



Análise dos consumos de energia elétrica de quatro Escolas do IPCB

Projeto Final de Curso

Fábio André Martins Vicente

Nº 20201628

Orientadores

Professor Adjunto Fernando Júlio Marques Miranda (orientador)

Eng.º Nuno Filipe Taborda Maia (coorientador)

Trabalho de Projeto apresentado à Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciatura, realizada sob a orientação científica do Professor Adjunto Fernando Júlio Marques Miranda, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Setembro de 2023

Composição do júri

Presidente do júri:

Fernando Júlio Marques Miranda (Orientador)

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco

Arguentes:

Eng.º Nuno Filipe Taborda Maia (Coorientador)

Coordenador dos Serviços Técnicos do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Pedro Miguel Baptista Torres

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco

Arguente Suplente:

Nuno Octávio Garcia Fernandes

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco

Dedicatória

Dedico a presente monografia a todos os professores do curso, ao orientador do projeto, aos familiares, amigos e a todos aqueles que de certa forma contribuíram para a realização deste projeto.

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram para a elaboração do projeto final, e também a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram a chegar a esta fase final da Licenciatura. Agradeço com especial atenção ao Professor Fernando Miranda por toda a ajuda dada, conhecimento técnico e objetivo, soluções apresentadas e ideias para o desenvolvimento do projeto e também pelos conhecimentos e experiências que partilhou no decorrer da Licenciatura.

Quero agradecer à minha família e aos meus amigos por todo o apoio e ajuda dada no decorrer deste percurso. Era impossível chegar a esta fase sem o apoio deles, sobretudo porque me faziam acreditar que era possível mesmo quando tudo parecia não correr da melhor forma.

Resumo

Serve o presente relatório para apresentar o desenvolvimento do projeto e da análise dos consumos elétricos em quatro escolas do Instituto Politécnico de Castelo Branco. O projeto consistiu na recolha e tratamento dos consumos de energia elétrica nas quatro escolas do IPCB, na comparação dos consumos de energia elétrica, em cada uma das escolas, durante um período de 29 meses e também na análise dos valores obtidos em cada escola.

Palavras-chave

Projeto; Escolas do IPCB; Energia Ativa; Energia Reativa Indutiva; Energia Reativa Capacitiva; Fator de Potência

Abstract

This report serves to present the development, of the project and the analysis of electrical consumption in four schools of the Polytechnic Institute of Castelo Branco. The project consisted of collecting and processing electricity consumption in the four IPCB schools, comparing electricity consumption in each of the schools over a period of 29 months and also analyzing the values obtained in each school.

Keywords

Project; IPCB Schools; Active Energy; Inductive Reactive Energy; Capacitive Reactive Energy; Power factor

Índice geral

1.	Introdução.....	1
1.1.	<i>Objetivos</i>	1
1.2.	<i>Programa do Projeto</i>	1
1.3.	<i>Estrutura do Relatório</i>	2
2.	Caracterização das escolas	3
2.1.	<i>Instituto Politécnico de Castelo Branco (IPCB)</i>	3
2.2.	<i>Escola Superior Agrária (ESA 1 e ESA 2_CF)</i>	3
2.3.	<i>Escola Superior de Artes Aplicadas (ESART)</i>	5
2.4.	<i>Escola Superior de Educação (ESE)</i>	6
2.5.	<i>Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias (ESALD)</i>	7
2.6.	<i>Escola Superior de Tecnologia (EST)</i>	8
3.	Caracterização dos consumos de energia elétrica em cada escola.....	10
3.1.	<i>Alguns conceitos de energia elétrica em corrente alternada</i>	10
3.2.	<i>Sazonalidade dos consumos energéticos</i>	11
3.3.	<i>Influência do clima nos consumos de energia</i>	11
4.	Recolha, Tratamento, Comparação e Análise dos consumos de energia elétrica durante um período de 29 meses	13
4.1.	<i>Escola Superior Agrária (Centro de Formação) (ESA2_CF)</i>	14
4.2.	<i>Escola Superior Agrária (ESA 1)</i>	19
4.3.	<i>Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias e Escola Superior de Artes (ESALD_ESART)</i>	24
4.4.	<i>Escola Superior de Educação (ESE)</i>	29
4.5.	<i>Escola Superior de Tecnologia (EST)</i>	35
5.	Conclusão	41
	Web grafia e Bibliografia	42
	Anexos	43
	<i>[A] - Dados Recolhidos através do Balcão Digital da E-Redes</i>	43
	<i>[B] - Tabelas e Gráficos da Energia Ativa</i>	44
	<i>[C] - Energias Ativa, Reativa Indutiva e Reativa Capacitiva</i>	45
	<i>[D] - Fatores de Potência</i>	46

Índice de figuras

Figura 1 - Energia Ativa Total - ESA2_CF.....	14
Figura 2 - Energia Ativa dos 3 anos - ESA2_CF.....	14
Figura 3 - Energias de 2021 - ESA2_CF.....	15
Figura 4 - Energias de 2022 - ESA2_CF.....	15
Figura 5 - Energias de 2023 - ESA2_CF.....	15
Figura 6 - Total de Energias de 2021 - ESA2_CF	16
Figura 7 - Total de Energias de 2022 - ESA2_CF	16
Figura 8 - Total de Energias de 2023 - ESA2_CF	17
Figura 9 - Energia Ativa - ESA 1	19
Figura 10 - Energia Ativa dos 3 anos - ESA 1.....	19
Figura 11 - Energias de 2021 - ESA 1	20
Figura 12 - Energias de 2022 - ESA 1	20
Figura 13 - Energias de 2023 - ESA 1	20
Figura 14 - Total de Energias de 2021 - ESA 1	21
Figura 15 - Total de Energias de 2022 - ESA 1	21
Figura 16 - Total de Energias de 2023 - ESA 1	22
Figura 17 - Energia Ativa - ESALD_ESART.....	24
Figura 18 - Energia Ativa dos 3 anos - ESALD_ESART.....	24
Figura 19 - Energias de 2021 - ESALD_ESART	25
Figura 20 - Energias de 2022 - ESALD_ESART	25
Figura 21 - Energias de 2023 - ESALD_ESART	25
Figura 22 - Total de Energias de 2021 - ESALD_ESART	26
Figura 23 - Total de Energias de 2022 - ESALD_ESART	26
Figura 24 - Total de Energias de 2023 - ESALD_ESART	27
Figura 25 - Energia Ativa Total - ESE.....	29
Figura 26 - Energia Ativa dos 3 anos - ESE	29
Figura 27 - Energias de 2021 - ESE.....	30
Figura 28 - Energias de 2022 - ESE.....	30
Figura 29 - Energias de 2023 - ESE.....	30
Figura 30 - Total de Energias de 2021 - ESE.....	31
Figura 31 - Total de Energias de 2022 - ESE.....	31
Figura 32 - Total de Energias de 2023 - ESE.....	32
Figura 33 - Energia Ativa - EST.....	35
Figura 34 - Energia Ativa dos 3 anos - EST.....	35
Figura 35 - Energias de 2021 - EST.....	36
Figura 36 - Energias de 2022 - EST.....	36
Figura 37 - Energias de 2023 - EST.....	37
Figura 38 - Total de Energias de 2021 - EST	37
Figura 39 - Total de Energias de 2022 - EST	38
Figura 40 - Total de Energias de 2023 - EST	38

Índice de tabelas

Tabela 1 - Fatores de potência 2021 da ESA2_CF	17
Tabela 2 - Fatores de potência 2022 da ESA2_CF	18
Tabela 3 - Fator de potência 2023 da ESA2_CF	18
Tabela 4 - Fatores de potência 2021 da ESA 1	22
Tabela 5 - Fatores de potência 2022 da ESA 1	23
Tabela 6 - Fatores de potência 2023 da ESA 1	23
Tabela 7 - Fatores de potência 2021 da ESALD_ESART	27
Tabela 8 - Fatores de potência 2022 da ESALD_ESART	28
Tabela 9 - Fatores de potência 2023 da ESALD_ESART	28
Tabela 10 - Fatores de potência 2021 da ESE	32
Tabela 11 - Fatores de potência 2022 da ESE	32
Tabela 12 - Fatores de potência 2023 da ESE	33
Tabela 13 - Fatores de potência com energia reativa capacitiva 2021 da ESE	33
Tabela 14 - Fatores de potência com energia reativa capacitiva 2022 da ESE	34
Tabela 15 - Fatores de potência com energia reativa capacitiva 2023 da ESE	34
Tabela 16 - Fatores de potência 2021 da EST	39
Tabela 17 - Fatores de potência 2022 da EST	39
Tabela 18 - Fatores de potência 2023 da EST	39
Tabela 19 - Consumos de gás - EST.....	40
Tabela 20 - Consumos de eletricidade - EST.....	40

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

IPCB – Instituto Politécnico de Castelo Branco

ESA 2_CF – Escola Superior Agrária (Centro de Formação)

ESA 1 – Escola Superior Agrária

ESALD – Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias

ESART – Escola Superior de Artes Aplicadas

ESE – Escola Superior de Educação

EST – Escola Superior de Tecnologia

1. Introdução

1.1. Objetivos

Este relatório surge no âmbito do curso de Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial – Análise dos consumos de energia elétrica de quatro Escolas do IPCB, realizado na Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco.

Apresenta-se como a etapa final de um percurso realizado com o objetivo de complementar e aprofundar conhecimentos já adquiridos no ensino Secundário no Curso Profissional de Técnico de Mecatrónica, conhecer novos conceitos e aplicações práticas. Para quem já tem a componente prática mais desenvolvida, é útil para tentar fornecer uma visão mais teórica e científica ao que se aplica no quotidiano na rotina laboral de cada um.

A realização de um projeto final permite a aplicação de conhecimentos de várias disciplinas. Desde o estudo do projeto, onde se definem os dados a utilizar e quais as vantagens da sua utilização. A criação do esboço do projeto, mesmo que realizado mentalmente. A avaliação dos problemas que podem surgir, como podem ser resolvidos e até quanto à análise crítica. Consoante o projeto se desenvolve, são aplicadas noções e conhecimentos adquiridos ao longo do curso. Onde poderão ser ou não mais eficientemente, utilizados consoante a experiência do aluno.

O relatório tem como objetivo relatar, definir e detalhar as etapas pela qual o projeto passou, o porquê de algumas escolhas terem sido feitas e, por fim, as conclusões que se retiraram ao realizar o projeto e, se houver, quais as dificuldades sentidas.

1.2. Programa do Projeto

Apesar de o título deste Trabalho ser “Análise dos consumos de energia elétrica de quatro Escolas do IPCB”, na realidade foram analisados os consumos de energia elétrica de cinco Escolas do IPCB, sendo que os consumos de duas Escolas (ESALD e ESART) foram analisados em conjunto porque a alimentação de energia elétrica a estas duas Escolas é a mesma.

Relativamente à ESA analisaram-se os consumos de energia elétrica da Escola (ESA 1) e do seu Centro de Formação (ESA 2_CF).

As análises executadas foram feitas através de dados fornecidos pelo Balcão Digital da E-Redes apresentados no anexo [A] com os quais foram efetuados cálculos no software Excel para obter os gráficos pretendidos ao nível da energia ativa

apresentados no anexo [B], reativa indutiva e reativa capacitiva apresentados no anexo [C] e também foram executados cálculos para obter o fator de potência apresentados no anexo [D] originado em cada escola.

1.3. Estrutura do Relatório

Está dividido em 5 capítulos:

1. Introdução - é onde está feita a introdução ao tema abordado;
2. Caracterização das escolas - é onde está feita uma breve explicação de onde e quando surgiram as escolas e quais os cursos lecionados nas mesmas;
3. Caracterização dos consumos de energia em cada escola - como vamos poder verificar cada escola tem um consumo característico, pois são escolas diferentes (umas mais recentes e outras mais antigas) e também são lecionados cursos diferentes nas mesmas;
4. Recolha e Tratamento dos consumos de energia elétrica - aqui surge uma coleta de dados e onde são feitos cálculos e demonstrados resultados através de gráficos para uma melhor observação daquilo que queremos e onde é feita uma breve explicação do que é visualizado nos gráficos;
5. Conclusão - aqui por último fazemos uma conclusão das observações que retiramos acerca do projeto executado.

2. Caracterização das escolas

2.1. Instituto Politécnico de Castelo Branco (IPCB)

O Instituto Politécnico de Castelo Branco (IPCB) é uma instituição pública de ensino superior que iniciou a sua atividade em 1980 e que se constitui como um referencial de confiança na qualificação de alto nível dos cidadãos, na produção e difusão do conhecimento, bem como a formação cultural, artística, tecnológica e científica dos seus estudantes num quadro de referência internacional.

Possui uma ampla oferta formativa nas suas seis escolas superiores: Escola Superior Agrária, Escola Superior de Artes Aplicadas, Escola Superior de Educação, Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias, Escola Superior de Gestão e Escola Superior de Tecnologia.[1]

2.2. Escola Superior Agrária (ESA 1 e ESA 2_CF)

A Escola Superior Agrária de Castelo Branco foi criada pelo Dec. Lei n.º 513-T/79 de 26 de setembro e a sua primeira Comissão Instaladora foi nomeada em 29 de setembro de 1980, através do despacho n.º 329/80 (DR II Série n.º 225).[2]

Os cursos lecionados são os seguintes:

Curso Técnico Superior Profissional em Análises Químicas e Biológicas

Curso Técnico Superior Profissional em Cuidados Veterinários

Curso Técnico Superior Profissional em Energias Renováveis

Curso Técnico Superior Profissional em Produção Agrícola

Curso Técnico Superior Profissional em Proteção Civil

Curso Técnico Superior Profissional em Recursos Animais

Curso Técnico Superior Profissional em Recursos Florestais

Licenciatura em Agronomia

Licenciatura em Biotecnologia Alimentar

Licenciatura em Enfermagem Veterinária

Licenciatura em Engenharia de Proteção Civil

Mestrado em Engenharia Agronómica

Mestrado em Inovação e Qualidade na Produção Alimentar

Pós-Graduação em Ciências Florestais [Ensino a Distância]

Pós-Graduação em Proteção Civil [Ensino a Distância]

Pós-Graduação em Sistemas de Informação Geográfica – Análise de Riscos Naturais [RP A23][3]

Centro de Formação (ESA 2_CF)

Ainda no centro de Formação temos um centro de biotecnologia de plantas da beira interior.

O CBP-BI é um centro de investigação e desenvolvimento experimental criado no âmbito de parcerias com autarquias, instituições de ensino superior portuguesas e estrangeiras e ainda com outros centros e parques científicos e tecnológicos. É uma infraestrutura do Sistema Científico e Tecnológico Nacional criado ao abrigo de um protocolo de colaboração entre o Instituto Politécnico de Castelo Branco, a Câmara Municipal do Fundão, a Universidade da Beira Interior e o Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas da Universidade de Campinas, Brasil, contando ainda como parceiro com o Biocant – Associação de Transferência de Tecnologia.

Gerido por uma associação privada sem fins lucrativos, desenvolve a sua atividade na área da biotecnologia de plantas com projetos de investigação em parceria e em estreita ligação com o setor produtivo.

O que é feito no CBP-BI:

O Centro de Biotecnologia de Plantas da Beira Interior foca as suas atividades na identificação, caracterização, melhoramento, multiplicação e conservação de espécies/ variedades/ cultivares e na bioprospeção de compostos bioativos com interesse comercial, promovendo a sua utilização como fator de promoção da atividade económica.[4]

2.3. Escola Superior de Artes Aplicadas (ESART)

A Escola Superior de Artes Aplicadas de Castelo Branco foi criada (e integrada no Instituto Politécnico de Castelo Branco) pelo Decreto-Lei n.º 264/99 de 14 de Julho.[5]

Os cursos lecionados são os seguintes:

Curso Técnico Superior Profissional em Comunicação Audiovisual

Licenciatura em Design de Comunicação e Audiovisual

Licenciatura em Design de Interiores e Equipamento

Licenciatura em Design de Moda e Têxtil

Licenciatura em Música – Variante de Canto

Licenciatura em Música – Variante de Formação Musical, Direção Coral e Instrumental

Licenciatura em Música – Variante de Instrumento

Licenciatura em Música – Variante de Música Eletrónica e Produção Musical

Mestrado em Design de Interiores e Mobiliário

Mestrado em Design do Vestuário e Têxtil

Mestrado em Design Gráfico

Mestrado em Ensino de Música

Mestrado em Música

Mestrado em Produção para Média Digitais[6]

2.4. Escola Superior de Educação (ESE)

A Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco (ESECCB) foi criada pelo Decreto-Lei 513-T/79 de 26 de Dezembro e iniciou a sua atividade em 1985.[7]

Os cursos lecionados são os seguintes:

Curso Técnico Superior Profissional em Desporto

Curso Técnico Superior Profissional em Recreação Educativa para Crianças

Curso Técnico Superior Profissional em Tecnologia Educativa Digital

Licenciatura em Desporto e Atividade Física

Licenciatura em Educação Básica

Licenciatura em Secretariado

Licenciatura em Serviço Social

Mestrado em Atividade Física

Mestrado em Educação Especial – Domínio Cognitivo e Motor

Mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1º Ciclo do Ensino Básico

Mestrado em Ensino do 1º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2º Ciclo do Ensino Básico

Mestrado em Gerontologia Social

Mestrado em Intervenção Social Escolar[8]

2.5. Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias (ESALD)

Corria o ano de 1948. O Dr. José Lopes Dias, médico e eminente sanarista, profundamente preocupado com as graves carências de recursos de saúde locais e regionais mas acima de tudo, fortemente empenhado na resolução dessas dificuldades, fundou a Escola de Enfermagem de Castelo Branco, com a finalidade de superar as carências em enfermeiros nesta região do interior do país.

Sem instalações próprias, a Escola de Enfermagem de Castelo Branco iniciou a sua atividade letiva no edifício onde atualmente funciona o Jardim-escola João de Deus.

Em 2001 a Escola foi integrada no Instituto Politécnico de Castelo Branco (IPCB) sob tutela exclusiva do Ministério da Educação (Decreto-Lei nº 99/01 de 28 de Março) e convertida em Escola Superior de Saúde com a denominação de Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias (Portaria nº 693/01 de 10 de Julho).

Durante o ano de 2005 iniciou-se construção das novas instalações da Escola com vista a superar todas as dificuldades resultantes actual da falta de espaço. Situadas no Campus da Talagueira que abrange também a actual Escola Superior de Tecnologia, as novas instalações da Escola Superior Dr. Lopes Dias partilharão com a Escola Superior de Artes Aplicadas o mesmo projeto arquitetónico, da autoria do arquiteto Filipe Oliveira Dias.

Em 22 de Setembro iniciaram-se as aulas de todos os cursos nas novas instalações do Bloco Pedagógico da Escola Superior de Saúde – Campus da Talagueira que viriam a ser inauguradas em 18 de Maio de 2009 por S. Exa. O Ministro da Ciência Tecnologia e Ensino Superior, Prof. Doutor José Mariano Gago.[9]

Os cursos lecionados são os seguintes:

Licenciatura em Ciências Biomédicas Laboratoriais

Licenciatura em Enfermagem

Licenciatura em Fisiologia Clínica

Licenciatura em Fisioterapia

Licenciatura em Imagem Médica e Radioterapia

Mestrado em Cuidados Paliativos

Mestrado em Enfermagem (curso em associação)

Pós-graduação em Saúde Pública e Gestão Sanitária [RP A23][10]

2.6. Escola Superior de Tecnologia (EST)

A Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco (ESTCB) nasceu a partir da extinção em 1997 da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (Decreto-Lei nº 153/97 de 20 de Junho), tendo daí resultado a criação de duas escolas: a ESTCB, em Castelo Branco e a ESGIN, Escola Superior de Gestão, em Idanha-a-Nova.

A Escola Superior de Tecnologia é uma das seis Escolas do IPCB e está estrategicamente situada na zona de lazer da cidade, junto ao Núcleo Empresarial da Região de Castelo Branco e da zona industrial da cidade.

O campus da ESTCB ocupa uma área total de 43.000m², repartindo-se a sua áreaconstruída por 4 blocos com diferentes alturas e interligados entre si, formando um conjunto harmonioso e inserindo na paisagem envolvente. Para apoio das atividades desportivas a Escola possui um campo polidesportivo que está localizado junto à zona de lazer de Castelo Branco.[11]

Os cursos lecionados são os seguintes:

Curso Técnico Superior Profissional em Automação e Gestão Industrial

Curso Técnico Superior Profissional em Construção Civil

Curso Técnico Superior Profissional em Desenvolvimento de Produtos Multimédia

Curso Técnico Superior Profissional em Desenvolvimento Web e Multimédia

Curso Técnico Superior Profissional em Instalações Elétricas e Telecomunicações

Curso Técnico Superior Profissional em Redes e Sistemas Informáticos

Curso Técnico Superior Profissional em Sistemas Eletrónicos e Computadores

Curso Técnico Superior Profissional em Tecnologias e Programação de Sistemas de Informação

Licenciatura em Engenharia Civil

Licenciatura em Engenharia das Energias Renováveis

Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial

Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e das Telecomunicações

Licenciatura em Engenharia Informática

Licenciatura em Informática e Multimédia

Mestrado em Engenharia Civil – Área de Especialização em Construção Sustentável

Mestrado em Engenharia Informática – Área de Especialização em Desenvolvimento de Software e Sistemas Interativos

Pós-Graduação em Reabilitação Sustentável de Edifícios [Ensino a Distância][12]

3. Caracterização dos consumos de energia elétrica em cada escola

Nas escolas utilizam-se dois tipos de energia, o gás e a energia elétrica. Aquilo que temos presente em estudo neste projeto é a energia elétrica, que é a mais usada atualmente. Onde está mais presente é na iluminação e na climatização, mas o que poderá alterar mais os consumos de energia são os aparelhos instalados em cada instituição. Existem também vários equipamentos de alto consumo (ex: motores) nos laboratórios, que alteram também bastante os resultados dos gráficos em algumas escolas.

3.1. Alguns conceitos de energia elétrica em corrente alternada

Em circuitos elétricos de corrente alternada puramente resistivos, as formas de onda da tensão e da corrente estão em fase.

Quando são introduzidos elementos reativos, condensadores ou bobinas, o armazenamento de energia nessas cargas resulta numa diferença de fase entre as formas de onda da tensão e da corrente.

Energia Aparente – é a energia que aparentemente se consome num circuito elétrico em corrente alternada e que resulta do produto da tensão pela intensidade de corrente que percorre o circuito.

Energia Ativa – é a energia que traduz a capacidade de um circuito elétrico em corrente alternada produzir trabalho num determinado período.

Energia Reativa – é a energia correspondente à energia armazenada num circuito elétrico em corrente alternada e que é devolvida para a fonte de alimentação do circuito em cada ciclo da corrente.

Energia Reativa Indutiva – é a energia produzida por elementos como bobinas ou motores com bobinas, onde a corrente está em atraso em relação à tensão e onde é consumida energia através da instalação.

Energia Reativa Capacitiva – é a energia produzida por elementos como condensadores, onde a corrente está em avanço em relação à tensão e onde é fornecida energia para a instalação.

Fator de Potência – representa a razão entre a energia ativa e a energia aparente num circuito elétrico em corrente alternada.[13]

3.2. Sazonalidade dos consumos energéticos

A sazonalidade dos consumos energéticos é um fenómeno que descreve as variações nos padrões de procura e oferta de energia elétrica ao longo do ano. Essas variações estão diretamente relacionadas a fatores sazonais, como mudanças climáticas, atividades económicas e hábitos de consumo.

No tempo da pandemia Covid19 as janelas e as portas estiveram abertas com a climatização ligada e ocorreu uma maior utilização dos auditórios onde os mesmos tinham um pé direito muito elevado e um espaço mais amplo logo aumentou um pouco o consumo energético.

A sazonalidade é uma das coisas que mais altera o comportamento dos consumos energéticos e está relacionada com as estações do ano. Por exemplo em relação ao Verão e ao Inverno podemos dizer que, no Verão não necessitamos de tanta iluminação como no Inverno, pois temos um maior período de luz natural. No Inverno necessitamos de mais iluminação, devido ao facto de termos um menor período de luz natural.

Outros acontecimentos também muito comuns são as avarias que podem ocorrer durante um certo período, a troca de aparelhos, ou até a má instalação e a manutenção incorreta dos mesmos.

E também podemos referir uma das coisas que pode influenciar na sazonalidade são os períodos letivos com aulas e sem aulas e até mesmo no mês de agosto onde as escolas fecham durante esse mês.

A partir de janeiro de 2023 foram implementados planos de poupança de energia e água em todas as escolas.

3.3. Influência do clima nos consumos de energia

Não existem dados acerca do clima durante os 29 meses. Só nos podemos aperceber dos consumos de energia, pela oscilação dos valores nos gráficos. Através dos gráficos conseguimos interpretar, quando os consumos estiveram mais altos ou mais baixos ao longo dos meses. O consumo de energia elétrica foi diretamente

influenciado pelas estações do ano e pelas condições climatéricas. Em dias quentes os aparelhos de ar condicionado são mais utilizados para arrefecer os ambientes, assim como em dias frios os radiadores são mais utilizados para aquecer os ambientes, também gerando um consumo de energia elétrica mais elevado.

Neste caso podemos observar os gráficos da Energia Ativa onde podemos ver a influência do clima nos meses mais frios (novembro até abril), onde se nota um elevado consumo de energia.

O clima é um dos fatores mais importantes, pois é responsável pelas variações climatéricas e origina o aumento ou diminuição dos consumos de energia.

4. Recolha, Tratamento, Comparação e Análise dos consumos de energia elétrica durante um período de 29 meses

Os dados foram coletados através do Balcão Digital da E-redes, onde os valores estavam apresentados em (kW) e (kVAr). Esses mesmos dados estão apresentados de quinze em quinze minutos conforme no anexo [A]. No total tive de proceder à divisão dos respetivos valores por quatro para poder obter o valor padrão em horas. No caso da energia ativa (kWh) e para as energias reativas indutiva e capacitiva (kVArh).

Em seguida foram executadas tabelas no software Excel com os valores de cada mês. Para poder obter os respetivos gráficos da energia ativa. No caso da ESA2_CF e da ESE como têm painéis fotovoltaicos tive de proceder ao somatório da energia fornecida pelos painéis com a energia ativa para obter os valores pretendidos de energia ativa total.

Um dos gráficos apresenta os valores de cada mês, relativamente ao tempo estipulado no projeto. O outro gráfico faz a comparação com os valores dos primeiros cinco meses do ano. Decidi fazer desta forma para obtermos uma melhor visualização dos consumos e também devido ao facto de no ano de 2023 só ter acesso aos dados dos cinco primeiros meses do ano.

Foram feitas outras tabelas para poder observar a comparação anual e total das energias ativa, reativa indutiva e reativa capacitiva. Utilizei o mesmo processo dos gráficos anteriores, mas nestes gráficos foi para comparar os valores das três energias em cada ano e na totalidade em cada ano. Para assim obtermos uma melhor compreensão e justificação para os valores apresentados nos gráficos.

Ainda para cada instituição foram feitas outras tabelas para cada ano, mas apenas com a energia ativa e com as energias reativa indutiva ou capacitiva (num dos casos) para determinar o fator de potência anual, em cada mês e na totalidade do ano. Para calcular o fator de potência tive de executar a divisão da energia reativa indutiva ou capacitiva pela energia ativa.

Após esse resultado tive de calcular a tangente inversa. Ao valor da tangente inversa tive de calcular o cosseno, para finalmente obter o valor do fator de potência.

4.1. Escola Superior Agrária (Centro de Formação) (ESA2_CF)

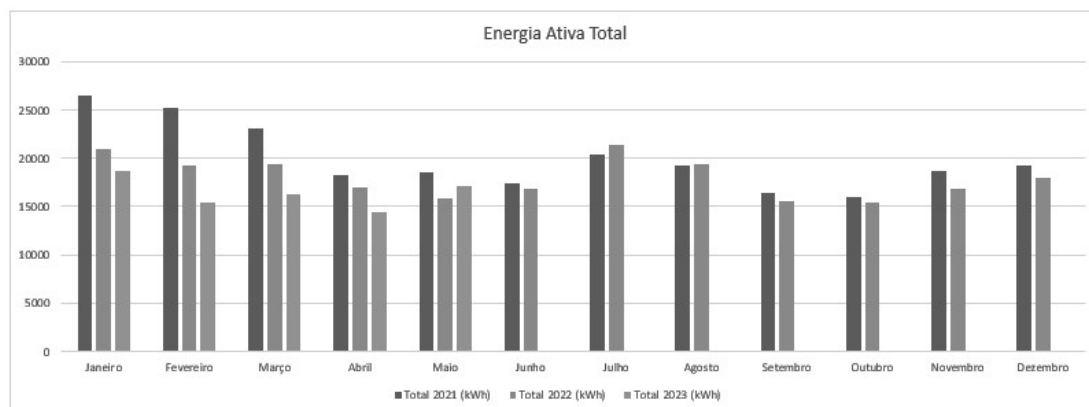


Figura 1 - Energia Ativa Total - ESA2_CF

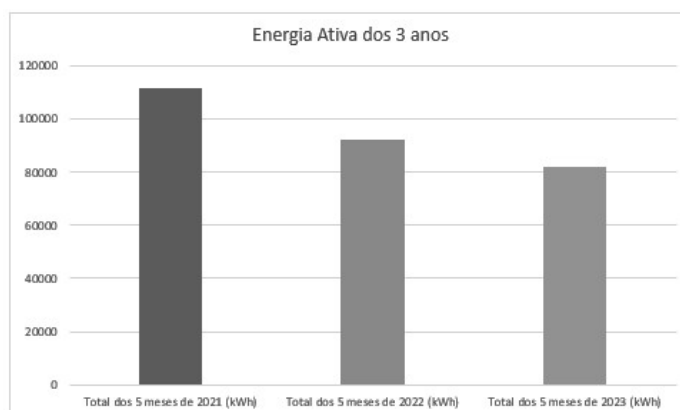


Figura 2 - Energia Ativa dos 3 anos - ESA2_CF

No gráfico (Figura 1) podemos observar diversas oscilações, derivadas à existência do centro de biotecnologia de plantas da beira baixa presente no centro de formação. Essas oscilações ocorrem devido a possíveis ensaios que podem ser efetuados em qualquer altura e onde são utilizados alguns equipamentos laboratoriais que podem originar essas mesmas oscilações. Já no gráfico (Figura 2) podemos observar um decréscimo ao longo dos 3 anos.

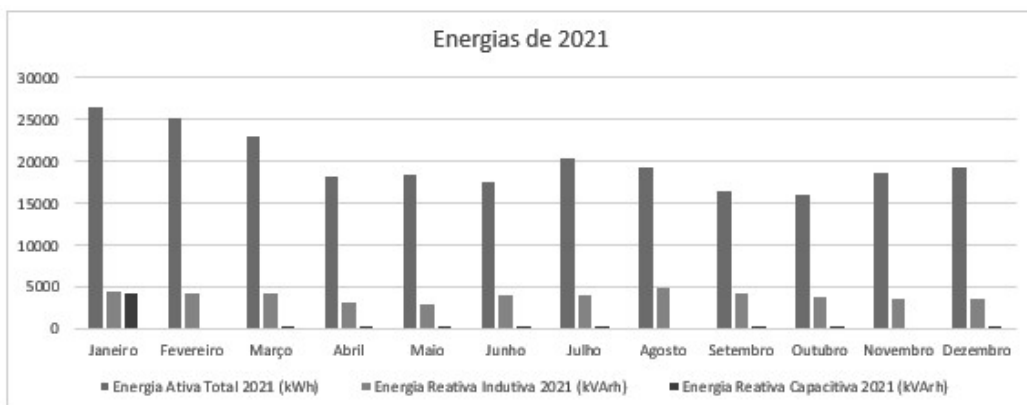


Figura 3 - Energias de 2021 - ESA2_CF

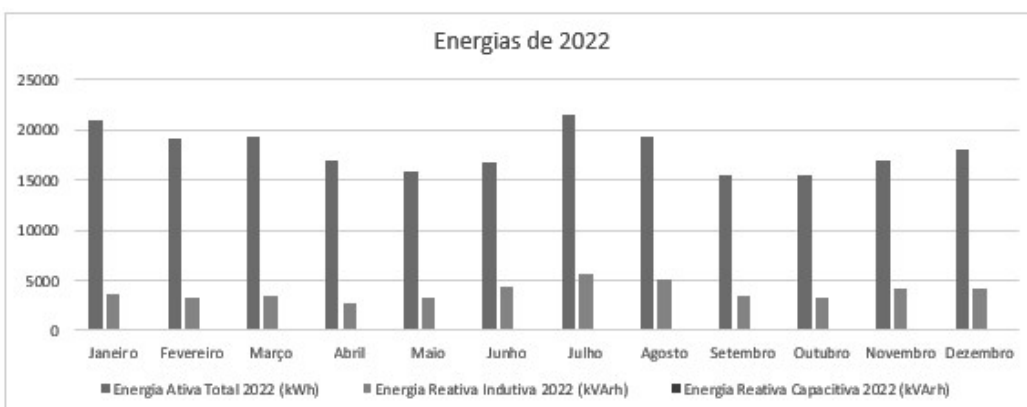


Figura 4 - Energias de 2022 - ESA2_CF

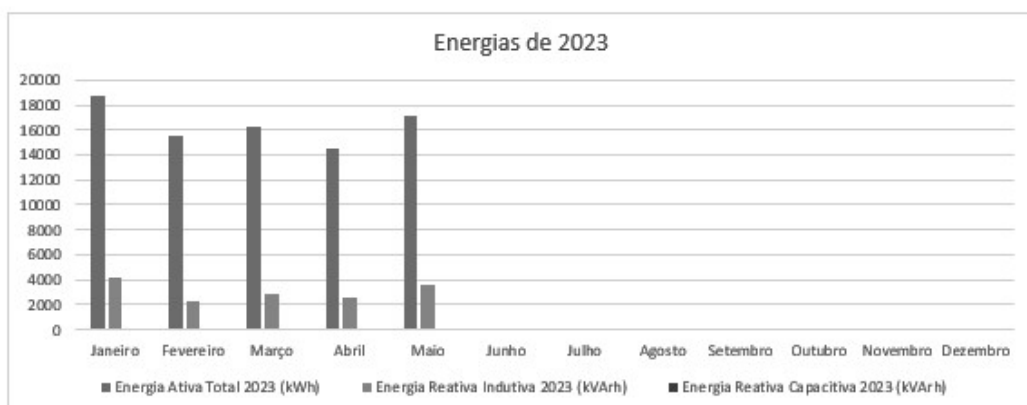


Figura 5 - Energias de 2023 - ESA2_CF

No gráfico (Figura 3) podemos observar que em janeiro ocorreu um aparecimento da energia reativa capacitiva. Cujos aparecimento foi devido, a não ter sido executada corretamente a instalação do sistema da correção automática do fator de potência a 13 de novembro de 2020. Posteriormente a situação foi resolvida no dia 6 de janeiro de 2021. Nos restantes meses e gráficos (Figura 4 e 5) podemos observar que os valores das energias estão idênticos embora tenham presentes as oscilações referidas no texto anterior.

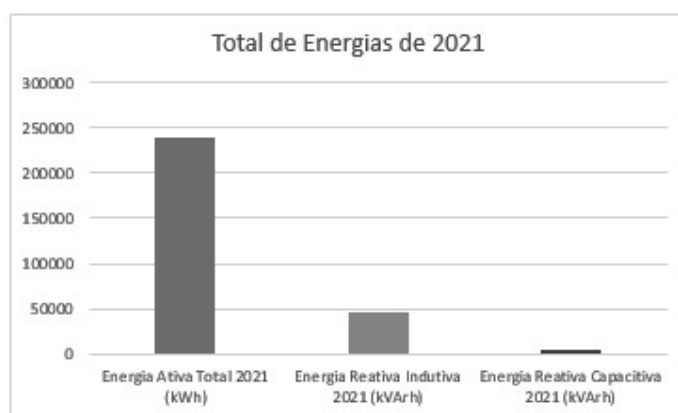


Figura 6 - Total de Energias de 2021 - ESA2_CF

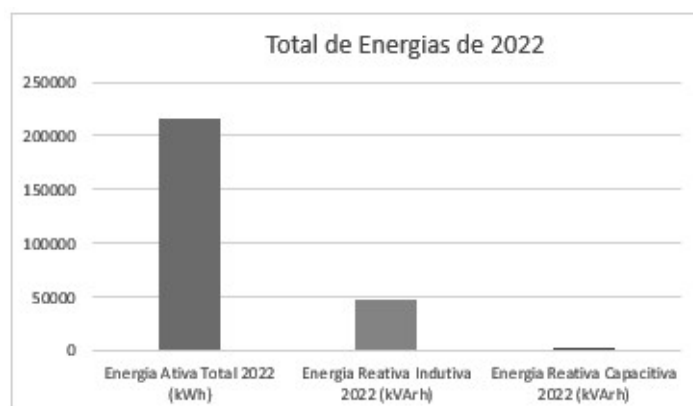


Figura 7 - Total de Energias de 2022 - ESA2_CF

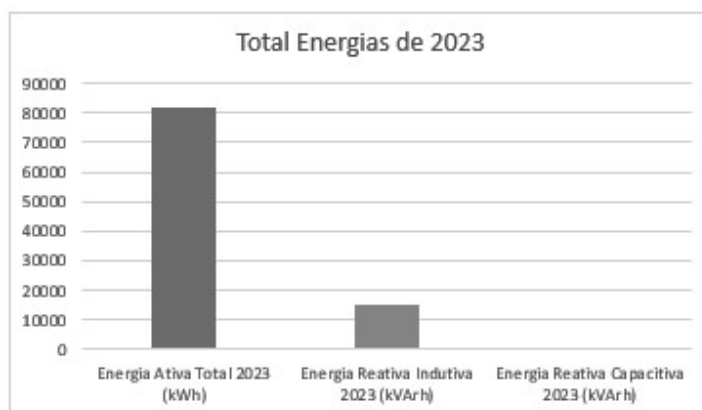


Figura 8 - Total de Energias de 2023 - ESA2_CF

O que podemos abordar em relação aos gráficos (**Figura 6, 7 e 8**) é exatamente o mesmo que foi referido no texto anterior. Embora nestes gráficos conseguimos fazer uma melhor análise e observação, devido ao facto de serem os valores totais (soma relativa de todos os meses).

Tabela 1 - Fatores de potência 2021 da ESA2_CF

	2021		
	Energia Ativa Total (kWh)	Energia Reativa Indutiva (kVArh)	cos φ
Janeiro	26546	4390	0,99
Fevereiro	25210	4182	0,99
Março	23058	4201	0,98
Abril	18276	3212	0,98
Maior	18492	2828	0,99
Junho	17477	4060	0,97
Julho	20324	4113	0,98
Agosto	19231	4880	0,97
Setembro	16388	4152	0,97
Outubro	15971	3737	0,97
Novembro	18721	3547	0,98
Dezembro	19275	3490	0,98
Total	238969	46792	0,98

4.2. Escola Superior Agrária (ESA 1)

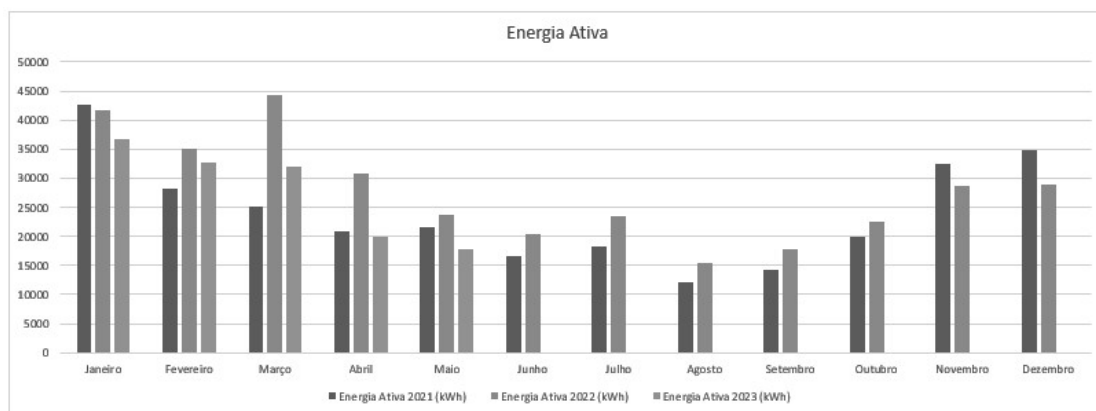


Figura 9 - Energia Ativa - ESA 1

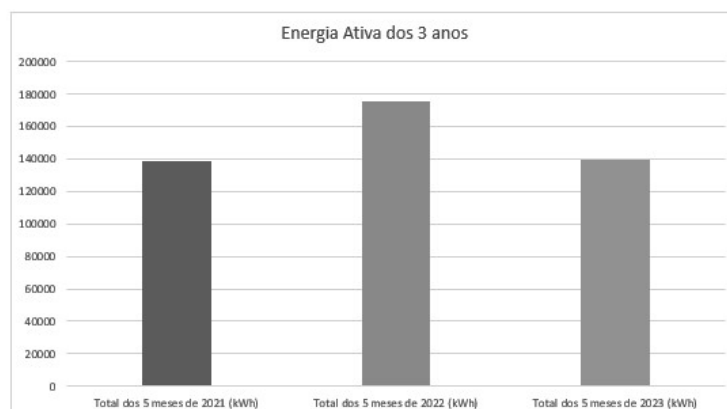


Figura 10 - Energia Ativa dos 3 anos - ESA 1

Nos gráficos (Figura 9 e 10) podemos observar que houve um maior consumo em 2022 devido ao pós-pandemia Covid19. E relativamente ao que podemos visualizar, também existem várias oscilações, devido à existência de várias estufas com controle de temperaturas.

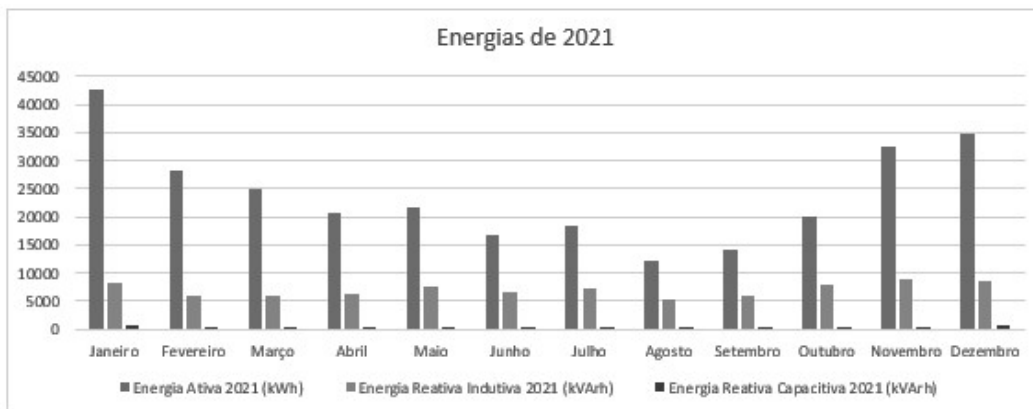


Figura 11 - Energias de 2021 - ESA 1

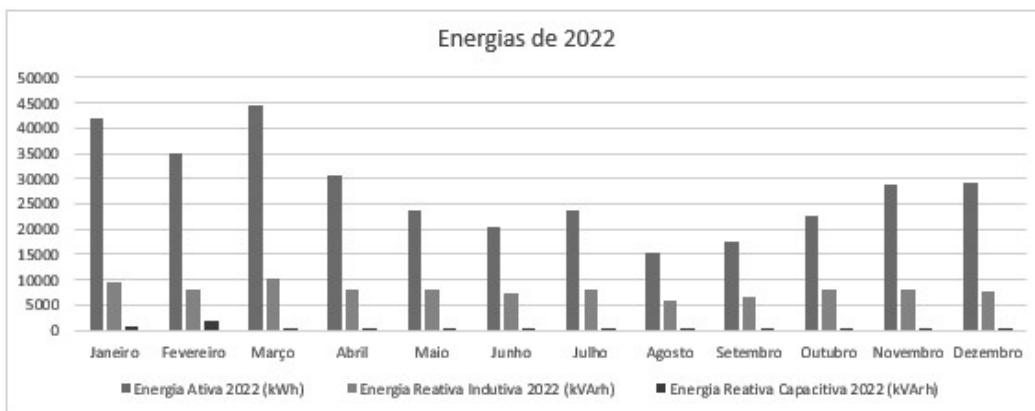


Figura 12 - Energias de 2022 - ESA 1

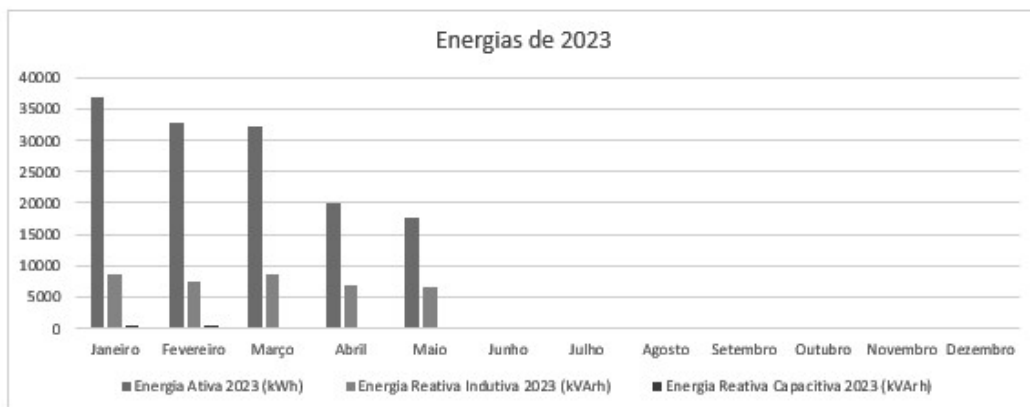


Figura 13 - Energias de 2023 - ESA 1

Perante os gráficos (Figura 11, 12 e 13) podemos observar que as energias consumidas são justificáveis através dos aparelhos de ar condicionado (período de verão), dos radiadores (período de inverno) e devido às estufas presentes na instituição.

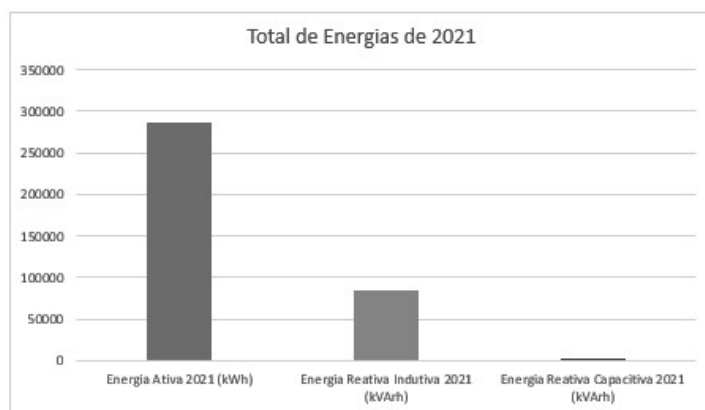


Figura 14 - Total de Energias de 2021 - ESA 1

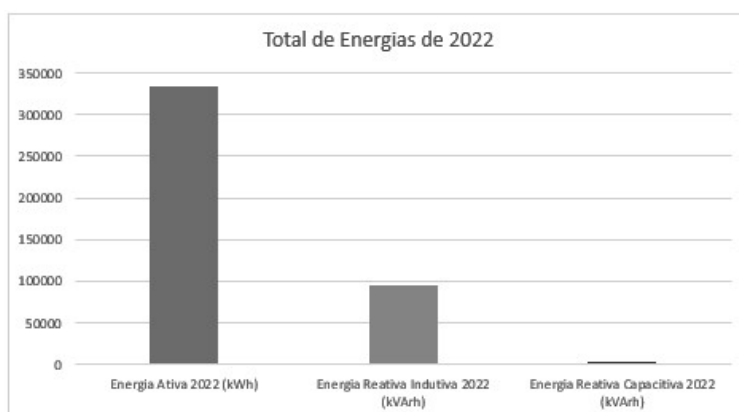


Figura 15 - Total de Energias de 2022 - ESA 1

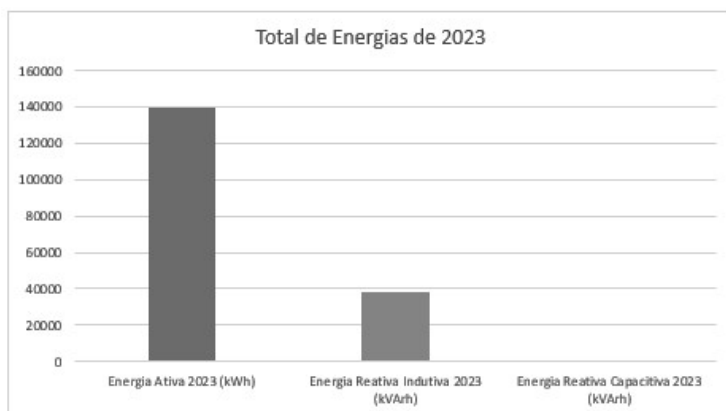


Figura 16 - Total de Energias de 2023 - ESA 1

Perante os gráficos (Figura 14, 15 e 16) podemos fazer uma melhor análise e visualização daquilo que foi dito no texto anterior e ter uma melhor perceção dos valores presentes nos gráficos.

Tabela 4 - Fatores de potência 2021 da ESA 1

	2021		
	Energia Ativa (kWh)	Energia Reativa Indutiva (kVArh)	cos φ
Janeiro	42562	8331	0,98
Fevereiro	28144	5859	0,98
Março	25067	6034	0,97
Abril	20864	6383	0,96
Maior	21619	7641	0,94
Junho	16703	6570	0,93
Julho	18332	7273	0,93
Agosto	12227	5138	0,92
Setembro	14170	5999	0,92
Outubro	19928	8029	0,93
Novembro	32403	8979	0,96
Dezembro	34764	8595	0,97
Total	286783	84831	0,96

4.3. Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias e Escola Superior de Artes (ESALD_ESART)

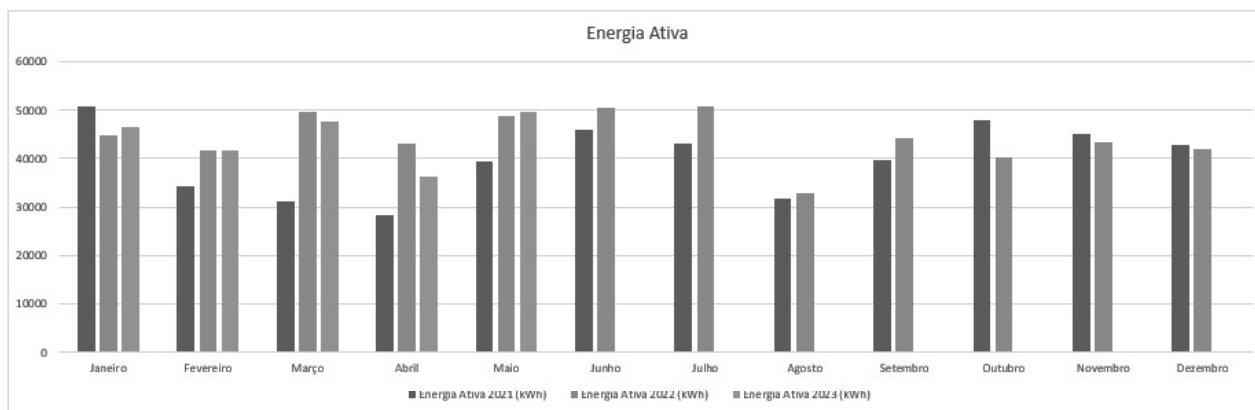


Figura 17 - Energia Ativa - ESALD_ESART

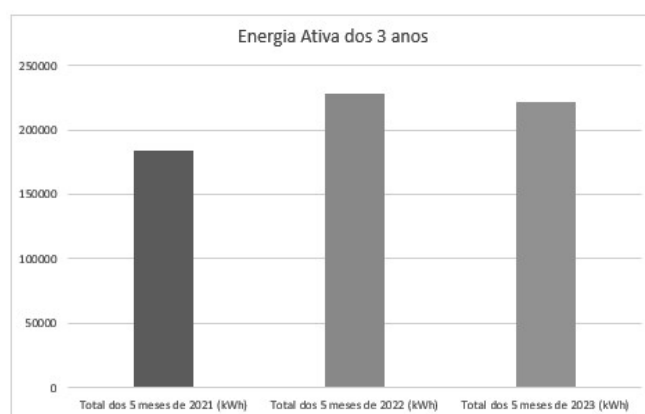


Figura 18 - Energia Ativa dos 3 anos - ESALD_ESART

Nos gráficos (Figura 17 e 18) podemos observar várias oscilações devido ao pós-pandemia Covid19 em que a piscina da ESALD começou a funcionar e aos vários aparelhos existentes em cada instituição que fazem um consumo bastante elevado.

Na ESALD existem 7 bombas de circulação de água quente a funcionar para aquecimento no período de inverno. Em 2022 foi instalado um relógio automático numa bomba de calor para reduzir o seu tempo de trabalho. Onde a mesma bomba deixou de trabalhar durante 24h, passou a trabalhar apenas 8h e a fazer um consumo de apenas 7,5 kWh.

Na ESART existem 2 bombas de circulação de água quente e 5 bombas de calor a gás natural (Gas Heat Pump – GHP).

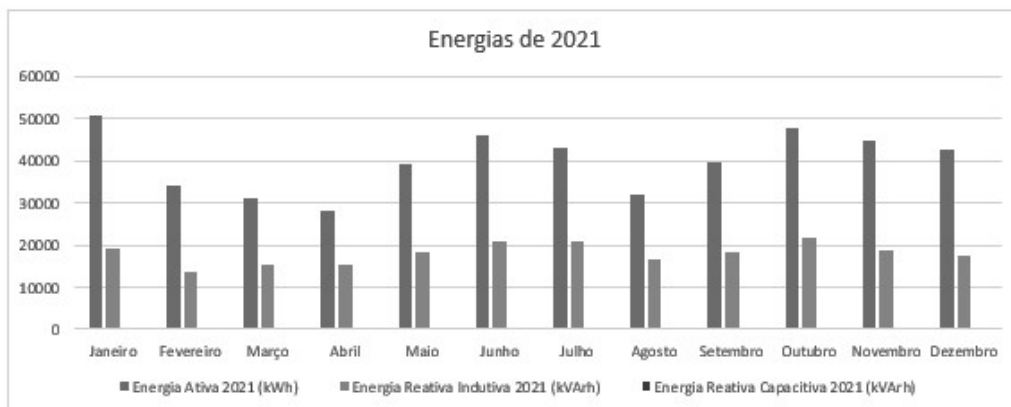


Figura 19 - Energias de 2021 - ESALD_ESART

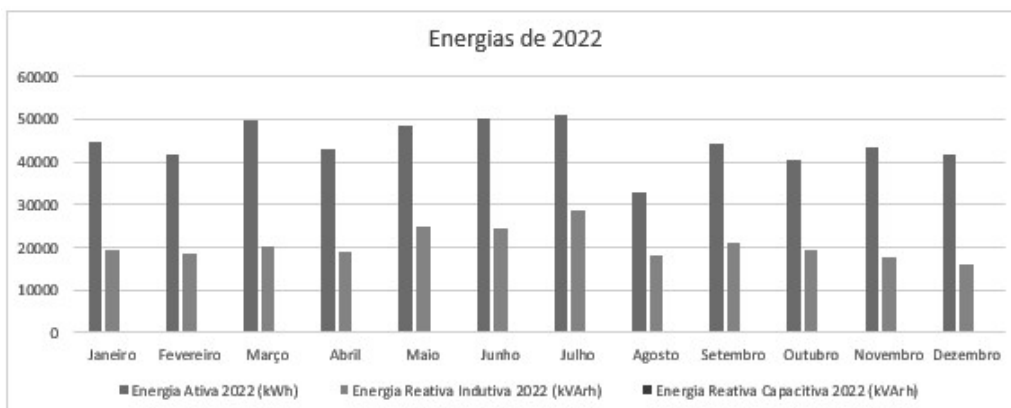


Figura 20 - Energias de 2022 - ESALD_ESART



Figura 21 - Energias de 2023 - ESALD_ESART

Quanto aos gráficos (Figura 19, 20 e 21) podemos referir que os consumos de energias são mais elevados devido ao facto de serem duas escolas juntas (ESALD e ESART). Também podemos observar oscilações relativamente à quantidade de equipamentos existentes na ESALD que fazem aumentar os consumos de energias por estar presentes nesses equipamentos (motores e bobinas).

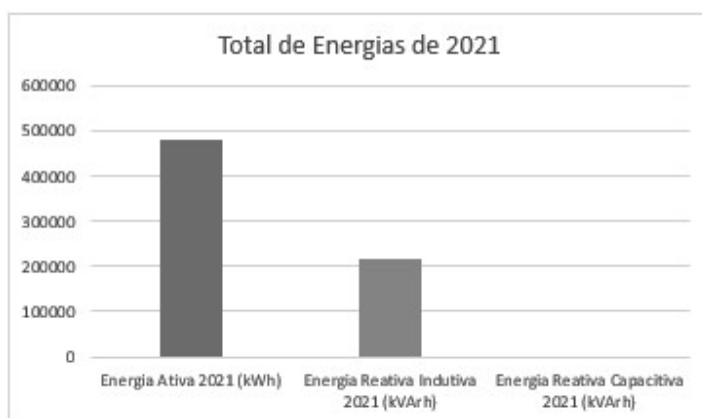


Figura 22 - Total de Energias de 2021 - ESALD_ESART

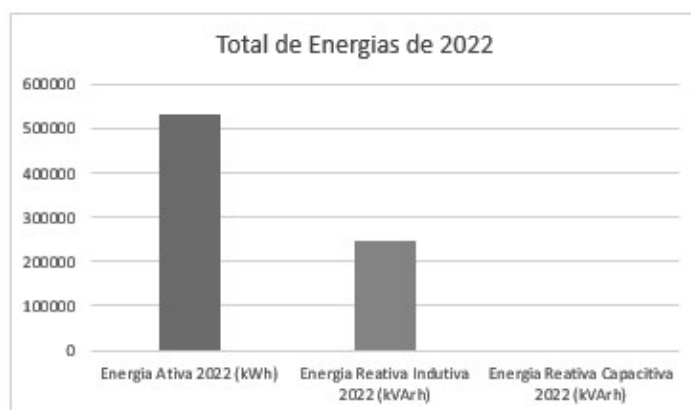


Figura 23 - Total de Energias de 2022 - ESALD_ESART

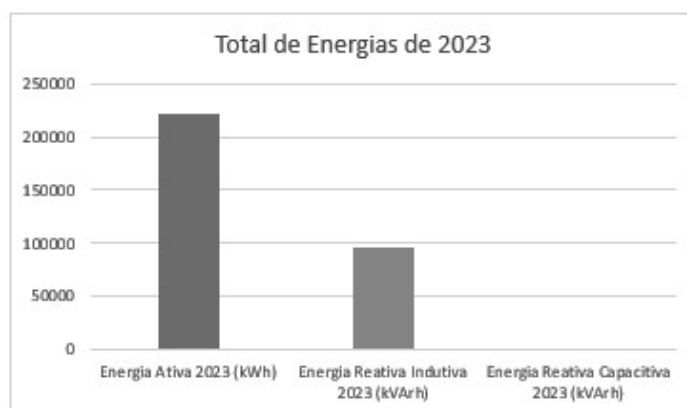


Figura 24 - Total de Energias de 2023 - ESALD_ESART

Relativamente aos gráficos (Figura 22, 23 e 24) podemos observar melhor os valores dos consumos das energias ativa e reativa indutiva. Em relação à energia reativa capacitiva, não se consegue observar neste caso particular. Devido ao facto dos aparelhos presentes e instalados na ESALD, conterem motores e chillers elétricos para arrefecimento (climatização período de verão) que absorvem a energia reativa capacitiva presente na instalação elétrica.

Tabela 7 - Fatores de potência 2021 da ESALD_ESART

	2021		
	Energia Ativa (kWh)	Energia Reativa Indutiva (kVArh)	cos ϕ
Janeiro	50713	19065	0,94
Fevereiro	34295	13834	0,93
Março	31073	15155	0,90
Abril	28168	15444	0,88
Maió	39269	18443	0,91
Junho	45917	21050	0,91
Julho	42984	20806	0,90
Agosto	31851	16582	0,89
Setembro	39779	18283	0,91
Outubro	47897	21614	0,91
Novembro	44963	18738	0,92
Dezembro	42672	17426	0,93
Total	479581	216440	0,91

4.4. Escola Superior de Educação (ESE)

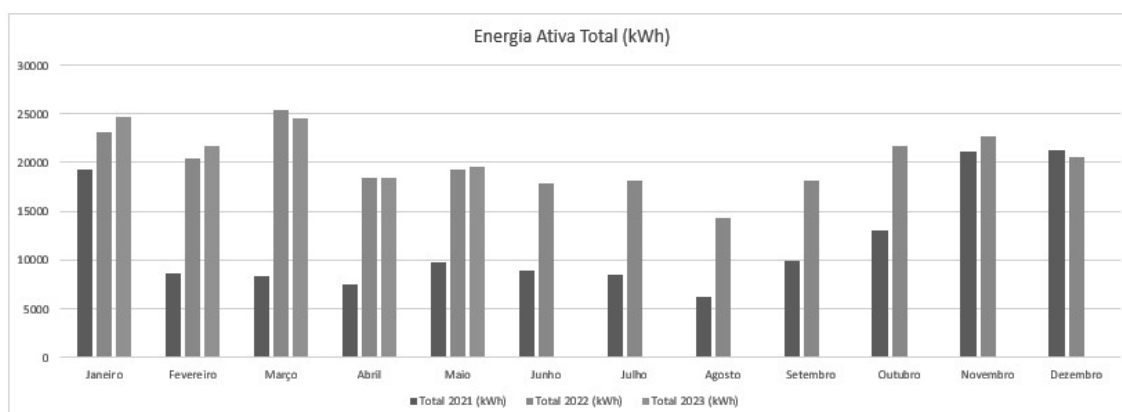


Figura 25 - Energia Ativa Total - ESE

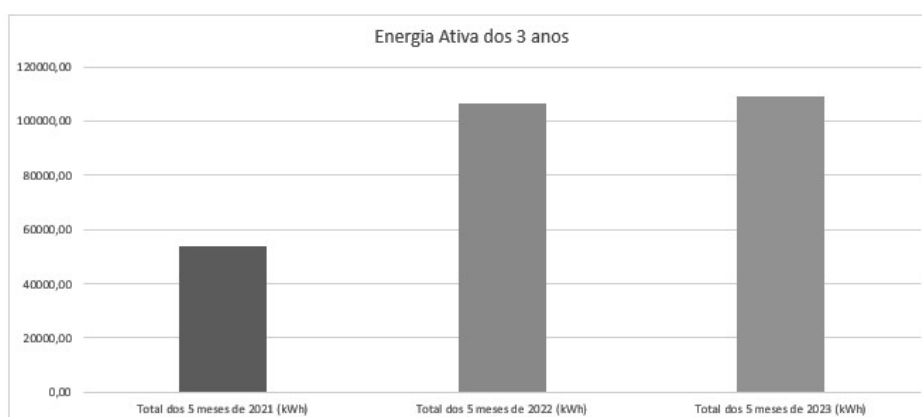


Figura 26 - Energia Ativa dos 3 anos - ESE

Nos gráficos (Figura 25 e 26) podemos reparar no aumento significativo da energia ativa de 2021 para 2022 devido ao pós-pandemia Covid19, onde os alunos não frequentavam a escola presencialmente em 2021 e passaram a frequentar a mesma no período letivo normal em 2022.

Podemos referir também que a cozinha tem um consumo bastante grande uma vez que a mesma funciona até às 21h no período letivo normal. Ocorreu também uma mudança do Data Center – (Servidores de internet, equipamentos de rede, firewalls, UPS, armazenamento de dados, etc.) dos serviços centrais do IPCB para a ESE em novembro de 2021 o que gerou o aumento instantâneo dos consumos energéticos.

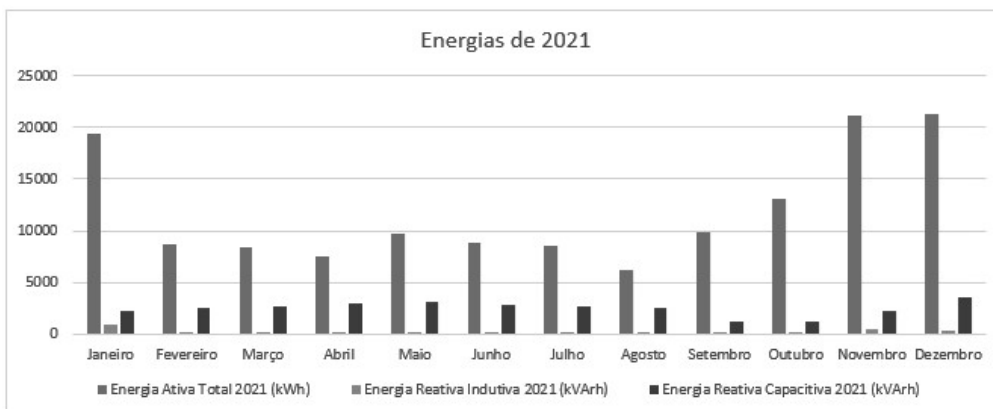


Figura 27 - Energias de 2021 - ESE

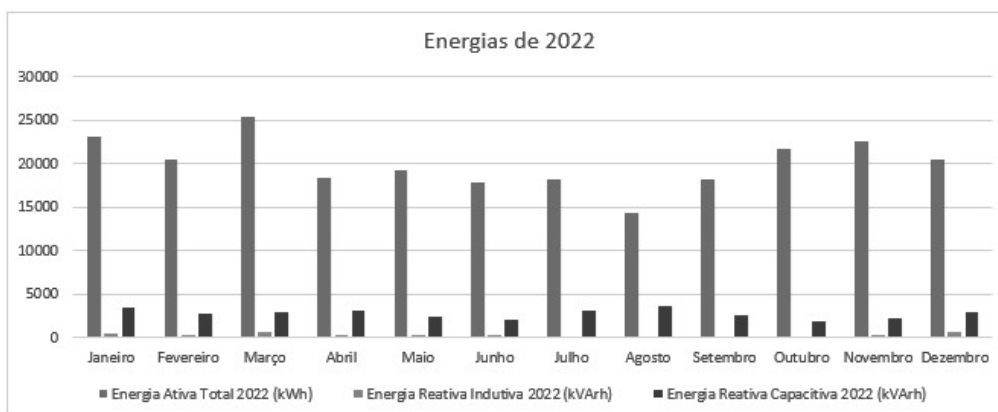


Figura 28 - Energias de 2022 - ESE

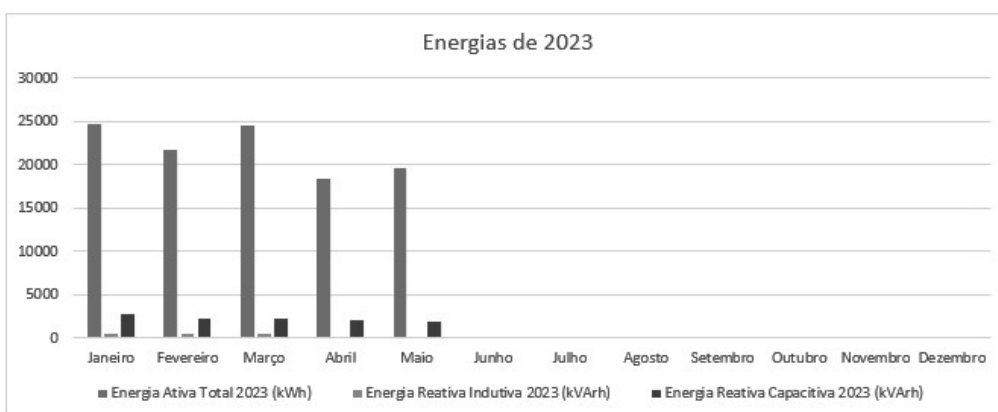


Figura 29 - Energias de 2023 - ESE

Nos gráficos (Figura 27, 28 e 29) podemos referir quanto ao consumo de energia ativa aumentou devido ao facto de ter sido mudado o Data Center em novembro de 2021. Relativamente às outras energias reativas indutiva e capacitiva podemos observar uma diferença destes gráficos para os gráficos das outras escolas, pois foi trocado o transformador de 630 kVA por um de 250 kVA. Podemos observar que a energia reativa capacitiva é mais elevada em relação à mesma presente nas outras escolas. Deve ser averiguado, mas, como o custo da energia reativa capacitiva é irrelevante ainda não houve essa pertinência, pois poderá ser mais caro detetar o problema do que o custo atual da energia reativa capacitiva.

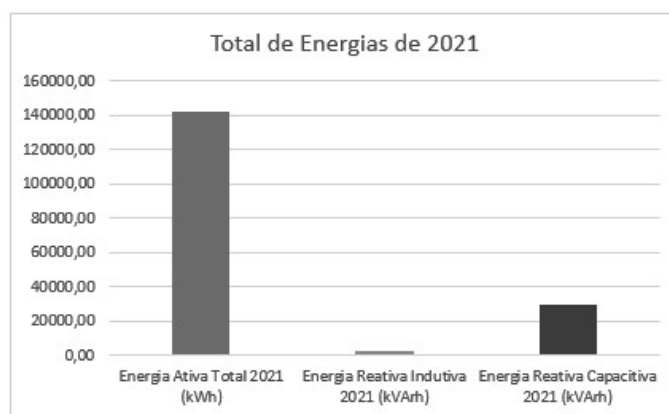


Figura 30 - Total de Energias de 2021 - ESE

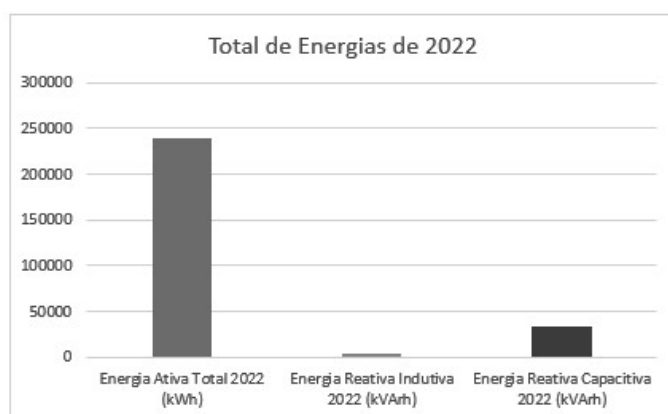


Figura 31 - Total de Energias de 2022 - ESE

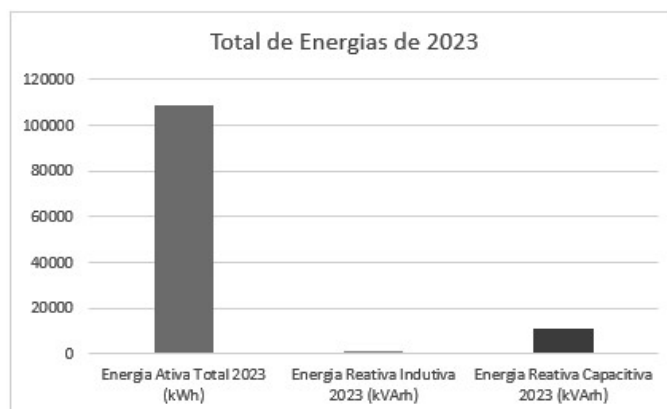


Figura 32 - Total de Energias de 2023 - ESE

Nos gráficos (Figura 30, 31 e 32) podemos ter uma maior percepção daquilo que foi visualizado no texto anterior relativamente aos valores das energias.

Tabela 10 - Fatores de potência 2021 da ESE

	2021		
	Energia Ativa Total (kWh)	Energia Reativa Indutiva (kVAh)	cos ϕ
Janeiro	19316,08	981	1,00
Fevereiro	8670	65	1,00
Março	8340,55	50	1,00
Abril	7545,35	9	1,00
Maior	9778,71	16	1,00
Junho	8889,72	38	1,00
Julho	8497,96	46	1,00
Agosto	6211,06	11	1,00
Setembro	9856,85	182	1,00
Outubro	13046,53	232	1,00
Novembro	21140,07	471	1,00
Dezembro	21259,77	421	1,00
Total	142552,20	2522	1,00

Tabela 11 - Fatores de potência 2022 da ESE

	2022		
	Energia Ativa Total (kWh)	Energia Reativa Indutiva (kVAh)	cos ϕ
23123,26	474	1,00	
20472	314	1,00	
25400,62	605	1,00	
18468	218	1,00	
19286,83	217	1,00	
17875,82	264	1,00	
18190,65	62	1,00	
14333,19	10	1,00	
18187,03	114	1,00	
21658,81	174	1,00	
22642,52	213	1,00	
20535,24	637	1,00	
240173,51	3302	1,00	

Tabela 12 - Fatores de potência 2023 da ESE

2023		
Energia Ativa Total (kWh)	Energia Reativa Indutiva (kVArh)	cos ϕ
24706,59	435	1,00
21641	485	1,00
24527,02	377	1,00
18439,38	91	1,00
19639,41	166	1,00
108953,15	1554	1,00

Na (Tabela 10, 11 e 12) podemos ver relativamente aos fatores de potência que estamos perante uma instalação com um comportamento de carga resistiva devido aos valores do fator de potência serem iguais a 1. Daí decidi fazer as mesmas tabelas, mas utilizando energia reativa capacitiva para percebermos melhor os valores dos fatores de potência pois em vez de estar a ser consumida energia da rede pode estar a ser fornecida energia à rede.

Tabela 13 - Fatores de potência com energia reativa capacitiva 2021 da ESE

	2021		
	Energia Ativa Total (kWh)	Energia Reativa Capacitiva 2021 (kVArh)	cos ϕ
Janeiro	19316,08	2313	0,99
Fevereiro	8670	2612	0,96
Março	8340,55	2757	0,95
Abril	7545,35	2915	0,93
Maior	9778,71	3174	0,95
Junho	8889,72	2766	0,95
Julho	8497,96	2659	0,95
Agosto	6211,06	2480	0,93
Setembro	9856,85	1241	0,99
Outubro	13046,53	1163	1,00
Novembro	21140,07	2261	0,99
Dezembro	21259,77	3511	0,99
Total	142552,20	29852	0,98

4.5. Escola Superior de Tecnologia (EST)

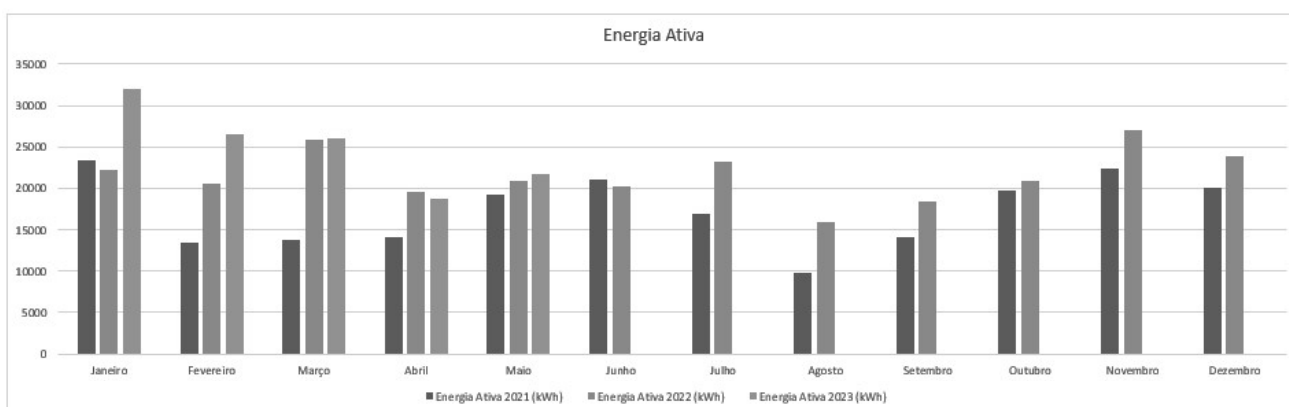


Figura 33 - Energia Ativa - EST

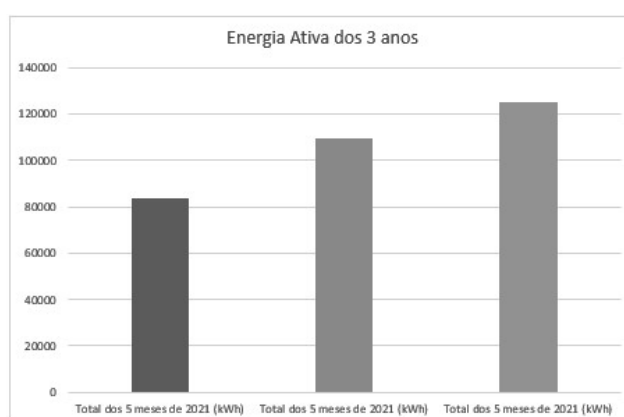


Figura 34 - Energia Ativa dos 3 anos - EST

Nos gráficos (**Figura 33 e 34**) podemos ver a oscilação dos valores relativamente à montagem de uma bomba de calor, o que gerou um aumento de consumo de energia.

Através da alteração da temperatura de funcionamento da caldeira a gás natural no (SETPOINT – ponto de ajuste) do sistema de climatização com uma temperatura entre 60/65 graus para uma temperatura de 45 graus.

Através da mudança do sistema de produção de água quente, uma parte Bloco C e D ainda é com caldeira a gás natural outra parte Bloco A e B passou a ser através de uma bomba de calor elétrica. A bomba de calor também substituiu o anterior chiller elétrico que gelava a água a 7 graus, agora o (SETPOINT – ponto de ajuste) foi ajustado para arrefecer a água entre os 9/11 graus no verão.

Esta alteração será ainda replicada em 2024 no equipamento de climatização do Bloco C e D, mas atualmente ainda está a funcionar a caldeira com chiller nestes blocos. Justificando-se o consumo de gás atual durante o Inverno.

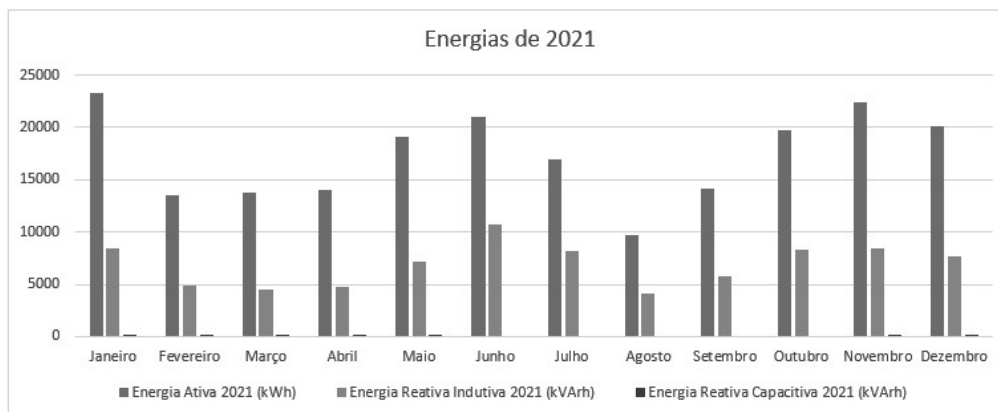


Figura 35 - Energias de 2021 - EST

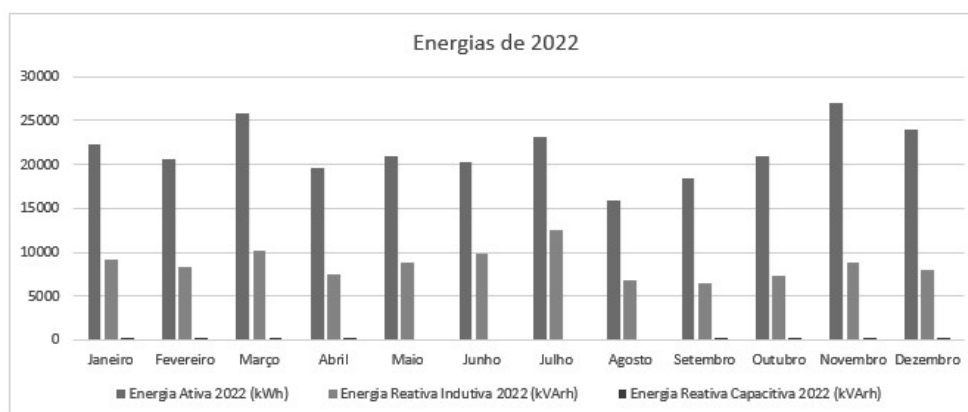


Figura 36 - Energias de 2022 - EST

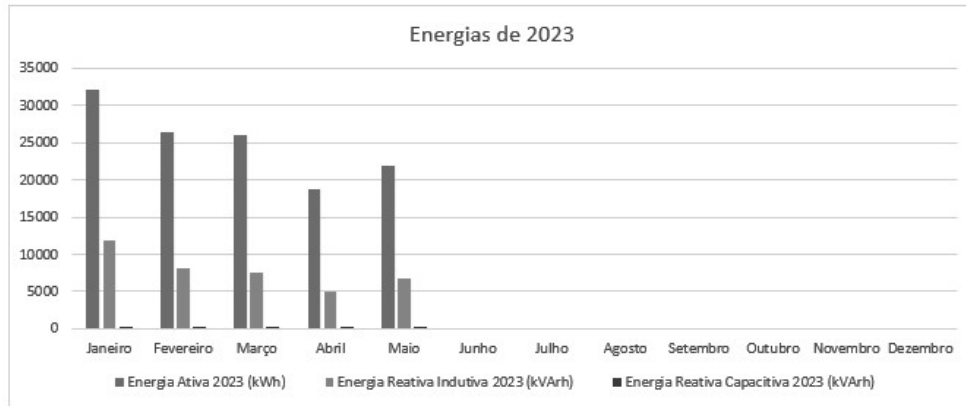


Figura 37 - Energias de 2023 - EST

Nestes gráficos (Figura 35, 36 e 37) podemos visualizar que o consumo de energia ativa é relativamente mais elevado desde a instalação da bomba de calor.

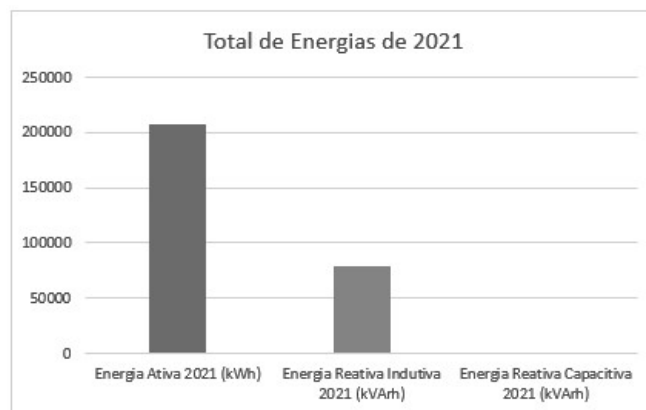


Figura 38 - Total de Energias de 2021 - EST

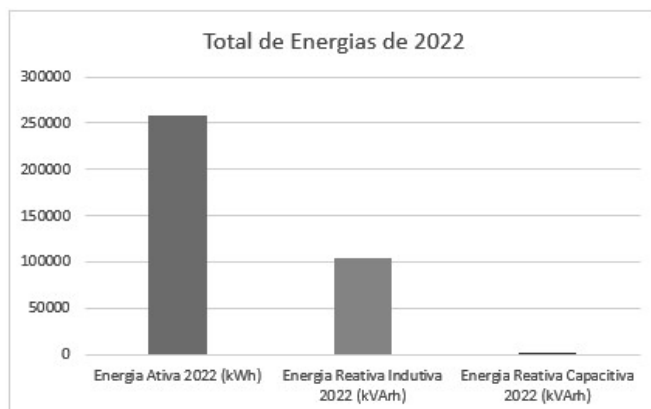


Figura 39 - Total de Energias de 2022 - EST

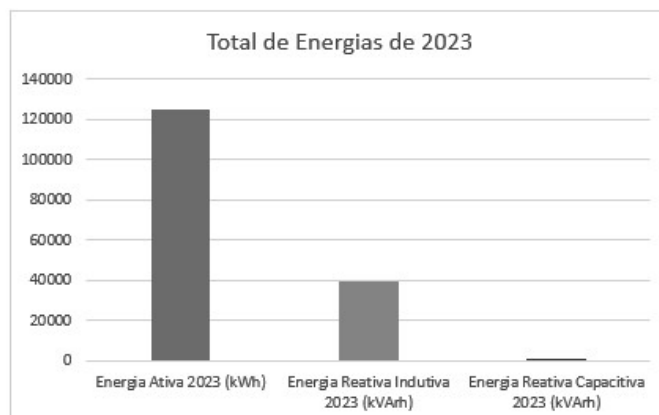


Figura 40 - Total de Energias de 2023 - EST

Nos gráficos (Figura 38, 39 e 40) podemos observar melhor a mesma situação referida no texto anterior, mas com uma melhor visualização dos valores das energias.

Tabela 19 - Consumos de gás - EST

mês/ano	kWh
nov/21	30884
dez/21	28339
jan/22	16194
fev/22	78468
mar/22	66100
abr/22	33924
Total	253909

nov/22	5335
dez/22	14933
jan/23	15359
fev/23	26156
mar/23	32026
abr/23	2617
Total	96426

Diferença	-157483
------------------	----------------

Tabela 20 - Consumos de eletricidade - EST

mês/ano	kWh
nov/21	22 383
dez/21	22 250
jan/22	19 462
fev/22	23 657
mar/22	22 623
abr/22	28 819
Total	139 194

nov/22	26 628
dez/22	26 043
jan/23	27 829
fev/23	31 472
mar/23	23 592
abr/23	20 226
Total	155 790

Diferença	16596
------------------	--------------

Em relação à EST através de aspetos físicos podemos observar na (Tabela 19 e 20), as diferenças dos consumos de gás dos anos letivos de 21/ 22 e de 22/ 23.

A partir daí podemos observar que houve menor consumo de gás no ano letivo 22/ 23 do que no ano letivo 21/ 22 devido ao facto de ter sido colocada a bomba de calor nas instalações da EST.

Passou a obter-se mais calor através da bomba de calor elétrica do que propriamente da caldeira a gás.

Quanto à eletricidade como podemos observar na tabela acima, aumentou o consumo, mas compensou na diminuição do consumo do gás.

5. Conclusão

Podemos concluir com este projeto a forma como estão as escolas caracterizadas energeticamente. Daí podemos perceber também o impacto que a sazonalidade, o clima e as atividades letivas influenciam nos consumos energéticos.

Interpretamos como são recolhidos e fornecidos os dados através do Balcão Digital da E-Redes, da forma como os mesmos são tratados através de diversos cálculos e tabelas até chegarem a gráficos.

Os gráficos são uma das melhores ferramentas de análise e interpretação daquilo que queremos e pretendemos analisar e observar neste caso.

Podemos também retirar desses mesmos gráficos várias conclusões importantes. Em alguns dos casos teremos de manter ou de aplicar melhores soluções perante os resultados analisados.

Para se obter melhorias temos como exemplos a aplicação de painéis fotovoltaicos, a instalação de maquinaria mais rentável e a escolha acertada de melhores isolamentos térmicos.

Analisadas e aplicadas até em alguns dos casos temos a aplicação de aparelhos de regulação automática do fator de potência, dependendo do tipo de instalações e dos aparelhos a ela ligados.

Obtendo reduções de consumos energéticos bastante significativas. Noutros casos podemos obter um melhor aproveitamento da energia.

Foi colocado em vigor desde janeiro de 2023 um plano de poupança de energia e água, uma das formas de redução de energia em todas as escolas do IPCB.

Web grafia e Bibliografia

[1] - <https://www.ipcb.pt/ipcb/historia>

[2] - <https://www.ipcb.pt/esacb/hist%C3%B3ria>

[3] - <https://www.ipcb.pt/esacb/ensino>

[4] - <https://cbpbi.ipcb.pt/quem-somos/>

[5] - <https://www.ipcb.pt/esart/historia>

[6] - <https://www.ipcb.pt/esart/ensino>

[7] - <https://www.ipcb.pt/esecb/historia>

[8] - <https://www.ipcb.pt/esecb/ensino>

[9] - <https://www.ipcb.pt/esald/historia>

[10] - <https://www.ipcb.pt/esald/ensino>

[11] - <https://www.ipcb.pt/estcb/hist%C3%B3ria>

[12] - <https://www.ipcb.pt/estcb/ensino>

[13] - Miranda, F. (2020). Apontamentos da Unidade Curricular de Eletrotecnia e Instalações Elétricas, do 1º Ano do Curso de Licenciatura em Engenharia Industrial.

Anexos

[A] - Dados Recolhidos através do Balcão Digital da E-Redes

Parte da tabela de onde foram retirados os dados do Balcão Digital E-redes como exemplo do mês de maio da EST de 15 em 15 minutos.

Dados Globais							
CPE	PT0002000071899016XF						
Funções	Potência ativa kW Potência reativa indutiva kVAR Potência reativa capacitiva kVAR						
Mês/Ano	maio 2023						
Intervalo:	15 min						
Data	Hora	Potência	Potência r	Potência reativa capacitiva	kVAR (kW)		
2023/05/01	00:15	16	8	0	16	8	0
2023/05/01	00:30	16	8	0	16	8	0
2023/05/01	00:45	16	7	0	16	7	0
2023/05/01	01:00	16	7	0	16	7	0
2023/05/01	01:15	16	8	0	16	8	0
2023/05/01	01:30	16	7	0	16	7	0
2023/05/01	01:45	17	8	0	17	8	0
2023/05/01	02:00	16	8	0	16	8	0
2023/05/01	02:15	20	9	0	20	9	0
2023/05/01	02:30	21	9	0	21	9	0
2023/05/01	02:45	21	9	0	21	9	0
2023/05/01	03:00	16	8	0	16	8	0
2023/05/01	03:15	16	7	0	16	7	0
2023/05/01	03:30	15	7	0	15	7	0
2023/05/01	03:45	16	8	0	16	8	0
2023/05/01	04:00	16	7	0	16	7	0
2023/05/01	04:15	17	9	0	17	9	0
2023/05/01	04:30	16	8	0	16	8	0
2023/05/01	04:45	17	8	0	17	8	0
2023/05/01	05:00	16	8	0	16	8	0
2023/05/01	05:15	16	7	0	16	7	0
2023/05/01	05:30	16	8	0	16	8	0
2023/05/01	05:45	17	7	0	17	7	0
2023/05/01	06:00	15	6	0	15	6	0
2023/05/01	06:15	16	8	0	16	8	0
2023/05/01	06:30	15	6	0	15	6	0
2023/05/01	06:45	16	8	0	16	8	0
2023/05/01	07:00	15	7	0	15	7	0
2023/05/01	07:15	16	7	0	16	7	0
2023/05/01	07:30	15	7	0	15	7	0
2023/05/01	07:45	17	6	0	17	6	0
2023/05/01	08:00	20	8	0	20	8	0
2023/05/01	08:15	19	7	0	19	7	0
2023/05/01	08:30	16	7	0	16	7	0
2023/05/01	08:45	16	8	0	16	8	0
2023/05/01	09:00	16	7	0	16	7	0

[B] - Tabelas e Gráficos da Energia Ativa

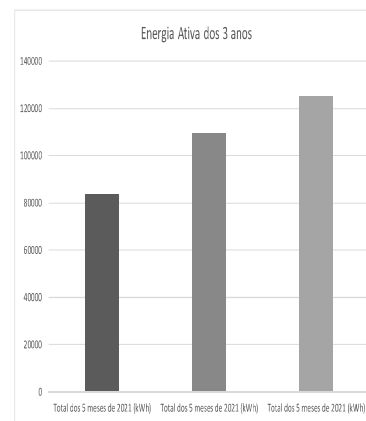
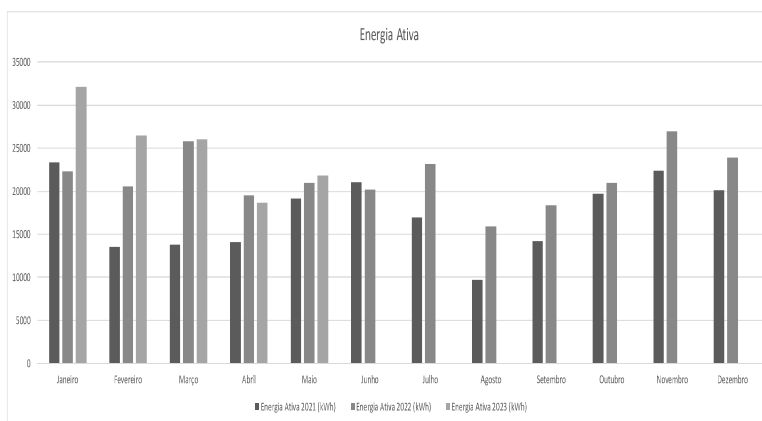
Tabelas executadas para obter os gráficos da energia ativa, como exemplo da EST.

	2021	2022	2023
	Energia Ativa 2021 (kWh)	Energia Ativa 2022 (kWh)	Energia Ativa 2023 (kWh)
Janeiro	23334	22246	32077
Fevereiro	13469	20588	26456
Março	13773	25852	26044
Abril	14069	19571	18704
Maió	19170	20956	21805
Junho	21041	20229	
Julho	16926	23176	
Agosto	9721	15939	
Setembro	14160	18412	
Outubro	19762	20958	
Novembro	22397	26976	
Dezembro	20127	23935	
Total	207949	258838	125086

Energia Ativa 2021 (kWh)	Total dos 5 meses de 2021 (kWh)
207949	83815

Energia Ativa 2022 (kWh)	Total dos 5 meses de 2021 (kWh)
258838	109213

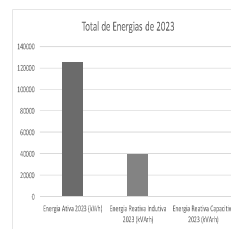
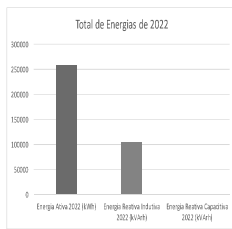
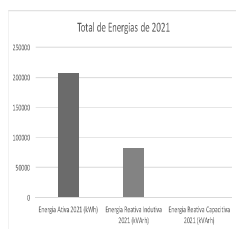
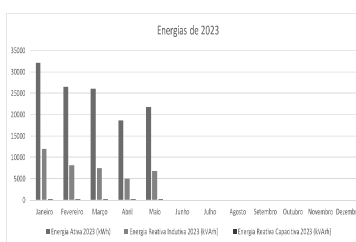
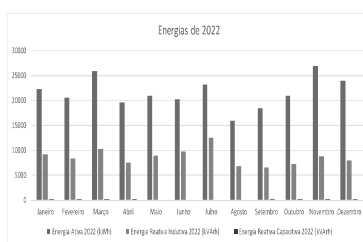
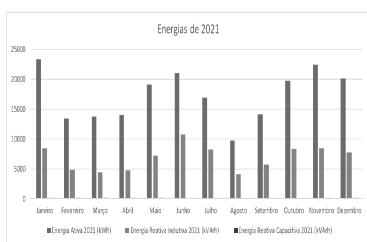
Energia Ativa 2023 (kWh)	Total dos 5 meses de 2021 (kWh)
125086	125086



[C] - Energias Ativa, Reativa Indutiva e Reativa Capacitiva

Tabelas executadas para obter os gráficos das energias ativa, reativa indutiva e reativa capacitiva, como exemplo da EST.

	2021			2022			2023		
	Energia Ativa 2021 (kWh)	Energia Reativa Indutiva 2021 (kVArh)	Energia Reativa Capacitiva 2021 (kVArh)	Energia Ativa 2022 (kWh)	Energia Reativa Indutiva 2022 (kVArh)	Energia Reativa Capacitiva 2022 (kVArh)	Energia Ativa 2023 (kWh)	Energia Reativa Indutiva 2023 (kVArh)	Energia Reativa Capacitiva 2023 (kVArh)
Janeiro	23834	8423	22	22246	9223	1	20777	11945	18
Fevereiro	13469	4838	18	20388	8326	2	26456	8210	20
Março	13773	4441	14	25823	10231	2	26644	7488	11
Abril	14069	4789	8	25971	7521	3	18704	4990	29
Maió	19170	7380	1	20956	8870	0	21805	6749	9
Junho	21041	10734	0	20229	9762	0			
Julho	16626	8210	0	21176	2293	0			
Agosto	9721	4297	0	15999	6825	0			
Setembro	14160	5723	0	18422	6234	1			
Outubro	19762	8326	0	20958	7303	1			
Novembro	22397	8461	1	20976	8834	2			
Dezembro	20127	7728	1	23995	7989	20			
Total	207949	82870	65	258838	103904	32	125086	93382	81



[D] - Fatores de Potência

Tabelas auxiliares e definitivas apresentadas no relatório para calcular os fatores de potência, como exemplo da EST.

	2021			2022			2023		
	Energia Ativa (kWh)	Energia Reativa Indutiva (kVArh)	cos φ	Energia Ativa (kWh)	Energia Reativa Indutiva (kVArh)	cos φ	Energia Ativa (kWh)	Energia Reativa Indutiva (kVArh)	cos φ
Janeiro	22324	4623	0,94	22246	922	0,92	22077	1145	0,94
Fevereiro	13469	4833	0,94	20888	8326	0,93	24456	8210	0,96
Março	12772	4441	0,95	25152	10231	0,93	24944	7480	0,96
Abril	14669	470	1,00	19571	7621	0,93	18704	4990	0,97
Maio	19170	7100	0,94	20956	8170	0,92	24105	6749	0,96
Junho	23041	10724	0,89	20229	9745	0,90			
Julho	16926	1210	0,90	23176	8263	0,93			
Agosto	9721	4097	0,92	15339	615	0,92			
Setembro	14160	5723	0,93	11412	6524	0,94			
Outubro	19152	2326	0,92	20950	7303	0,94			
Novembro	22397	2461	0,94	24376	4334	0,95			
Dezembro	20157	7723	0,93	23435	7419	0,95			
Total	207949	73421	0,94	251222	102904	0,92	125005	34252	0,95

2021		
1a-1a	1a-1a	cos φ
0,3591754	0,3464	0,94
0,3591952	0,3461	0,94
0,3224425	0,3119	0,95
0,0324063	0,0324	1,00
0,3745421	0,3594	0,94
0,5914459	0,4717	0,89
0,4359523	0,4596	0,90
0,4214517	0,3999	0,92
0,4041617	0,3141	0,93
0,4213158	0,3917	0,92
0,3777723	0,3442	0,94
0,3238531	0,2644	0,93
Total	0,212244	0,95

2022		
1a-1a	1a-1a	cos φ
0,4145914	0,3929	0,92
0,4044003	0,3143	0,93
0,3457527	0,2763	0,93
0,3142921	0,2659	0,93
0,4212123	0,4004	0,92
0,4122221	0,4497	0,90
0,5294055	0,4947	0,93
0,4212613	0,4040	0,92
0,3543141	0,3409	0,94
0,3414519	0,3352	0,94
0,3214712	0,3165	0,95
0,3237773	0,2222	0,95
Total	0,4014241	0,93

2023		
1a-1a	1a-1a	cos φ
0,3723182	0,3565	0,94
0,3102244	0,2809	0,96
0,2175104	0,2100	0,96
0,2447979	0,2407	0,97
0,3085162	0,2902	0,96
Total	0,2141344	0,95