala de aula	0	0	0	51,6	756,6
Laboratório	0	0	0	0	948,43
Outros	187,4	880	1485,84	972,4	3062,57
Soma	855,11	1122,86	1485,84	1761,46	8080,3
Área total		13305,57 m²			

Fonte: Aatoria própria

Com uma área total de 13.305,57 m², o CEFD tem um consumo médio no período em análise de 18.930,72 kWh. Isso equivale a 1,42 kWh/m² como mostra o cálculo abaixo.

$$\text{Consumo por } m^2 = \frac{18.930,72 \text{ kWh}}{13.305,57 \text{ m}^2} = 1,4227 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

3.2.8 Consumo por área Centro de Tecnologia (CT)

O centro de tecnologia é composto pelos prédios com laboratórios para seus diversos cursos e os prédios com sala de aula, como mostra a Tabela 9.

Tabela 9: Área centro de tecnologia

	Prédio 7	Prédio 9	Prédio 9A	Prédio 9C	Eng. Química
Circulação	157,22	668,04	487,02	937,56	393,4
Administrativo	1720,75	0	75,72	615,08	457,64
Banheiro	190,83	141,96	131,41	103,16	50,75
Apoio	403,85	18,07	32,71	31,79	16,32
Auditório	176,42	203	202,7	420,78	0
Sala de aula	1528,48	1207,44	253,64	1203,93	205,15
Laboratório	27,97	755,72	1149,84	0	444,2
Outros	0	0	0	0	0
Total	5621,52	2994,23	2333,04	3312,3	1567,46
	Lab. motores	Ger. distribuída	Lab. civil	Pav. Nupedee	Incubadora
Circulação	52,48	80,18	390,45	1110,37	221,42
Administrativo	57,81	0	0	1771,95	0
Banheiro	27,11	0	10,48	100,15	20,38
Apoio	3,36	0	5,65	321,94	61,24
Auditório	0	0	0	0	105,64
Sala de aula	62,72	61,43	318,64	209,64	0
Laboratório	393,97	381,75	14,64	3941,59	0
Outros	25,48	0	198,75	302,9	91,07
Soma	622,93	523,36	938,61	7758,54	499,75
Área total		26171,74 m²			

Fonte: Autoria própria

A área total do CT é 26.171,74 m², com um consumo médio de 45.865,03 kWh.

$$\text{Consumo por } m^2 = \frac{45.865,03 \text{ kWh}}{26.171,74 \text{ m}^2} = 1,7524 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

3.2.9 Consumo por área Colégio Técnico Industrial (CTISM)

Composto pelo prédio 5 e seus anexos, A, B, C e D, o Colégio Técnico Industrial de Santa Maria tem sua área total mostrada na Tabela 10 abaixo.

Tabela 10: Área colégio técnico industrial

	5	5A	5B	5C	5D
Circulação	996,8	126,34	14,2	338,94	338,94
Administrativo	360,48	111,56	0	67,47	67,47
Banheiro	71,69	33,51	0	73,33	73,33
Apoio	135,45	4,06	14,41	6,53	6,53
Auditório	108,27	0	0	0	0
Sala de aula	892,42	0	0	0	0
Laboratório	1755,12	393,68	584,27	1073,38	1073,38
Outros	0	0	120,6	0	1073,38
Soma	4320,23	669,15	733,48	1559,65	2633,03
Área total		9915,54 m²			

Fonte: Autoria própria

Se obtém o consumo médio por metro quadrado utilizando a área de 9.915,54 m² e a média de consumo de 18.773,59 kWh, como mostra o seguinte cálculo.

$$\text{Consumo por } m^2 = \frac{18.773,59 \text{ kWh}}{9.915,54 \text{ m}^2} = 1,8933 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

3.2.9.1 Consumo por área Colégio Politécnico

Formado pelos prédios 70, 72 e seus anexos, o colégio politécnico tem sua área mostrada na tabela abaixo.

Tabela 11: Área colégio politécnico

	Prédios 70	Prédio 72
Circulação	1391,93	15,43
Administrativo	957,71	7,5
Banheiro	253,71	17,75
Apoio	240,69	87,2
Auditório	170,8	0
Sala de aula	2246,51	206,72
Laboratório	998,63	111,6
Outros	168,06	589,95
Soma	6428,04	1036,15
Área total		7464,19 m²

Fonte: Autoria própria

Com a área total e o consumo médio no período de agosto de 2019 a abril de 2021, temos o consumo médio por metro quadrado, da mesma forma calculada para os outros centros de ensino.

$$\text{Consumo por } m^2 = \frac{12.755,70 \text{ kWh}}{7.464,19 \text{ m}^2} = 1,7008 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

3.2.10 Consumo por área Reitoria

O prédio da reitoria é o de número 47. Possui dez andares e uma área total de 9.587,12 m², como pode ser visto na Tabela 12.

Tabela 12: Área reitoria

	Prédio 47
Circulação	2335,31
Administrativo	6053,22
Banheiro	450,02
Apoio	334,72
Auditório	413,85
Sala de aula	-
Laboratório	-
Outros	-
Área total	9587,12 m²

Fonte: Autoria própria

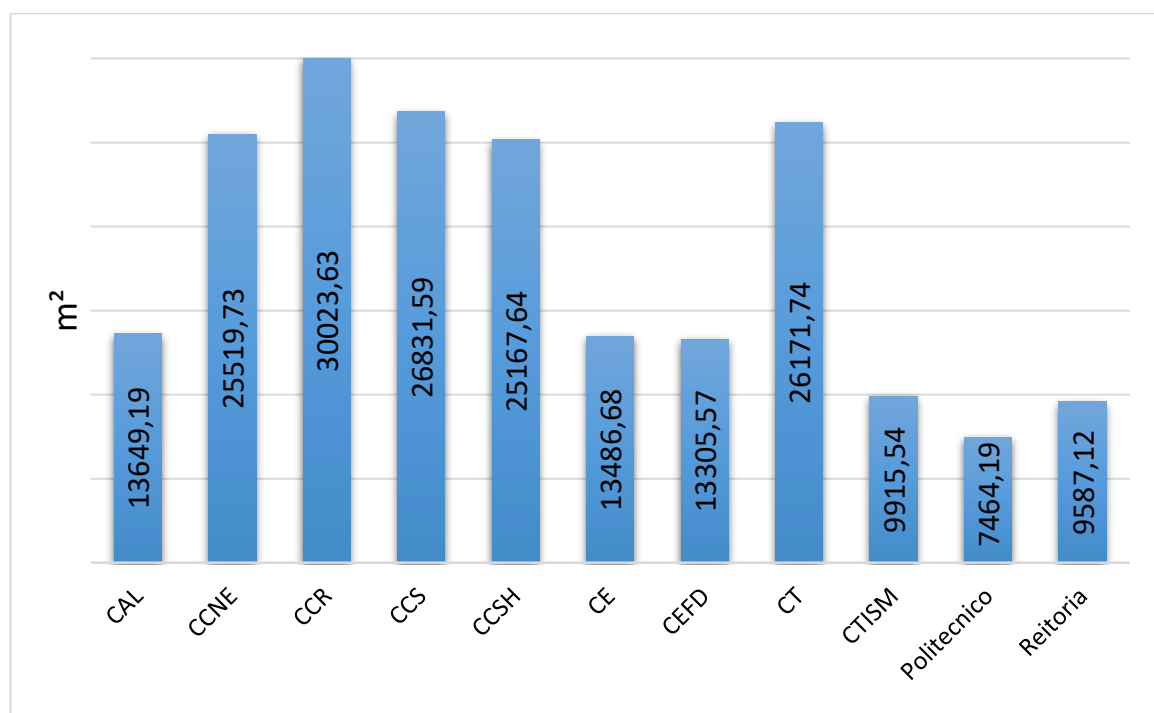
A partir dos dados da área total e do consumo médio da reitoria, tem-se o consumo médio por metro quadrado, como mostra o cálculo a seguir.

$$\text{Consumo por } m^2 = \frac{29.711,54 \text{ kWh}}{9.587,12 \text{ m}^2} = 3,0991 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

3.2.11 Comparativo das áreas dos Centros de Ensino

De acordo com as informações retiradas dos dados fornecidos pela PROINFRA e que foram apresentadas ao longo deste capítulo 3.2, observou-se as áreas totais de cada centro de ensino do campus da UFSM de Santa Maria.

Figura 19: Áreas por centro

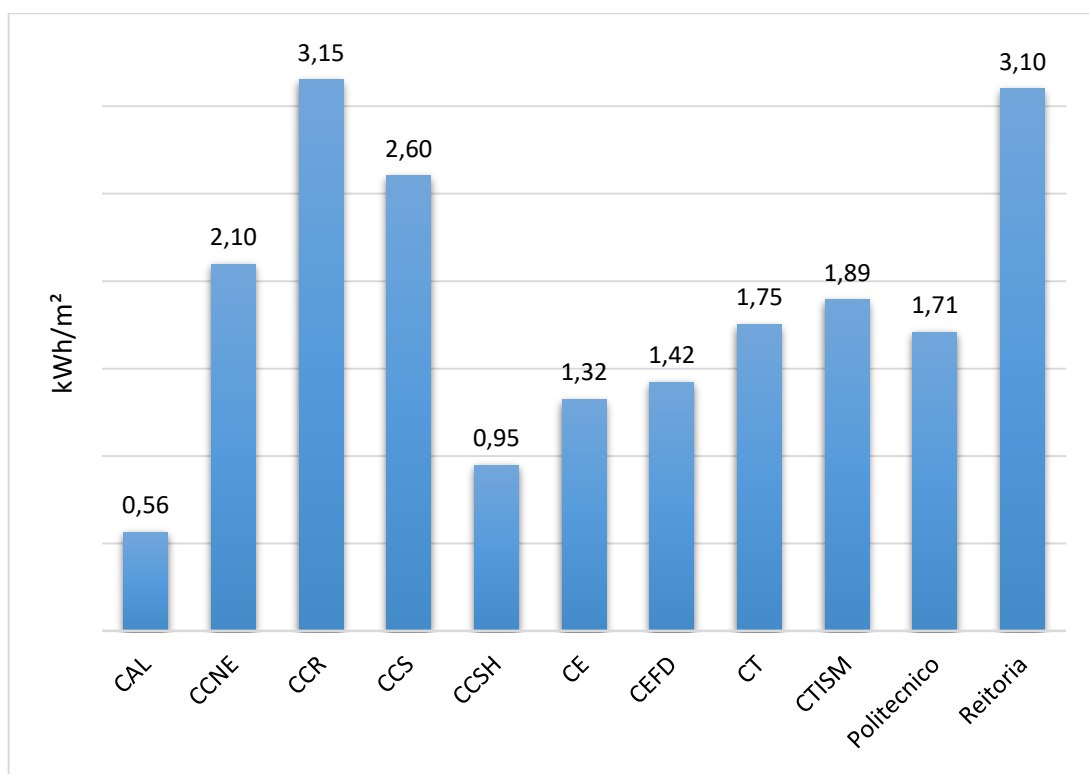


Fonte: Autoria própria

Como pode ser observado na Figura 19, o centro com maior área é o CCR, seguido pelo CCS e CT.

A relação que foi apresentada detalhadamente anteriormente para cada centro, segue demonstrada em forma de gráfico de colunas na Figura 20.

Figura 20: Comparativo consumo por metro quadrado



Fonte: Autor

De acordo com a Figura 20, percebe-se que o centro de ensino com maior relação de consumo médio com área construída é o Centro de Ciências Rurais com 3,15 kWh/m², seguido pela Reitoria com 3,10 kWh/m² e pelo Centro de Ciências da Saúde com 2,60 kWh/m².

3.3 CONSUMO POR PESSOA (kWh/pessoa)

Sabe-se que ao longo do dia, diversas pessoas utilizam os prédios da universidade. Alunos seguem suas rotinas de aulas. Professores lecionam e estudam em suas pesquisas. E os técnicos administrativos trabalham na gestão e organização de cada centro de ensino.

Neste item, será relacionado o número de utilizadores dos espaços da universidade com o consumo de energia total durante o período em que os dados foram analisados.

A Tabela 13, apresenta o número de estudantes, professores e técnicos administrativos em educação (TAE), vinculados a cada centro de ensino.

Tabela 13: Relação de pessoas por centro

CAL	CCNE	CCR	CCS	CCSH	CE	CEFD	CT	CTISM	POLITÉCNICO
-----	------	-----	-----	------	----	------	----	-------	-------------

Cursos	23	36	24	23	42	11	6	27	15	24
Estudantes	1.969	2.353	3.024	3.123	4.965	2.238	692	3.666	970	1.602
Docentes	148	236	206	323	244	118	36	230	91	120
TAEs	43	91	166	189	87	45	20	90	37	40
Total	2.183	2.716	3.420	3.658	5.338	2.412	754	4.013	1.113	1.786

Fonte: Autoria própria

Observa-se na Tabela 13, que o maior número total de utilizadores é no Centro de Ciências Sociais e Humanas, com 5.338 pessoas.

Abaixo, é apresentado na Tabela 14 o consumo total de energia elétrica no período de maio de 2019 a abril de 2021.

Tabela 14: Consumo total por centro de ensino

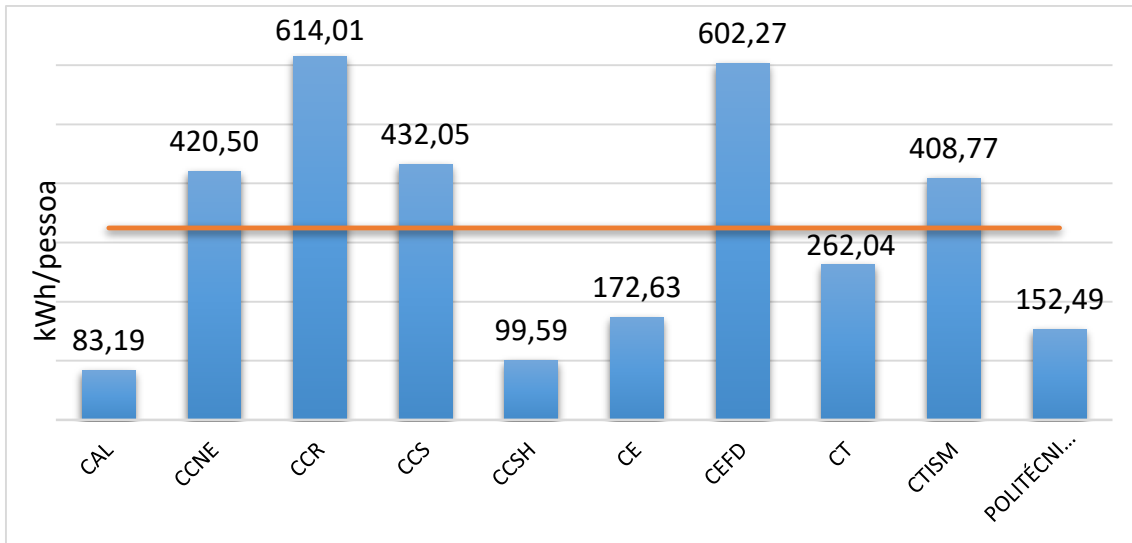
	CAL	CCNE	CCR	CCS	CCSH
Consumo total (kWh)	181.611,74	1.142.081,42	2.099.908,24	1.580.438,59	531.636,23
	CE	CEFD	CT	CTISM	POLITÉCNICO
Consumo total (kWh)	416.395,35	454.111,89	1.051.555,50	454.963,93	272.353,22

Fonte: Autoria própria

Diferente da Tabela 13 anterior, onde o maior número de utilizadores do centro foi no CCSH, a Tabela 14 nos mostra que o maior consumo de energia total foi no Centro de Ciências Rurais, com 2.099.908,24 kWh.

Relacionando as duas tabelas acima, do número de pessoas que utilizam os espaços da universidade e do consumo total de energia elétrica, pode-se obter a seguinte relação de kWh/pessoa apresentada na Figura 21.

Figura 21: Relação consumo de energia/pessoas



Fonte: Autoria própria

Quanto maior o valor apresentado na Figura 21, maior o consumo de energia por pessoa. A média dos centros ficou em 324.76 kWh/pessoa, a linha laranja representada no gráfico.

Percebe-se que dos 10 centros apresentados no gráfico, 5 deles ficaram acima da média de consumo. Dentre eles CCNE, CCR, CCS, CEFD e CTISM. O maior consumo por pessoa foi no CCR com 614,01 kWh/pessoa.

Por outro lado, dos centros com consumo por pessoa abaixo da média, o que se destaca com o menor valor é o CAL, com 83,19 kWh/pessoa.

3.4 FATOR DE CARGA (D_{med}/D_{max})

Neste capítulo será realizado o estudo do fator de carga dos centros de ensino. Basicamente, o fator de carga mede a uniformidade com que a energia elétrica é consumida. Chamado de FC, o fator de carga é adimensional e varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, melhor a eficiência energética da instalação. Quando o resultado é próximo a 1, indica que as demandas instantâneas ao longo do dia são próximas da demanda máxima.

Segundo a ANEEL, a definição de fator de carga é a razão entre a demanda média e máxima ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado.

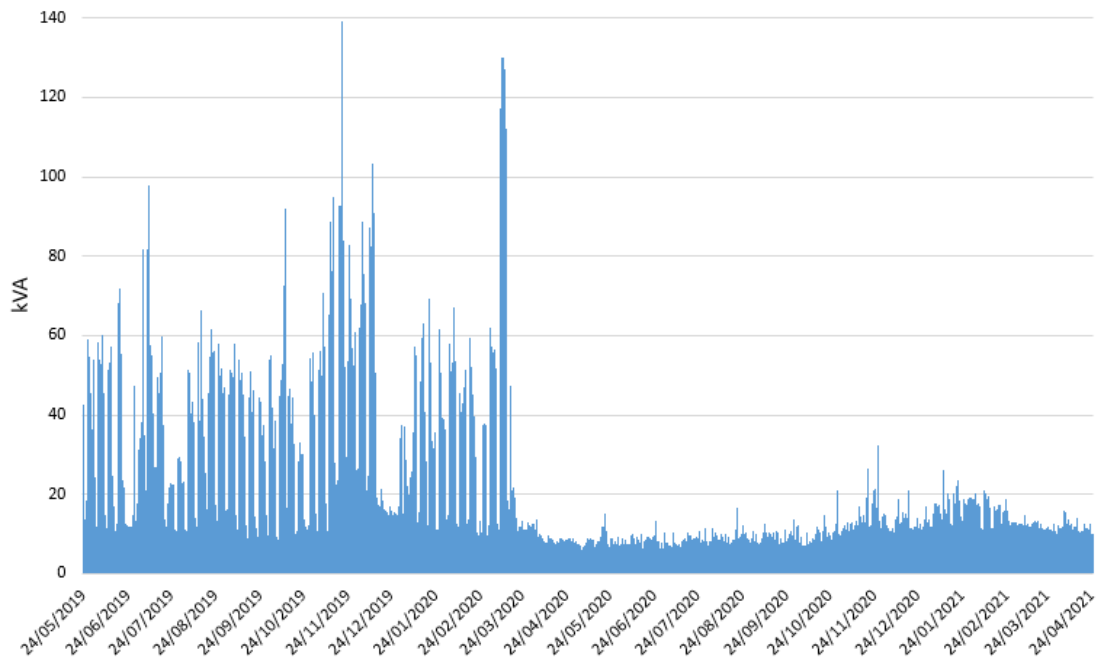
Dessa forma, será apresentado os valores de demanda médio e demanda máxima de cada centro de ensino. O método para se obter o fator de carga é apresentado na Equação [3].

$$Fator\ de\ carga\ (FC) = \frac{Demanda\ média\ (kVA_{med})}{Demanda\ máxima\ (kVA_{max})} \quad [3]$$

3.4.1 Fator de carga Centro de Artes e Letras (CAL)

O centro de artes e letras apresentou alguns picos de demanda nos meses em que haviam atividades presenciais na universidade, chegando a 139,03 kVA. O gráfico da demanda de energia do CAL pode ser observado na Figura 22.

Figura 22: Demanda centro de artes e letras



Fonte: Autoria própria

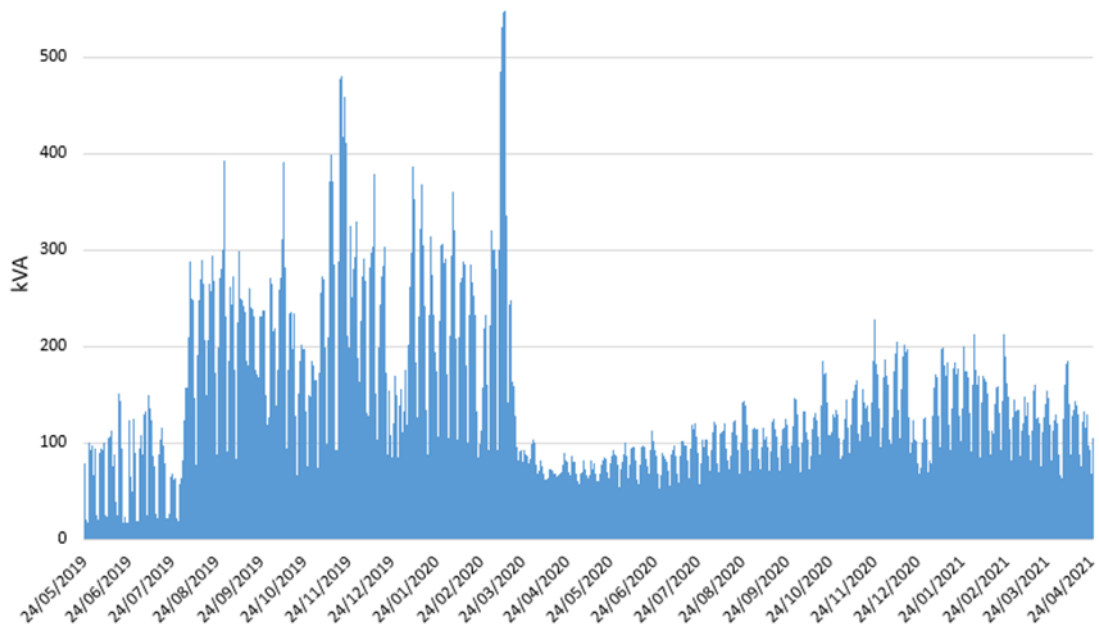
A maior demanda de energia ocorreu no dia 20 de novembro de 2019, às 15:30h, com 139,03 kVA. Valor dez vezes maior em relação à demanda média encontrada no período de maio de 2019 a abril de 2021.

$$\text{Fator de carga (FC)} = \frac{10,6633 \text{ kVA}}{139,0313 \text{ kVA}} = 0,0766$$

3.4.2 Fator de carga Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE)

O CCNE apresentou apenas um valor de demanda acima dos 500 kVA, como pode ser visto na Figura 23.

Figura 23: Demanda centro de ciências naturais e exatas



Fonte: Autoria própria

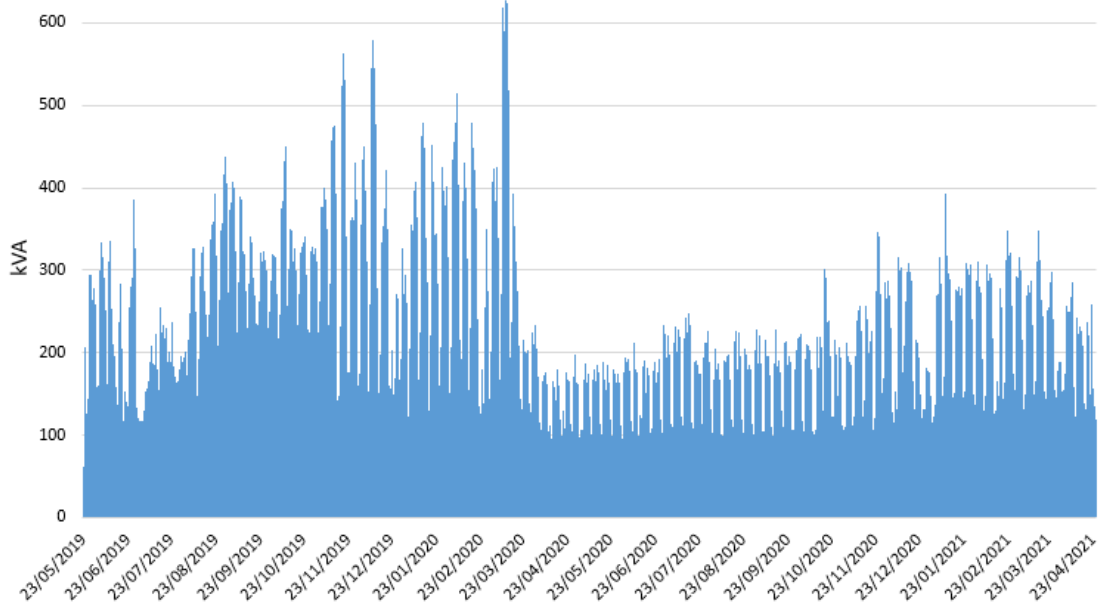
O maior valor de demanda foi em 12 de março de 2020, as 11:00h, com 547,69 kVA. Enquanto a média encontrada foi 97,03 kVA. A relação do fator de carga é demonstrada abaixo.

$$\text{Fator de carga (FC)} = \frac{97,0380 \text{ kVA}}{547,6492 \text{ kVA}} = 0,1771$$

3.4.3 Fator de carga Centro de Ciências Rurais (CCR)

A Figura 24 apresenta os valores de demanda de energia elétrica para o CCR, no período de maio de 2019 a abril de 2021.

Figura 24: Demanda centro de ciências rurais



Fonte: Autoria própria

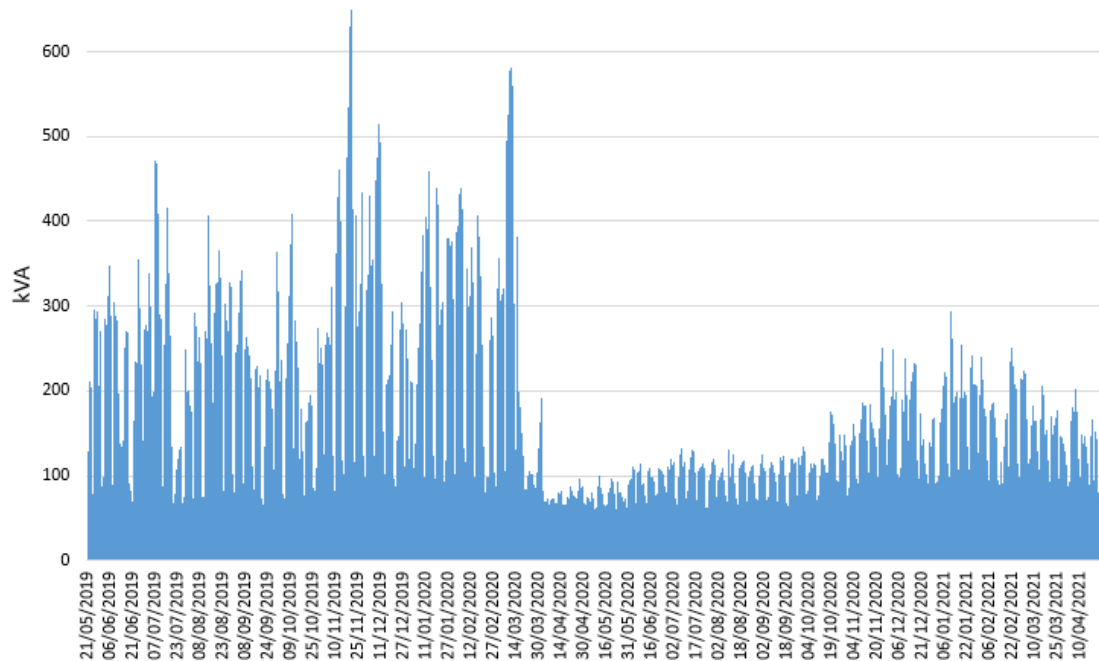
Como pode-se observar, a demanda média encontrada foi de 158,25 kVA. Enquanto o maior valor de demanda neste período foi 628,19 kVA. Obtendo-se assim o seguinte fator de carga.

$$\text{Fator de carga (FC)} = \frac{158,2556 \text{ kVA}}{628,1694 \text{ kVA}} = 0,2519$$

3.4.4 Fator de carga Centro de Ciências da Saúde (CCS)

Para o centro de ciências da saúde, se obteve o gráfico de demanda de energia que é apresentado na Figura 25.

Figura 25: Demanda centro de ciências da saúde



Fonte: Autoria própria

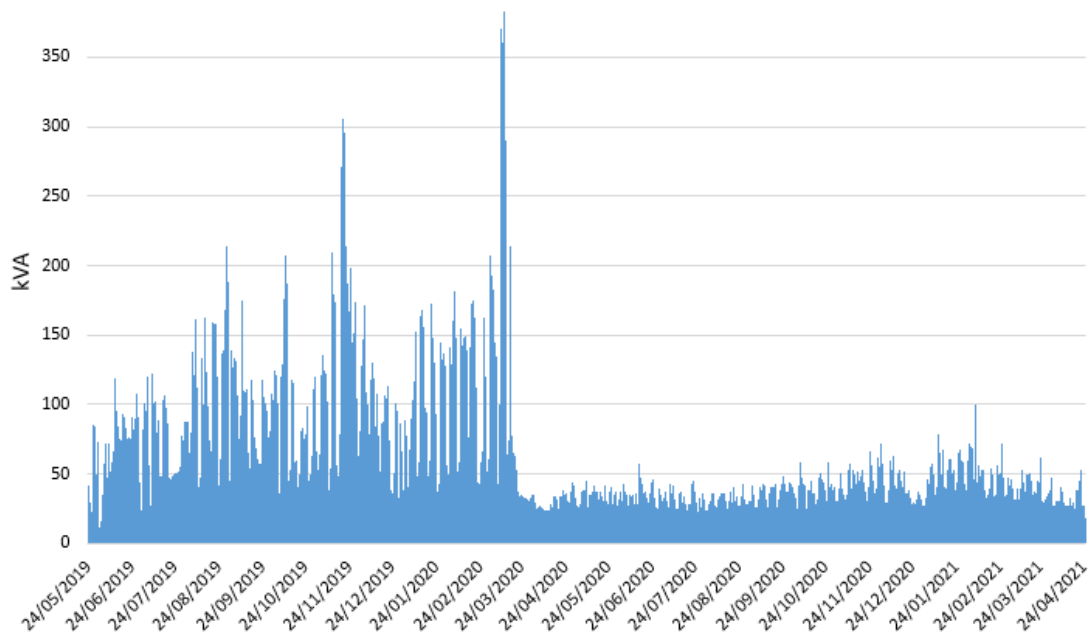
Nota-se que para o período em que se havia atividades presenciais na universidade, ocorriam diversos picos de consumo, ocasionando numa alta demanda de energia. O maior pico teve valor de 649,79 kVA, valor aproximadamente seis vezes maior em relação à média encontrada, de 110,71 kVA.

$$\text{Fator de carga (FC)} = \frac{110,7165 \text{ kVA}}{649,7907 \text{ kVA}} = 0,1703$$

3.4.5 Fator de carga Centro de Ciências Sociais e Humanas (CCSH)

O centro de ciências sociais e humanas tem uma demanda por energia relativamente baixa, apresentando apenas dois picos de consumo. Como pode ser visto na Figura 26.

Figura 26: Demanda centro de ciências sociais e humanas



Fonte: Autoria própria

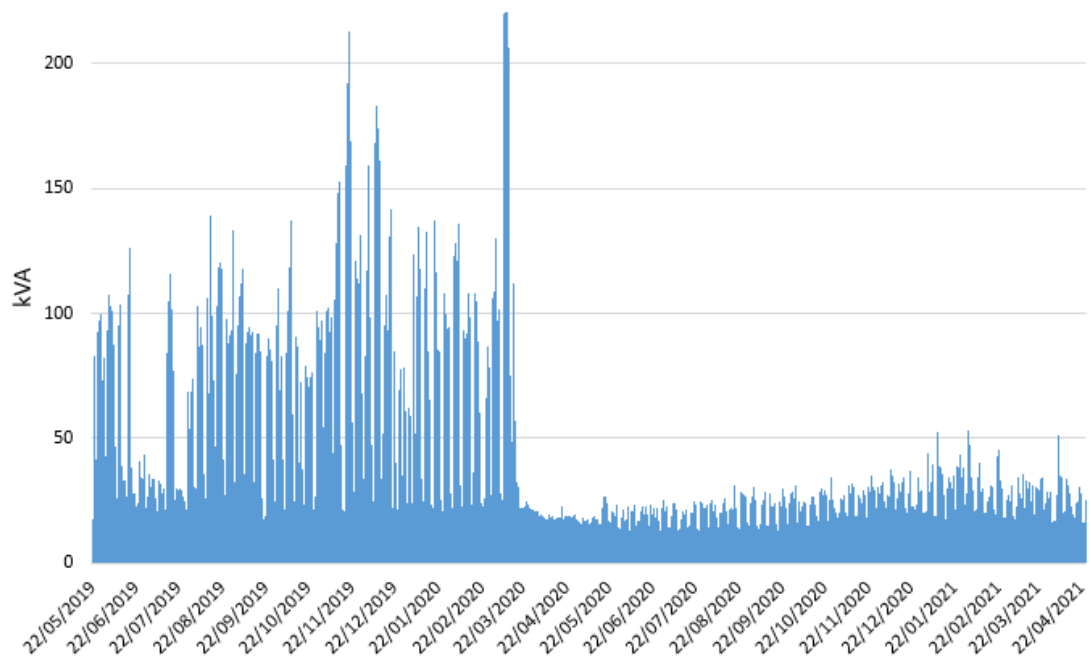
O maior pico de demanda ocorreu no dia 12 de março de 2020, às 14:30h, com valor de 383,11 kVA. Já a média encontrada em relação ao gráfico apresentado é 44,99 kVA.

$$\text{Fator de carga (FC)} = \frac{44,9928 \text{ kVA}}{383,1151 \text{ kVA}} = 0,1174$$

3.4.6 Fator de carga Centro de Educação (CE)

Ao se analisar a Figura 27, onde é representado a demanda de energia do Centro de Educação, nota-se dois períodos extremamente distintos. De maio de 2019 a março de 2020, ocorrem picos de consumo, ocasionando numa alta demanda de energia. Já no período após março de 2020, há apenas três ocorrências de ultrapassagem dos 50 kVA.

Figura 27: Demanda centro de educação



Fonte: Autoria própria

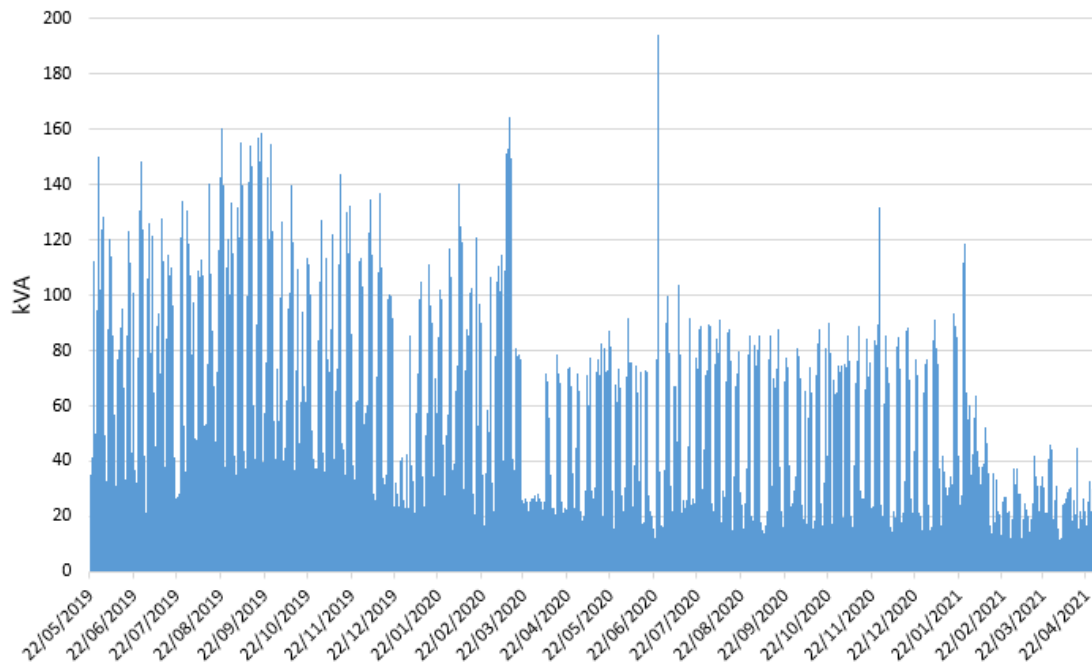
O maior valor da demanda ocorreu em 10 de março de 2020, com 223,08 kVA, às 14:45h. Valor oito vezes superior à média encontrada durante os 24 meses analisados. Abaixo é mostrado o fator de carga obtido.

$$\text{Fator de carga (FC)} = \frac{27,3124 \text{ kVA}}{223,0826 \text{ kVA}} = 0,1224$$

3.4.7 Fator de carga Centro de Educação Física e Desportos (CEFD)

A demanda de energia elétrica do CEFD pode ser observada na Figura 28.

Figura 28: Demanda centro de educação física e desportos



Fonte: Autoria própria

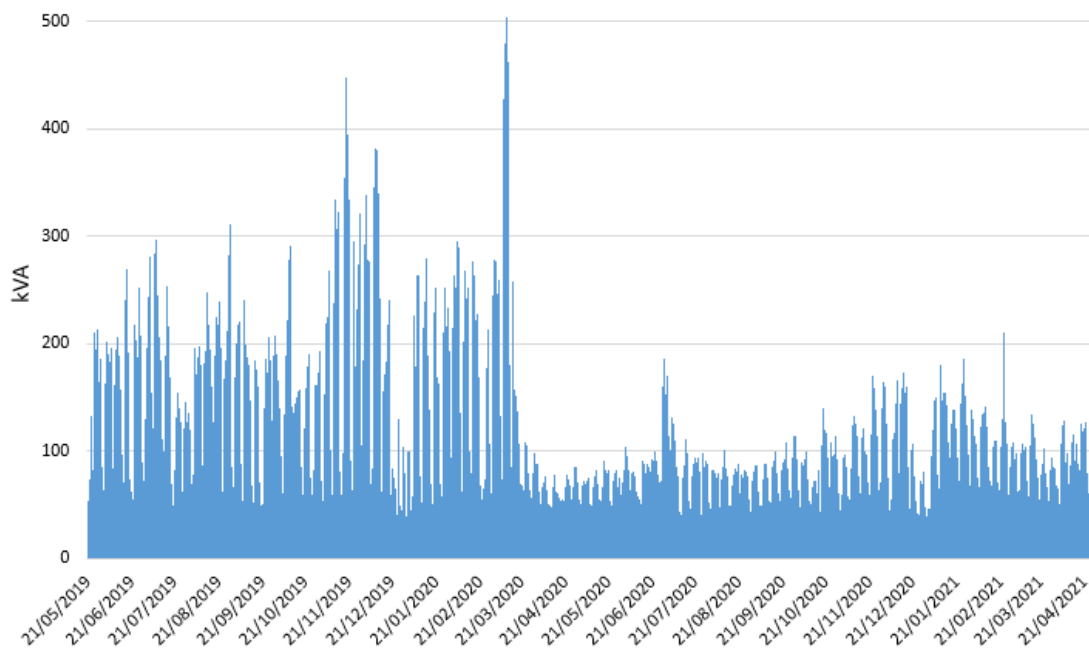
Observa-se que ao longo de todo o período em análise ocorrem picos com altos valores de potência. O maior valor encontrado de demanda foi no período sem atividades presenciais, em 24 de junho de 2020, com 194,19 kVA. O fator de carga pode ser visto abaixo.

$$\text{Fator de carga (FC)} = \frac{30,5386 \text{ kVA}}{194,1957 \text{ kVA}} = 0,1572$$

3.4.8 Fator de carga Centro de Tecnologia (CT)

O Centro de Tecnologia obteve uma média de demanda de 73,01 kVA, como pode ser observada na Figura 29 abaixo.

Figura 29: Demanda centro de tecnologia



Fonte: Autoria própria

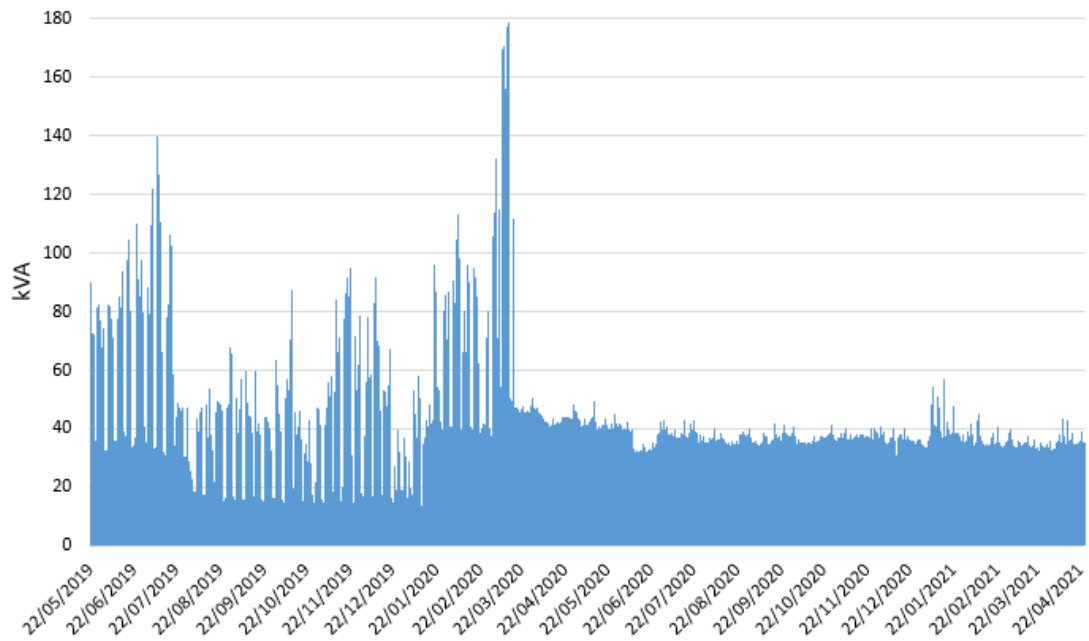
O maior valor encontrado no gráfico durante o período estudado, foi 503,08 kVA, em 11 de março de 2020. O fator de carga do CT pode ser observado abaixo.

$$\text{Fator de carga (FC)} = \frac{73,0098 \text{ kVA}}{503,0875 \text{ kVA}} = 0,1451$$

3.4.9 Fator de carga Colégio Técnico Industrial (CTISM)

No gráfico de demanda de energia elétrica, representado na Figura 30, o que chama atenção é a estabilidade do consumo de energia para o período de atividades remotas da universidade. Onde ocorreram poucas variações na demanda por energia.

Figura 30: Demanda colégio técnico industrial



Fonte: Autoria própria

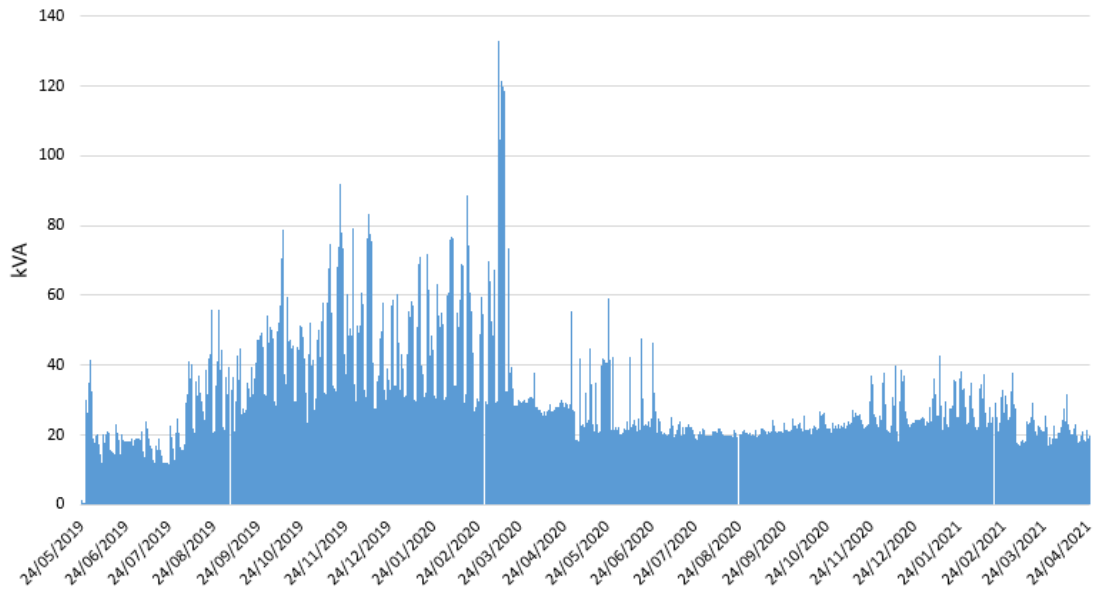
O maior valor encontrado foi 178,47 kVA, no dia 13 de março de 2020. E a média é 29,05 kVA. Obtendo-se o fator de carga seguinte.

$$\text{Fator de carga (FC)} = \frac{29,0594 \text{ kVA}}{178,4798 \text{ kVA}} = 0,1628$$

3.4.10 Fator de carga Colégio Politécnico

A Figura 31 apresenta o gráfico de demanda de energia em kVA no período de maio de 2019 a abril de 2021.

Figura 31: Demanda colégio politécnico



Fonte: Autoria própria

Facilmente identificado no gráfico acima, o maior valor encontrado da demanda foi 132,78 kVA. O fator de carga do Colégio Politécnico pode ser visto abaixo.

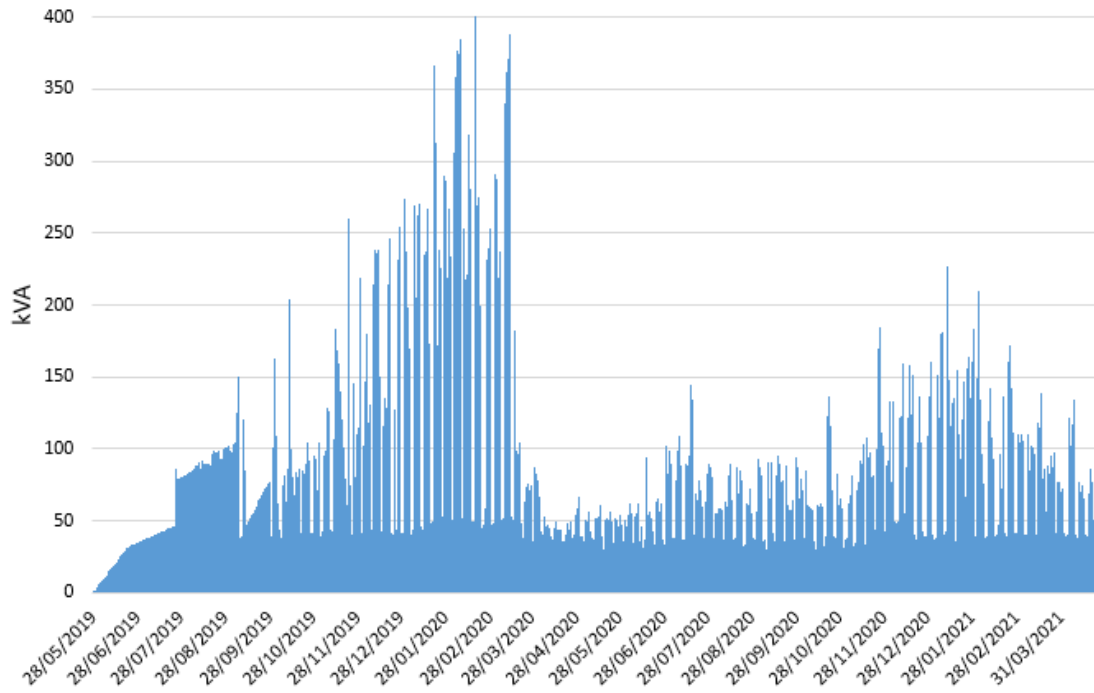
$$\text{Fator de carga (FC)} = \frac{20,5851 \text{ kVA}}{132,7855 \text{ kVA}} = 0,1550$$

3.4.11 Fator de carga Reitoria

No gráfico apresentado na Figura 32, nota-se dois picos de consumo, gerando altas demandas de energia.

O primeiro pico ocorre nos meses de dezembro de 2019, janeiro e fevereiro de 2020, durante o período de atividades presenciais normais. O segundo pico ocorre com valores menores, porém fora do período de aulas presenciais, em novembro de 2020 a fevereiro de 2021.

Figura 32: Demanda reitoria



Fonte: Autoria própria

O maior valor encontrado ocorre em 17 de fevereiro de 2020, com 404,93 kVA. Enquanto a média é 50,36 kVA, valor oito vezes menor.

$$\text{Fator de carga (FC)} = \frac{50,3632 \text{ kVA}}{404,9353 \text{ kVA}} = 0,1243$$

3.4.12 Comparação entre o fator de carga dos centros de ensino

O fator de carga se resume a: quanto mais próximo o valor encontrado é de 1, maior a eficiência da instalação e mais otimizado é o uso de energia. O gráfico a seguir mostra um comparativo entre os valores do fator de carga encontrado para cada centro de ensino.

Figura 33: Comparativo entre os fatores de carga

Fonte: Autoria própria

Observado a figura acima, nota-se que de agosto de 2019 a março de 2020, foi o período com maior consumo de energia durante os 24 meses analisados.

Outro pico de consumo ocorre nos meses de novembro de 2020 a março de 2021, mas não com a magnitude do período citado anteriormente. Essa discrepância de valor se deve ao fato de não haver atividades letivas presenciais nesse segundo período.

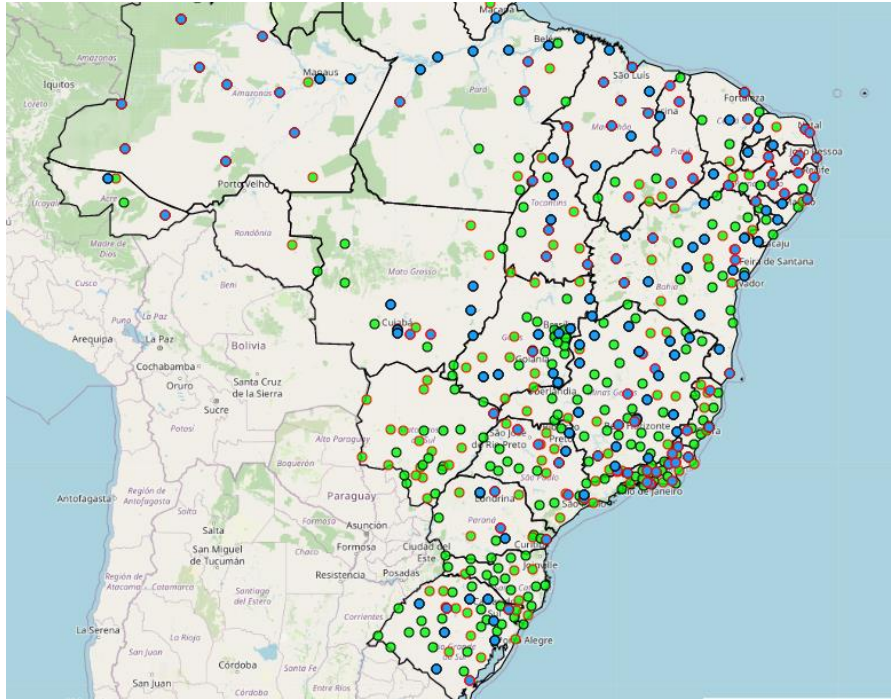
Quanto a época em que ocorrem esses picos de consumo, acredita-se que seja devido ao fato da temperatura elevada, aumentando a utilização de dispositivos de climatização.

Para se avaliar o fato do alto consumo com relação a temperatura no período de verão, se obteve dados da temperatura ao longo do dia, de maio de 2019 a abril de 2021. Para isso, utilizou-se a base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Essa base de dados pode ser acessada pelo endereço <https://portal.inmet.gov.br/>.

O Instituto Nacional de Meteorologia é um órgão do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O INMET dispõe informações meteorológicas para todo o Brasil por meio de monitoramento, análise e previsão do clima e de tempo.

Com estações distribuídas no Brasil inteiro, o Instituto possui um vasto banco de dados, com temperatura, velocidade do vento, umidade, volume de chuva, entre outros índices. A Figura 35 mostra o mapa das estações monitoradas pelo INMET. É importante destacar que a estação meteorológica localização em Santa Maria, está instalada no campus da UFSM.

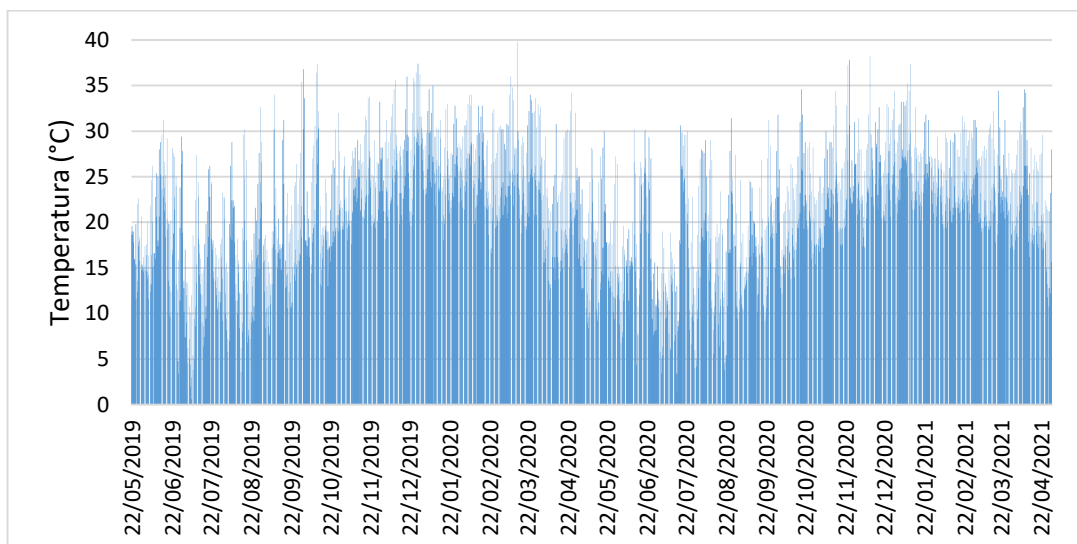
Figura 35: Mapa das estações meteorológicas INMET



Fonte: <https://mapas.inmet.gov.br/>

Foi por meio dos bancos de dados do INMET que se pode obter as informações contidas no gráfico da Figura 36. Esses dados mostram a temperatura ao longo do dia na UFSM, captados aos 00:00, 12:00 e 18:00h, tendo assim dados mais assertivos nas medições realizadas.

Figura 36: Temperatura diária em Santa Maria - RS



Fonte: Autoria própria

Através da Figura 35, supõe-se que os meses de maior calor são de setembro a março, pois é onde ocorrem as maiores temperaturas. De fato, isso condiz com a hipótese de o consumo

de energia estar diretamente relacionado a temperatura, visto que a universidade é um local de estudo, e prezando pelo bem-estar e pelo rendimento das atividades desenvolvidas, utilizam-se meios de climatização dos ambientes. Esses meios, em sua maioria ar condicionado, agrega um valor elevado ao consumo de energia elétrica.

4. CONCLUSÃO

A crescente demanda por energia elétrica nos faz buscar novas alternativas para tentar igualar o consumo com a produção. De viável implementação e de baixo custo, a racionalização de energia se apresenta como uma boa alternativa frente ao elevado consumo.

A fim de tornar a Universidade Federal de Santa Maria uma instituição com uma boa gestão econômica e ambiental, este trabalho teve o intuito de apresentar dados de consumo que possam ser utilizados para refinar ainda mais possíveis estudos e projetos de eficiência energética.

Ao se analisar um período de vinte e quatro meses do consumo de energia da UFSM, mesmo com metade deste período com as aulas presenciais suspensas, pode-se ter uma boa base de dados para serem estudados. No período anterior a pandemia de COVID-19 se nota claramente o alto consumo de energia. Cenário que não se repete após o fim do mês de março de 2020, quando as atividades presenciais foram suspensas e conseqüentemente a demanda de energia caiu drasticamente em toda a universidade.

Quando se analisa para o consumo total nos vinte e quatro meses analisados, percebe-se que dos dez centros de ensino e a reitoria, apenas quatro locais são responsáveis por pouco mais de 66% de todo o consumo. Esses centros são CCR, CCS, CCNE e CT. Assim, os 44% restantes do consumo, algo em torno de 2.938.062,27 kWh, são distribuídos entre os outros seis centros de ensino e reitoria. Mostrando assim quão alto é o consumo desses quatro centros citados.

Quando relaciona-se o consumo médio no período em análise com a área total de cada centro de ensino, notou-se que o centro com maior área construída é o CCR. Porém o CCNE, CCS, CCSH e CT também possuem áreas muito próximas, variando de pouco mais de 25.000 m² a 26.000 m², frente aos 30.000 m² do CCR. Dessa forma, era esperado que os consumos médios divididos pela área desses centros fossem semelhantes. Porém, não é o que acontece quando analisa-se essa relação de consumo x área.

Centos como CCR e CCS que apresentaram um alto consumo de energia eram esperados que apresentassem uma relação maior de consumo x área. Mas ao se realizar o estudo, encontra-se a reitoria com o segundo maior valor dessa relação, indicando que mesmo com uma área construída relativamente menor que os demais centros de ensino, tem um elevado consumo de energia elétrica.

Quanto ao número de usuários dos prédios de ensino, foi calculado o consumo total de cada centro e dividido pelo número de pessoas que utilizam esses espaços. O CCR novamente

aparece com a maior relação, mas dessa vez, com a segunda maior relação aparece o CEFD, com 602,27 kWh/pessoa no período de vinte e quatro meses. Levando em consideração a média de todos os centros, 324,76 kWh/pessoa, o CEFD apresentou um valor quase duas vezes superior.

Por outro lado, vale destacar os centros CAL e CCSH, que apresentaram valores de 83,19 e 99,59 kWh/pessoa respectivamente. Centros esses que possuem 7.521 usuários, demonstrando uma boa gestão do uso de energia elétrica.

Não só a racionalização do consumo é um tema importante, mas também a adequação do fator de carga das instalações. Fator esse que possibilita analisar o modo de consumo da demanda disponível.

Com um fator de carga mais próximo de 1 o possível, se garante uma uniformidade do uso de energia, de forma que a demanda média seja sempre próxima do valor da demanda máxima. Um exemplo negativo encontrado é o caso apresentado no item 3.4.1, onde o fator de carga encontrado para o centro de artes e letras foi 0,0766. Isto ocorreu pois o CAL apresenta uma demanda média relativamente baixa, em torno dos 10 kVA, mas em alguns períodos teve picos de consumo que chegaram aos quase 140 kVA, tendo um consumo quase quatorze vezes superior ao seu consumo habitual.

Outro dado apresentado e confirmando os resultados já esperados, é a relação do consumo com a temperatura do dia. No item 3.5 foi demonstrado o quão significativo é a relação temperatura x consumo de energia, e como isso impacta na demanda dos centros.

Visto esses dados de modo geral, nota-se a importância da implementação de projetos e incentivos de educação energética. Hábitos como desligar as luzes das salas de aula após a utilização, manter o condicionador de ar em temperaturas indicadas pelos fabricantes como sendo mais eficientes, apagar luzes de laboratórios e espaços que não estão sendo utilizados, contribuem para a melhoria da qualidade do uso da energia elétrica.

Como sugestão, programas de incentivos e jogos de eficiência entre os prédios ou centros de ensino, analisando qual consumiu menos energia. Também, o apoio das direções a novas ideias que tratam sobre a efficientização energética. Atitudes válidas e de fácil execução, que irão gerar diretamente uma diminuição no custo da utilização da universidade e indiretamente contribui para o meio ambiente.

Uma boa gestão começa com bons dados. Não se consegue controlar algo que não é mensurável, e com os dados discutidos e uma continuação da análise do presente trabalho, espera-se contribuir muito mais para a efficientização energética da UFSM.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPELLI, A. Energia Elétrica: Qualidade e eficiência para aplicações industriais. São Paulo: Editora Saraiva, 2013.

MORALES, C. Indicadores de consumo de energia elétrica como ferramentas de apoio à gestão: Classificação por prioridades de atuação na Universidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade de São Paulo, 2007.

BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Balanço energético nacional 2021. Rio de Janeiro, 2021.

ELETROBRÁS, CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS; PROCEL, PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Guia teórico: Gestão energética. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

COPEL. Manual de eficiência energética na indústria. Curitiba, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. A eficiência energética e o novo modelo do setor energético. Rio de Janeiro, 2001.

BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Nacional de Energia 2030. Brasília: Eletrobrás, 2007.

ERBER, P.; MARQUES, J. M. Eficiência energética: Uma busca permanente. 2009.

COELHO, O. F. Medidor digital de grandezas elétricas com capacidade de gerenciamento remoto. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia elétrica) – Universidade de Juiz de Fora, 2016.

CAMPOS, A.; WANDERLEY, A.; BIONDI, R. Análise experimental da influência da tecnologia homeplug na qualidade da energia elétrica. Holos, Ano 23, Vol. 2, 2007.

Site do Instituto Nacional de Eficiência Energética, <http://www.inee.org.br/>, 08/2021.

Site do Programa Nacional de Conservação de Energia – PROCEL, <http://www.procelinfo.com.br/main.asp>, 08/2021.

Site do Instituto Nacional Meteorológico, <https://tempo.inmet.gov.br/>, 08/2021.

AID. Capacidade instalada em 2021 supera 1 gigawatt; eólicas são o destaque pelo quarto mês seguido. Agência Nacional de Energia Elétrica. 04/05/2021. Disponível em: bit.ly/33iKSok Acesso em 07/06/2021.

ROMÉRO, M.D. A.; REIS, L.B. D. Eficiência Energética em Edifícios. Barueri: Editora Manole, 2012.

BARROS, B.F. D.; BORELLI, R.; GEDRA, R. L. Gerenciamento de Energia - Ações Administrativas e Técnicas de Uso Adequado da Energia Elétrica. São Paulo: Editora Saraiva, 2016.

REIS, L.B. D.; SANTOS, E. C. Energia Elétrica e Sustentabilidade: Aspectos Tecnológicos, Socioambientais e Legais. Barueri: Editora Manole, 2014.