

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

Pedro Teixeira Jacques

**ESTUDO ENERGÉTICO E TECNOLÓGICO DAS ESCOLAS DO  
MUNICÍPIO DE SANTA MARIA - RS**

Santa Maria, RS.

2021

**Pedro Teixeira Jacques**

**ESTUDO ENERGÉTICO E TECNOLÓGICO DAS ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE  
SANTA MARIA - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação em  
Engenharia Elétrica da Universidade  
Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como  
requisito parcial para obtenção do grau de  
**Bacharel em Engenharia Elétrica**

ORIENTADOR: Prof. Geomar Machado Martins

Santa Maria, RS.

2021

**Pedro Teixeira Jacques**

**ESTUDO ENERGÉTICO E TECNOLÓGICO DAS ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE  
SANTA MARIA - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação em  
Engenharia Elétrica da Universidade  
Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como  
requisito parcial para obtenção do grau de  
**Bacharel em Engenharia Elétrica**

**Aprovado em oito de setembro de 2021:**

---

**Geomar Machado Martins, Dr, (UFSM)**  
(Orientador)

---

**Gabriel dos Santos Alli, Eng. UFSM.**

---

**Marcelo Bruno Capeletti, Eng. UFSM.**

Santa Maria, RS.

2021

## DEDICATÓRIA

*Com muito orgulho dedico este trabalho a os meus pais que sempre me ajudaram  
nessa trajetória para que eu me torna-se um Engenheiro Eletricista*

## **AGRADECIMENTOS**

*Sendo esse trabalho a representação do meu curso de Engenharia Elétrica, agradeço:*

- *Meus pais Adair Jacques e Liane Teixeira.*
- *Meu orientador Prof. Dr. Eng. Geomar Machado Martins.*
- *Meus colegas que estiveram comigo desde o início da graduação.*
- *Meus amigos que me incentivaram nessa caminhada.*

## **RESUMO**

### **ESTUDO ENERGÉTICO E TECNOLÓGICO DAS ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA – RS**

AUTOR: Pedro Teixeira Jacques  
ORIENTADOR: Geomar Machado Martins

Este Trabalho de Conclusão de Curso busca realizar a pesquisa e desenvolvimento de um método que possibilitará a elaboração de uma classificação das escolas conforme seus níveis de tecnologia, quantidade de alunos e área. O estudo inicial tem o objetivo de analisar escolas do município de Santa Maria e de seu entorno, no RS, do modo que, o mesmo seja expandido futuramente para escolas de todo país. Com isso, poderemos saber o como a educação do nosso país está no dia a dia, sob o ponto de vista energético. Assim, podendo usar os dados coletados para a melhoria da eficiência energética das escolas e classificá-las conforme a sua tecnologia empregada. O total de 27 escolas tanto estaduais quanto municipais foram estudadas para realização deste trabalho. Os dados fornecidos para a realização do mesmo foram obtidos com a 8ª Coordenadoria Regional de Obras Públicas, Santa Maria, RS fornecidos pela Universidade.

**Palavras chave:** Classificação. Escola. Eficiência. Tecnologia.

## **ABSTRACT**

### **ENERGY AND TECHNOLOGICAL STUDY OF SCHOOLS IN THE MUNICIPALITY OF SANTA MARIA – RS**

**AUTHOR:** Pedro Teixeira Jacques  
**ADVISOR:** Geomar Machado Martins

This Course Conclusion Work seeks to carry out a research and development of a method, which will enable the elaboration of a classification according to their technology levels, number of students and area. The study has the initial objective of analyzing the schools in the city of Santa Maria and its surroundings, in RS. So, it will be expanded in the future to schools across the country. With this, we will be able to know the behavior and the way in which education in our country is on a daily basis, from an energetic point of view. Thus, being able to use the data collected to improve the energy efficiency of schools and classify them according to their technology used. A total of 27 schools, both state and municipal, were studied to carry out this work. The data provided for its realization were obtained from the 8th Regional Public Works Coordination, Santa Maria, RS, provided by the University.

**Keywords:** Classification. Efficiency. School. Technology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Total de escolas Localizadas em áreas urbanas (%) (2014-2019) .....	11
Figura 2- Perfil do consumo de energia brasileiro. ....	12
Figura 3 - PowerNet P-600 G4 .....	15
Figura 4 - Potência instalada por escola .....	18
Figura 5 - Alunos por escola.....	20
Figura 6 - Equipamentos por escola.....	20
Figura 7 - Análise semanal Coronel Pilar .....	21
Figura 8 - Carregamento por fase .....	22
Figura 9 - Característica de carga Coronel Pilar .....	22
Figura 10 - Análise Semanal Maria Rocha .....	23
Figura 11 - Carregamento por fase .....	23
Figura 12 - Característica de Carga Maria Rocha .....	24
Figura 13 - Análise semanal Augusto Ruschi.....	25
Figura 14 - Carregamento por fase .....	25
Figura 15 - Característica de carga Augusto Ruschi .....	26

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Escolas onde foi feito o estudo .....	16
Quadro 2 - Aparelhos e potência.....	17
Quadro 3 - Nome da escola, quantidade de alunos e equipamentos.....	19
Quadro 4 - Escolas analisadas por característica de carga .....	21
Quadro 5 - Característica de carga .....	22
Quadro 6 - Característica de carga .....	24
Quadro 7 - Característica de carga .....	25
Quadro 8 - Matriz porte x tecnologia .....	27
Quadro 9 - Alunos x Equipamentos.....	29
Quadro 10 – Matriz dos equipamentos disponíveis alunos por alunos .....	30

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1	TECNOLOGIA ALIADA AO ENSINO .....	11
1.2	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	11
1.3	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA .....	12
<b>2</b>	<b>DELIMITAÇÃO DO TEMA DO TRABALHO .....</b>	<b>13</b>
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>13</b>
3.1	DEMANDA .....	13
3.2	DEMANDA CONTRATADA.....	14
3.3	DEMANDA DE ULTRAPASSAGEM.....	14
3.4	DEMANDA FATURÁVEL .....	14
3.5	ENERGIA ELÉTRICA.....	14
3.6	ENERGIA REATIVA E FATOR DE POTÊNCIA .....	14
3.7	ANALISADOR PORTÁTIL DE GRANDEZAS ELÉTRICAS.....	15
<b>4</b>	<b>ESTUDO ENERGÉTICO DAS ESCOLAS .....</b>	<b>15</b>
4.1	APRESENTAÇÃO DAS ESCOLAS ESTUDADAS.....	15
4.2	CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DAS ESCOLAS.....	17
4.3	CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA .....	18
4.4	CARACTERÍSTICAS DE EQUIPAMENTOS E ALUNOS POR ESCOLA.....	18
4.5	ANÁLISE DAS CARGAS POR FASE.....	20
4.6	ANÁLISE EQUIPAMENTO INSTALADO CORONEL PILAR .....	21
4.7	ANÁLISE EQUIPAMENTO INSTALADO MARIA ROCHA .....	23
4.8	ANÁLISE EQUIPAMENTO INSTALADO AUGUSTO RUSCHI .....	24
<b>5</b>	<b>MATRIZ COMPARATIVA .....</b>	<b>26</b>
5.1	CLASSIFICAÇÃO POR QUANTIDADE DE ALUNOS .....	26
5.2	CLASSIFICAÇÃO POR QUANTIDADE DE EQUIPAMENTOS .....	26
5.3	MATRIZ COMPARATIVA: QUANTIDADE DE ALUNOS PELA QUANTIDADE DE EQUIPAMENTOS .....	27
5.3.1	Grande porte .....	27
5.3.2	Médio porte.....	28
5.3.3	Pequeno porte .....	28
5.4	ANÁLISE DE ALUNOS X EQUIPAMENTOS .....	28
5.4.1	Grande porte .....	31
5.4.2	Médio porte.....	31
5.4.3	Pequeno porte .....	31

<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>33</b>

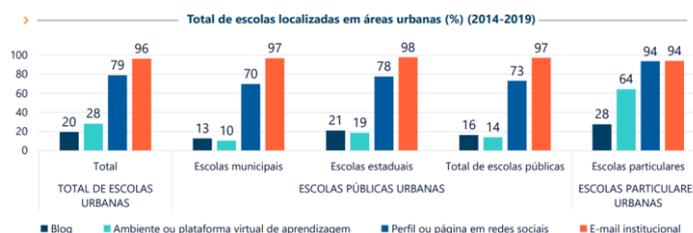
## 1 INTRODUÇÃO

A crescente inserção de tecnologia junto a educação vem mudando cada vez mais o ensino no nosso país. Nesse intuito, este capítulo tem como objetivo realizar a expansão do tema apresentado nesse trabalho, será discutido como a tecnologia auxilia na vida dos estudantes junto com alguns conceitos como eficiência energética, panorama nacional da tecnologia utilizada no ensino em escolas e a caracterização do sistema energético brasileiro.

### 1.1 TECNOLOGIA ALIADA AO ENSINO

A tecnologia está cada vez mais presente na vida dos estudantes em comparação com anos anteriores o estudo feito pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (CETIC, 2019) traz o estudo comparando os anos de 2014 a 2019 das escolas urbanas e os recursos de comunicação disponíveis, visto na Figura 1.

Figura 1 - Total de escolas Localizadas em áreas urbanas (%) (2014-2019)



Fonte: Adaptado de cetic.br

### 1.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Em termos práticos, pode-se dizer que a eficiência é o quanto de energia que entra no sistema e produz o maior aproveitamento possível com o menor recurso de energia disponível.

A utilização de energia elétrica é essencial para a vida nos dias atuais. Com isso, temos que cada vez mais nos preocupar em como a utilizá-la de forma consciente, dessa maneira, temos que buscar meios de tornar esse processo mais eficiente.

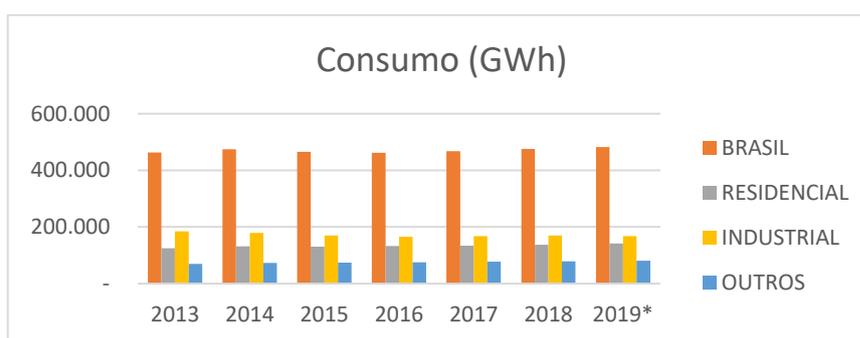
Uma outra maneira no qual a eficiência energética pode ser definida é a partir de uma atividade técnico econômica, que tem por objetivo propiciar um uso otimizado de matéria prima fornecida pela natureza. Os projetos de eficiência energética têm o objetivo de eliminar o desperdício de energia e favorecer a sociedade por meio de programas que reduzem custos com energia elétrica e melhorem a qualidade de vida.

Com isso, foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) é um programa de governo, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e executado pela Eletrobras (PROCELINFO, 2006). O programa tem como objetivo promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício.

### 1.3 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Pode ser definido como a quantidade de potência elétrica (kW) consumida em um intervalo de tempo, é dado em quilowatt-hora (kW·h) ou dependendo do tamanho do sistema também em megawatts-hora (MW·h). No caso de um equipamento elétrico o valor é obtido através do produto da potência do equipamento pelo seu período de utilização. A análise do perfil de consumo brasileiro de energia, realizados a partir da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) no ano de 2013 até 2019 é visto na Figura 2.

Figura 2- Perfil do consumo de energia brasileiro.



Fonte: Adaptado de (EPE.gov.br)

## **2 DELIMITAÇÃO DO TEMA DO TRABALHO**

A partir dos itens 1.1 e 1.3 é visto como a tecnologia impacta no crescimento do consumo de energia. A partir disso, percebe-se a importância de buscar métodos para a melhor utilização do sistema energético. Este trabalho busca elaborar uma classificação das escolas conforme o seu perfil tecnológico e energético.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Identificar o perfil de consumo;
- Classificar as escolas conforme sua tecnologia, porte, equipamentos e quantidade de alunos;
- Criar uma matriz com resultados;

## **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo foi realizado a revisão bibliográfica do conteúdo apresentado no trabalho. Os assuntos abrangidos no capítulo mostram alguns conceitos necessários para o entendimento de como será feita a classificação das escolas e posteriormente é apresentado o instrumento utilizado para a realização da medição da qualidade de energia nas escolas estudadas.

### **3.1 DEMANDA**

A demanda pode ser classificada como a média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado (ANEEL, 2010). Existem diferentes tipos de demanda que serão citados nos itens a seguir.

### 3.2 DEMANDA CONTRATADA

Pode ser classificada como a demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados em contrato, e que deve ser integralmente paga (ANEEL, 2010).

### 3.3 DEMANDA DE ULTRAPASSAGEM

Pode ser definida como a parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada, expressa em quilowatts (ANEEL, 2010).

### 3.4 DEMANDA FATURÁVEL

Valor da demanda de potência ativa, identificada de acordo com os critérios estabelecidos e considerada para fins de faturamento, com aplicação da respectiva tarifa, expressa em quilowatts (kW) (ANEEL, 2010).

### 3.5 ENERGIA ELÉTRICA

De forma simplificada, é o produto da potência elétrica pelo intervalo de tempo de utilização de um equipamento ou de funcionamento de uma instalação (ANEEL, 2010).

### 3.6 ENERGIA REATIVA E FATOR DE POTÊNCIA

A energia ativa é a energia que promove o funcionamento de equipamentos elétricos e eletrônicos, enquanto que a energia reativa é a responsável pela formação de campos magnéticos (NEOENERGIA ELKTRO, 2021).

O fator de potência é a razão entre a potência ativa e a potência aparente. Ele é um dos fatores que indica a eficiência do uso da energia, se calculado possui uma variação entre os valores de zero até um, com isso, quanto maior o fator de potência mais eficiente será o sistema.

### 3.7 ANALISADOR PORTÁTIL DE GRANDEZAS ELÉTRICAS

O equipamento utilizado para a obtenção dos resultados foi o PowerNET P-600 G4, que é um analisador e registrador portátil de grandezas elétricas projetado para realizar medições em sistemas de distribuição. Pode ser usado para medir valores instantâneos, agregados e estatísticos para o monitoramento local ou remoto da energia elétrica. A Figura 3 mostra uma foto ilustrativa do equipamento.

Figura 3 - PowerNet P-600 G4



Fonte: (Adaptado manual Powernet P-600 G4)

## 4 ESTUDO ENERGÉTICO DAS ESCOLAS

O Rio Grande do Sul possui um total de 9981 escolas em todo seu estado. (QEDU, 2018). Neste capítulo, serão apresentadas as escolas onde foram feitos os levantamentos energéticos, tecnológicos, dados internos como quantidade de servidores e alunos. O total de escolas analisadas foram cerca de 27, localizadas no município de Santa Maria no estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

### 4.1 APRESENTAÇÃO DAS ESCOLAS ESTUDADAS

Com a ideia de criar uma classificação das escolas de Santa Maria junto com o intuito de expandir o estudo para as demais cidades do estado e país foram obtidos dados juntos com a 8ª Coordenadoria Regional de Obras Públicas, Santa Maria, RS. O Quadro 1 a seguir mostra todas as 27 escolas que foram obtidos os dados.

Quadro 1 - Escolas onde foi feito o estudo

1	Almiro Beltrame
2	Arroio Grande
3	Augusto Ruschi
4	Boca Do Monte
5	Ce Professora Edna May Cardoso
6	Cicero Barreto
7	Cilon Rosa
8	Coronel Pilar
9	Dr Antonio Xavier Da Rocha
10	Dr Reinaldo Fernando Coser
11	Dr Walter Jobim
12	Erico Verissimo
13	Gen Edson Figueiredo
14	General Gomes Carneiro
15	Joao Belem
16	Manoel Ribas
17	Marechal H. De Alencar Castelo Branco
18	Marieta Dambrosio
19	Mario Quintana
20	Olavo Bilac
21	Padre Caetano
22	Paulo Freire
23	Princesa Isabel
24	Prof Margarida Lopes
25	Professora Celina De Moraes
26	Professora Maria Rocha
27	Professora Naura Teixeira Pinheiro

Fonte: (Autor)

## 4.2 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DAS ESCOLAS.

As características tecnológicas das escolas foram analisadas conforme a disponibilidade dos equipamentos. A escolha desses equipamentos foi feita conforme o impacto direto ou indireto na comunidade escolar, composta por professores, alunos e funcionários. Os mesmos são listados no Quadro 2 a seguir com o nome do equipamento junto com a sua potência em Watts. Será feita algumas análises com esse levantamento nos próximos itens desse trabalho.

Quadro 2 - Aparelhos e potência

Aparelho	Potência (W)
Condicionador de AR	2100
Aparelho de som	240
Copiadora	180
Computador	300
Notebook	45
Projektor	200
Televisor	200
Ventilador	100
Impressora Tinta	50
Impressora Laser	400
Aparelho DVD	30
Roteador	10
Scanner de mesa	50
Microscópio	200
Microondas	1300
Cafeteira	300
Jarra Elétrica	1000
Aquecedor	1500
Ferro de Passar	1200
Enceradeira	300
Lousa interativa	100
Chuveiro	7500
Freezer	400
Fogão Elétrico	1200
Máquina de Lavar	900

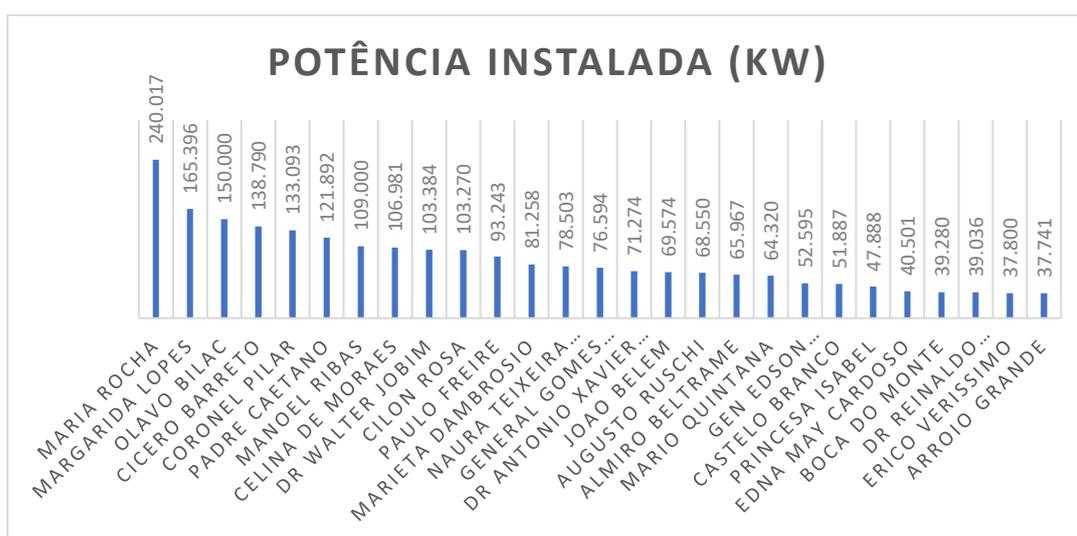
Torneira elétrica	5500
Fritadeira Elétrica	2000
Câmera	30

Fonte: (Autor)

### 4.3 CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA

A classificação energética de cada escola é feita a partir de sua potência instalada. Para obter esse valor de potência instalada kW é realizado somatório das potências elétricas ativas nominais das unidades geradoras principais da central. A partir dos dados obtidos foi gerado a Figura 4 onde, pode ser visto a potência instalada em cada escola.

Figura 4 - Potência instalada por escola



Fonte: (Autor)

### 4.4 CARACTERÍSTICAS DE EQUIPAMENTOS E ALUNOS POR ESCOLA

Nesse item é apresentado as escolas conforme a sua quantidade de alunos e equipamentos presentes, visto no Quadro 3 abaixo. A quantidade de equipamentos presentes na coluna 3 foram obtidos a partir da 8ª Coordenadoria Regional de Obras Públicas, Santa Maria, RS, os equipamentos considerados são os mesmos descritos no Quadro 2. A quantidade vista no quadro refere-se ao total dos equipamentos de cada escola somados.

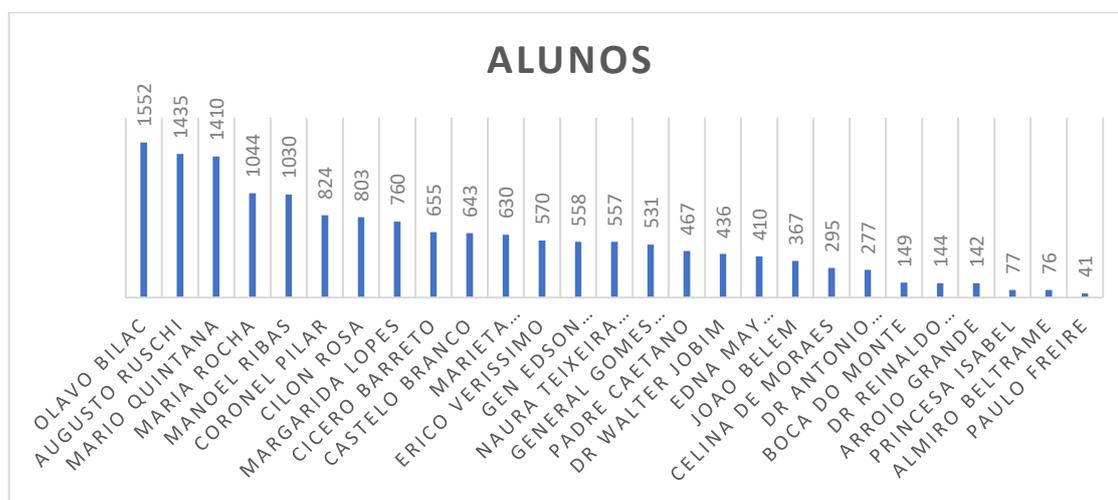
Quadro 3 - Nome da escola, quantidade de alunos e equipamentos

Escola	Alunos	Equipamentos
Olavo Bilac	1552	70
Augusto Ruschi	1435	63
Mario Quintana	1410	60
Professora Maria Rocha	1044	383
Manoel Ribas	1030	197
Coronel Pilar	824	253
Cilon Rosa	803	221
Prof Margarida Lopes	760	199
Cicero Barreto	655	137
M. Humberto De Alencar Castelo Branco	643	146
Marieta Dambrosio	630	101
Erico Verissimo	570	163
Gen Edson Figueiredo	558	224
Professora Naura Teixeira Pinheiro	557	170
General Gomes Carneiro	531	64
Padre Caetano	467	207
Dr Walter Jobim	436	145
Ce Professora Edna May Cardoso	410	87
Joao Belem	367	123
Professora Celina De Moraes	295	202
Dr Antonio Xavier Da Rocha	277	161
Boca Do Monte	149	58
Dr Reinaldo Fernando Coser	144	75
Arroio Grande	142	44
Princesa Isabel	77	63
Almiro Beltrame	76	96
Paulo Freire	41	98

Fonte: (Autor)

Um detalhe importante para a análise do próximo capítulo é que nem sempre a maior escola no caso quantidade de alunos terá uma maior potência instalada ou conseqüentemente uma maior quantidade de equipamentos. Esse é um dos pontos que esse trabalho pretende demonstrar. A Figura 5 traz o gráfico obtido a partir do Quadro 3.

Figura 5 - Alunos por escola



Fonte: (Autor)

A Figura 6 abaixo traz a quantidade de equipamentos por cada escola presente na análise.

Figura 6 - Equipamentos por escola



Fonte: (Autor)

#### 4.5 ANÁLISE DAS CARGAS POR FASE

Um estudo refinado sobre o consumo de energia foi feito em três escolas do grupo. Nele foi utilizado o analisador e registrador portátil de grandezas elétricas PowerNET P-600 G4. O dispositivo foi instalado em cada escola por um período de

uma semana. A partir, do registro do equipamento pode ser feito um levantamento de como a carga instalada em cada escola se comporta conforme o decorrer do dia. As escolas analisadas neste tópico estão apresentadas no Quadro 4 abaixo.

Quadro 4 - Escolas analisadas por característica de carga

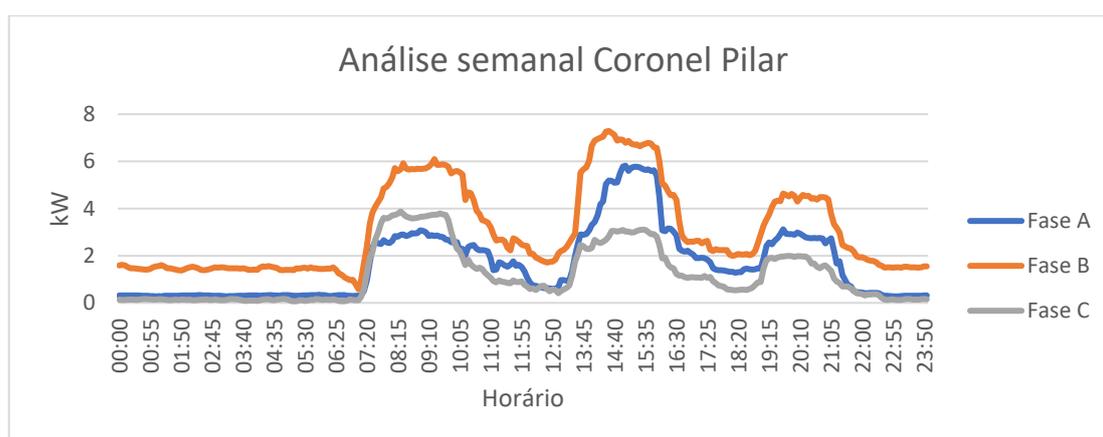
1	2	3
Coronel Pilar	Maria Rocha	Augusto Ruschi

Fonte: (Autor)

#### 4.6 ANÁLISE EQUIPAMENTO INSTALADO CORONEL PILAR

Com o aparelho instalado, pode ser extraído o relatório semanal do comportamento de cada fase, a fase A, B e C. A escola Coronel Pilar apresenta uma característica de carga durante o longo do dia conforme a Figura 7. Na figura é notável que a distribuição por fase na escola foi feita de uma forma inadequada. As disparidades são visíveis nos horários de funcionamento da escola que se iniciam as 07:00 e terminam as 22:00.

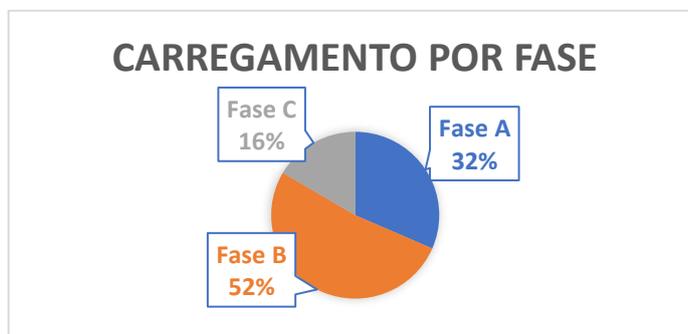
Figura 7 - Análise semanal Coronel Pilar



Fonte: (Autor)

Com o comportamento das cargas apresentados podemos caracterizar o carregamento de cada fase na Figura 8. A fase B apresenta o maior carregamento em comparação as outras duas fases com aproximadamente 52%.

Figura 8 - Carregamento por fase



Fonte: Autor

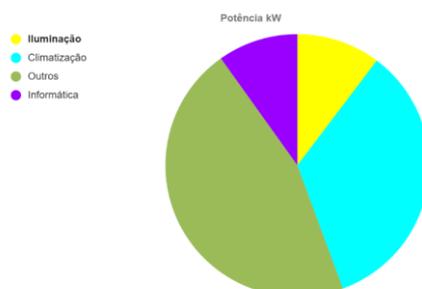
A distribuição das cargas na escola Coronel Pilar é vista no Quadro 5 abaixo junto com a Figura 9 apresentado em seguida.

Quadro 5 - Característica de carga

Tipo	Potência (kW)
Iluminação	13,664
Climatização	45,426
Outros	60,903
Informática	13,100
Total	133,093

Fonte: (Autor)

Figura 9 - Característica de carga Coronel Pilar

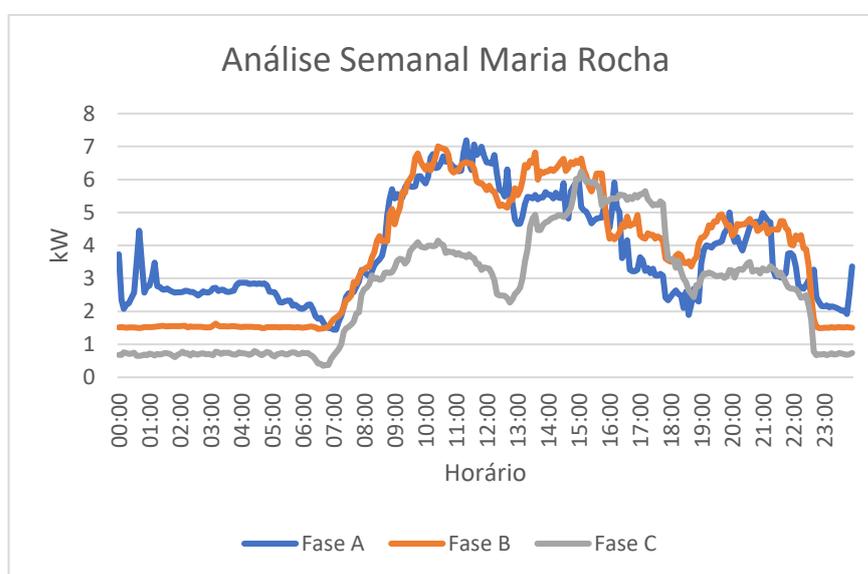


Fonte: (Autor)

#### 4.7 ANÁLISE EQUIPAMENTO INSTALADO MARIA ROCHA

O comportamento da carga instalada na escola Maria Rocha pode ser visto na Figura 10 a seguir, também, como no caso anterior, é possível notar que a distribuição das cargas nessa escola foi feita de forma inadequada. As disparidades são visíveis nos horários de funcionamento que são das 07:00 até as 22:00.

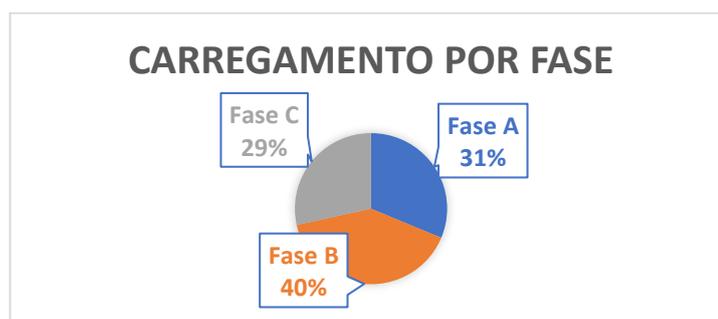
Figura 10 - Análise Semanal Maria Rocha



Fonte: (Autor)

O carregamento por fases é visto na Figura 11, como no caso anterior a fase B apresenta um maior carregamento em relação as outras com aproximadamente 40% da carga.

Figura 11 - Carregamento por fase



Fonte: (Autor)

O Quadro 6 e a Figura 12 a seguir apresentam a característica da carga instalada na escola em kW. Como um dos objetivos do trabalho é estudar a capacidade tecnológica nas escolas é visto que, essa escola possui uma grande parcela da potência instalada na área da informática.

Quadro 6 - Característica de carga

Tipo	Potência (kW)
Iluminação	80,940
Climatização	72,580
Outros	40,597
Informática	45,900
Total	240,017

Fonte: (Autor)

Figura 12 - Característica de Carga Maria Rocha

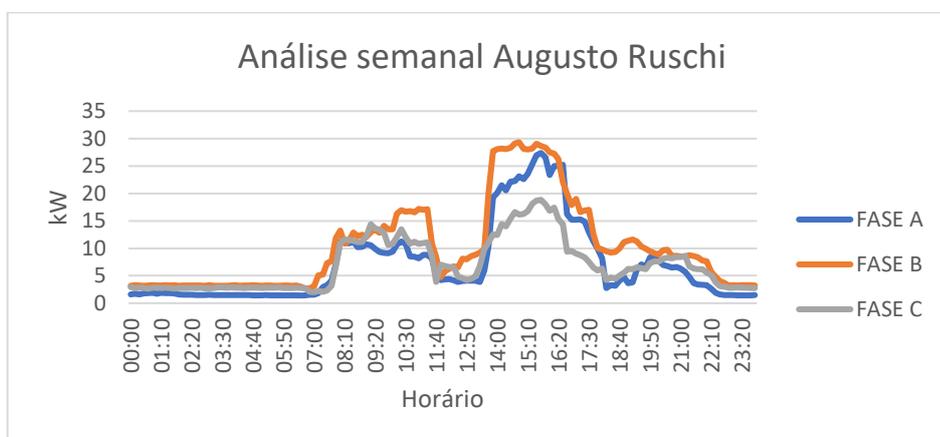


Fonte: (Autor)

#### 4.8 ANÁLISE EQUIPAMENTO INSTALADO AUGUSTO RUSCHI

A característica de carga da escola Augusto Ruschi é apresentada na Figura 13 abaixo. Para um funcionamento da escola que inicia as 07:00 e vai até as 22:00 a escola possui uma distribuição de cargas desigual, como visto nas outras escolas analisadas pelo equipamento.

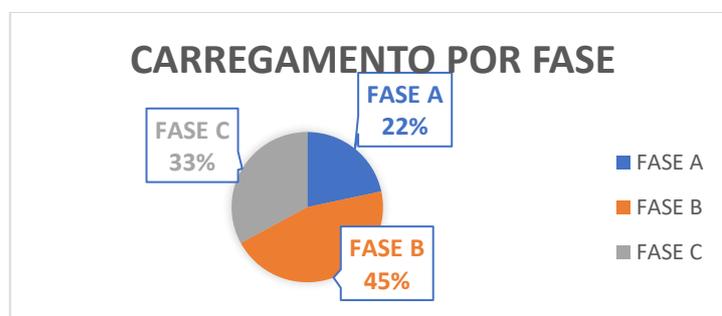
Figura 13 - Análise semanal Augusto Ruschi



Fonte: (Autor)

Na Figura 14 é visto o carregamento por fase da escola Augusto Ruschi, é possível ver que a fase B é a fase com maior carregamento com um total de 45%.

Figura 14 - Carregamento por fase



Fonte: Autor

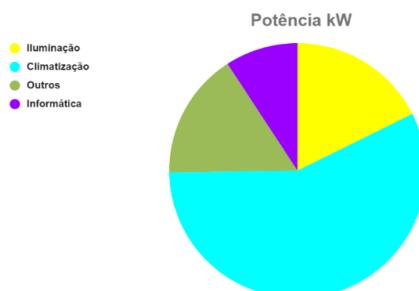
O Quadro 7 e a Figura 15 a seguir apresentam a característica da carga instalada na escola em kW.

Quadro 7 - Característica de carga

Iluminação	12,100
Climatização	39,180
Outros	10,970
Informática	6,300
Total	68,550

Fonte: (Autor)

Figura 15 - Característica de carga Augusto Ruschi



Fonte: (Autor)

## 5 MATRIZ COMPARATIVA

No capítulo 5 será apresentada a compilação das informações obtidas pelos levantamentos das escolas vistas no capítulo anterior. Foi criada uma matriz comparativa para classificar as escolas conforme a sua tecnologia. Para isso, os fatores dessa classificação serão divididos conforme alguns critérios.

- Quantidade de alunos
- Quantidade de equipamentos
- Taxa de equipamentos (equipamento a cada um aluno)

### 5.1 CLASSIFICAÇÃO POR QUANTIDADE DE ALUNOS

Grande porte serão consideradas as escolas com mais de mil alunos, médio porte escolas com quinhentos até mil alunos e pequeno porte as escolas com menos de quinhentos alunos.

### 5.2 CLASSIFICAÇÃO POR QUANTIDADE DE EQUIPAMENTOS

Para a realização da análise tecnológica das escolas serão considerados os equipamentos presentes em cada uma.

- Alta tecnologia mais de duzentos equipamentos
- Média tecnologia de cem a duzentos equipamentos
- Baixa tecnologia menos de cem equipamentos

### 5.3 MATRIZ COMPARATIVA: QUANTIDADE DE ALUNOS PELA QUANTIDADE DE EQUIPAMENTOS

Com o levantamento feito no capítulo anterior e os critérios adotados nos itens 5.1 e 5.2 foi elaborada um arranjo matricial com três colunas e três linhas visto a seguir no Quadro 8. Nos itens a seguir serão discutidas algumas características interessantes que podemos obter dessa matriz.

Quadro 8 - Matriz porte x tecnologia

	ALTA TECNOLOGIA	MÉDIA TECNOLOGIA	BAIXA TECNOLOGIA
GRANDE PORTE	Maria Rocha	Manoel Ribas	Olavo Bilac Augusto Ruschi Mario Quintana
MÉDIO PORTE	Coronel Pilar Gen Edson Figueiredo Cilon Rosa	Margarida Lopes Naura Teixeira Pinheiro Erico Verissimo Castelo Branco Cicero Barreto Marieta Dambrosio	General Gomes Carneiro
PEQUENO PORTE	Padre Caetano Celina De Moraes	Dr Antonio Xavier Da Rocha Dr Walter Jobim Joao Belem Edna May Cardoso	Paulo Freire Almiro Beltrame Dr Reinaldo Fernando Coser Princesa Isabel Boca Do Monte Arroio Grande

Fonte: Autor

#### 5.3.1 Grande porte

De um total de cinco escolas de grande porte, mais de mil alunos, podemos ver que apenas uma das escolas apresenta uma alta tecnologia associada ao seu número de estudantes, uma escola apresenta uma tecnologia média em relação aos seus alunos e três apresentam uma baixa tecnologia em relação aos seus estudantes.

Com isso, é possível dizer que a maioria das escolas de grande porte sofrem com um déficit de tecnologia.

### **5.3.2 Médio porte**

As escolas de médio porte, entre quinhentos a mil alunos, equivalem a um total de dez escolas. Três ficaram classificadas como escolas de alta tecnologia, seis delas como média tecnologia e apenas uma como baixa. Com isso, é notável que a grande maioria das escolas possui um equivalente de média tecnologia aliada ao ensino, dentro da análise proposta, podendo ser classificado como aceitável ou razoável, já que mesmo tendo um número alto de alunos será necessário um planejamento de utilização dos equipamentos feito para cada escola.

### **5.3.3 Pequeno porte**

Com um total de doze escolas de pequeno porte, menos de quinhentos alunos duas são de alta tecnologia, quatro com uma média tecnologia e seis com uma baixa tecnologia. Podemos ver que a maioria das escolas de pequeno porte apresentam uma baixa tecnologia, ou seja, um número menor de equipamentos em relação as outras.

## **5.4 ANÁLISE DE ALUNOS X EQUIPAMENTOS**

Uma outra forma de analisar a tecnologia associada a cada escola é feita a seguir, onde, serão analisados a quantidade de equipamentos disponíveis nas escolas e seus alunos. Nesse caso é dividido o número de alunos pelo número de equipamentos disponíveis, assim, obtém-se um índice que relaciona a quantia de quantos equipamentos estão disponíveis a cada aluno. Por exemplo, a escola Olavo Bilac apresenta um equipamento a cada vinte e dois alunos.

Quadro 9 abaixo exemplifica melhor. Os equipamentos considerados estão disponíveis no Quadro 2.

Quadro 9 - Alunos x Equipamentos

Escola	Alunos	Equipamentos	Índice - Alunos/ 1 Equipamento
Olavo Bilac	1552	70	22
Augusto Ruschi	1435	63	23
Mario Quintana	1410	60	24
Professora Maria Rocha	1044	383	3
Manoel Ribas	1030	197	5
Coronel Pilar	824	253	3
Cilon Rosa	803	221	4
Prof Margarida Lopes	760	199	4
Cicero Barreto	655	137	5
Marechal Humberto De Alencar Castelo Branco	643	146	4
Marieta Dambrosio	630	101	6
Erico Verissimo	570	163	3
Gen Edson Figueiredo	558	224	2
Professora Naura Teixeira Pinheiro	557	170	3
General Gomes Carneiro	531	64	8
Padre Caetano	467	207	2
Dr Walter Jobim	436	145	3
Ce Professora Edna May Cardoso	410	87	5
Joao Belem	367	123	3
Professora Celina De Moraes	295	202	1
Dr Antonio Xavier Da Rocha	277	161	2
Boca Do Monte	149	58	3
Dr Reinaldo Fernando Coser	144	75	2
Arroio Grande	142	44	3
Princesa Isabel	77	63	1
Almiro Beltrame	76	96	1

Paulo Freire	41	98	1
--------------	----	----	---

Fonte: (Autor)

Nesse caso serão avaliados o porte das escolas junto com a sua disponibilidade de equipamentos para cada aluno. A matriz dos equipamentos disponíveis para cada aluno é vista no Quadro 10.

Quadro 10 – Matriz dos equipamentos disponíveis alunos por alunos

	1 a 3 equipamentos	3 a 6 equipamentos	acima de 8 equipamentos
GRANDE PORTE	Maria Rocha	Manoel Ribas	Olavo Bilac Augusto Ruschi Mario Quintana
MÉDIO PORTE	Coronel Pilar Érico Verissimo Gen Edson Figueiredo Prof Naura Teixeira Pinheiro	Cilon Rosa Margarida Lopes Cicero Barreto M. H. De Alencar Castelo Branco Marieta Dambrosio	General Gomes Carneiro
PEQUENO PORTE	Padre Caetano Dr Walter Jobim Joao Belem Celina De Moraes Dr Antonio Xavier Da Rocha Boca Do Monte Dr Reinaldo Fernando Coser Arroio Grande Princesa Isabel Almiro Beltrame Paulo Freire	Edna May Cardoso	

Fonte: Autor

#### **5.4.1 Grande porte**

Para análise de grande porte das cinco escolas classificadas pela matriz vista no quadro 10, é possível identificar que apenas uma escola possui cerca de um a três equipamentos para cada aluno, uma possuindo de três a seis equipamentos e mais três escolas possuindo mais de oito equipamentos a cada um aluno.

#### **5.4.2 Médio porte.**

A partir do quadro 10 também é possível identificar as escolas que possuem médio porte e seu respectivo número de equipamentos a cada um aluno, sendo que, quatro possuem de um a três equipamentos, cinco possuem cerca de três a seis equipamentos e uma possui mais de 8 equipamentos.

#### **5.4.3 Pequeno porte**

Já as escolas de pequeno porte, onze das mesmas possuem cerca de um a três equipamentos e uma apenas de três a seis equipamentos. Nessa análise é possível afirmar que a maioria das escolas de pequeno porte possui uma grande quantidade de equipamentos em relação aos seus alunos, ou seja, as escolas de pequeno porte possuem uma maior disponibilidade de equipamentos por alunos.

## **6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Esse capítulo vai trazer uma visão geral dos resultados obtidos. Nele foi observado a característica de vinte e sete escolas da cidade de Santa Maria, com a análise dos dados de cada escola como, quantidade de alunos, potência instalada, características de cargas e equipamentos em cada escola, podendo ser feito um estudo detalhado e comparações do ensino público e diferentes características apresentadas por ele. No caso das características de carga, o estudo nos trouxe um evidente problema de distribuição de fases encontrado em todas as escolas em que foram utilizados o medidor de Potência PowerNET P-600 G4, isso nos mostra que não existe uma preocupação no tipo de instalação elétrica presente nessas. Outro ponto importante no trabalho foi a comparação entre as escolas. Foram criadas duas matrizes onde foi analisado alguns critérios que poderão ser usados para estudos

futuros para definição de uma escola “tecnológica” ou desenvolvida. A análise feita é interessante pelo fato de que nem sempre uma escola com mais alunos terá mais recursos para atendê-los na sua proporção direta. No caso contrário uma escola com uma quantidade mais baixa de alunos poderá atenderá melhor os seus alunos distribuindo os seus recursos de forma mais adequada. Ademais, uma escola de grande porte necessita de um planejamento melhor envolta dos seus recursos, ou seja, como ela dispõe de menos equipamentos para os seus alunos ela terá que utilizar em diferentes horários os mesmos para que não prejudique uma parte desses. Assim, pode ser que mesmo uma escola que não tenha muitos equipamentos disponíveis para seus alunos consiga um desempenho no aprendizado tecnológico parecido com uma escola que dispõe de por exemplo um equipamento para cada aluno.

## **7 CONCLUSÕES**

A partir dos resultados apresentados podemos concluir que o objetivo de classificar energeticamente e tecnologicamente deste trabalho demonstrou o comportamento das escolas da região de Santa Maria, de modo que, existe uma grande diferença entre cada escola, como em relação a sua característica energética, onde foi demonstrado que das três escolas que foram analisadas pelo aparelho medidor de Potência PowerNET P-600 G4, as mesmas apresentam uma grande defasagem entre o carregamento das suas fases. Através disso, mostra que é necessário realizar um estudo mais profundo em relação a sua instalação elétrica. Já no caso do estudo tecnológico, é possível afirmar que independentemente de a escola possuir uma grande quantidade de alunos, pode não ser considerada uma escola com uma grande tecnologia empregada, como exemplo da escola Olavo Bilac, a qual foi considerada pelo estudo uma escola de baixa tecnologia nos dois itens (Quadro 8 e Quadro 10. Assim, a partir desse estudo será possível realizar a expansão no tema para outras regiões do estado e do Brasil, podendo melhorar a qualidade energética das escolas e a tecnológica.

## **8 PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS**

Como sugestão para trabalhos futuros podemos citar:

- Estudo e levantamento de carga e equipamentos atualizados de escolas de outras regiões.
- Estudo das demandas das escolas aliado ao seu consumo.
- Solução de melhoria da distribuição de fases para as escolas.
- Eficientização energética das escolas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. **Resolução Normativa ANEEL n. 414**. 2010. Disponível em: <[https://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/2016\\_ResolucaoNormativa4142010.pdf/5b1de1cd-d36f-4009-852a-8def3eeb0a4e](https://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/2016_ResolucaoNormativa4142010.pdf/5b1de1cd-d36f-4009-852a-8def3eeb0a4e)>. Acesso em: 24 ago. 2021.

CETIC. **Tic Educação**. 2019. Disponível em: <[https://cetic.br/media/analises/tic\\_educacao\\_2019\\_coletiva\\_imprensa.pdf](https://cetic.br/media/analises/tic_educacao_2019_coletiva_imprensa.pdf)>. Acesso em: 19 set. 2020.

EPE GOV. **Consumo Anual de Energia Elétrica por classe (nacional)**. 2021. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica/consumo-anual-de-energia-eletrica-por-classe-\(nacional\)-](https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica/consumo-anual-de-energia-eletrica-por-classe-(nacional)-)>. Acesso em: 24 ago. 2021.

NEOENERGIA ELEKTRO. **Energia ativa e reativa**, 2021. Disponível em: <<https://www.neoenergiaelektro.com.br/seu-negocio/energia-ativa-e-reativa>> Acesso em: 24 ago. 2021.

PROCELINFO. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 2006. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B921E566A-536B-4582-AEAF-7D6CD1DF1AFD%7D->>. Acesso em: 24, ago. 2021.

QEDU. **O Censo Escolar é aplicado anualmente em todo o Brasil**, 2018. Disponível em: <[https://qedu.org.br/estado/121-rio-grande-do-sul/censo-escolar?year=2018&dependence=0&localization=0&education\\_stage=0&item=->](https://qedu.org.br/estado/121-rio-grande-do-sul/censo-escolar?year=2018&dependence=0&localization=0&education_stage=0&item=->)>. Acesso em: 24 ago. 2021.