

Análise da eficiência energética de um CIEP baseado no consumo de energia elétrica

Energy efficiency: Analysis of electrical energy consumption in a CIEP.

Eficiencia energética: Análisis del consumo de energía eléctrica en un CIEP.

Mayra Custódia dos Santos Silva Justino

Mestranda em Arquitetura, Urbanismo e suas Tecnologias, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Brasil
mayra.justino@gsuite.iff.edu.br

Joadelio Chagas Soares

Professor Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Brasil.
joadelio.soares@iff.edu.br

RESUMO

O pleno uso de uma edificação tem demandado cada vez mais o uso de energia. Adicionada a essa questão, as principais fontes de energia utilizadas para o abastecimento são provenientes de fontes não renováveis, o que traz grandes prejuízos ao meio ambiente. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o consumo de energia de um edifício educacional de arquitetura padronizada localizado na Cidade de Campos dos Goytacazes/RJ. Para este estudo, foi escolhido o CIEP Arnaldo Rosa Viana. O método utilizado foi o levantamento bibliográfico que estabeleceu a relação entre os temas: arquitetura, sustentabilidade e eficiência energética, em seguida, foram realizado um levantamento arquitetônico, características físicas, número de alunos e analisadas as contas de energia elétrica, durante o período de 12 meses. O estudo apresentou o consumo médio de energia de um edifício educacional, quais os pontos de maior demanda e diante disso, estabelecer maneiras de reduzir esse consumo para que possa ser replicado em outras unidades de ensino no modelo CIEP. O estudo tem contribuição no campo ambiental, pois, alcançar níveis menores de consumo de energia nos ambientes, proporciona a redução do uso de recursos naturais necessários. O ganho social acontece, pois propostas de estratégias de redução do consumo de energia em unidades educacionais proporcionam um consumo consciente por parte dos alunos e toda comunidade que habita o edifício e, conseqüentemente, replicá-lo em outros ambientes.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência energética. Edifício educacional. Sustentabilidade.

SUMMARY

The full use of a building has increasingly demanded the use of energy. Added to this issue, the main sources of energy used for supply come from non-renewable sources, which brings great damage to the environment. The present work aimed to evaluate the energy consumption of an educational building with standardized architecture located in the city of Campos dos Goytacazes/RJ. For this study, CIEP Arnaldo Rosa Viana was chosen. The method used was a bibliographical survey that established the relationship between the themes: architecture, sustainability and energy efficiency, then an architectural survey, physical characteristics, number of students were carried out and electricity bills were analyzed, during the period of 12 months. The study presented the average energy consumption of an educational building, which are the points of greatest demand and, based on this, establish ways to reduce this consumption so that it can be replicated in other teaching units in the CIEP model. The study has a contribution in the environmental field, as achieving lower levels of energy consumption in environments reduces the use of necessary natural resources. The social gain occurs, as proposed strategies to reduce energy consumption in educational units provide conscious consumption by students and the entire community that lives in the building and, consequently, replicate it in other environments.

KEYWORDS: Energy efficiency. Educational building. Sustainability.

RESUMEN

El pleno aprovechamiento de un edificio exige cada vez más el uso de energía. Sumado a esta cuestión, las principales fuentes de energía utilizadas para el abastecimiento provienen de fuentes no renovables, lo que trae grandes daños al medio ambiente. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el consumo energético de un edificio educativo de arquitectura estandarizada ubicado en la ciudad de Campos dos Goytacazes/RJ. Para este estudio se eligió al CIEP Arnaldo Rosa Viana. El método utilizado fue un levantamiento bibliográfico que estableció la relación entre los temas: arquitectura, sustentabilidad y eficiencia energética, luego se realizó un levantamiento arquitectónico, características físicas, número de estudiantes y facturas de energía eléctrica, durante el período de 12 meses. El estudio presentó el consumo energético promedio de un edificio educativo, cuáles son los puntos de mayor demanda y, con base en ello, establecer formas de reducir este consumo para que pueda ser replicado en otras unidades docentes del modelo CIEP. El estudio tiene un aporte en el campo ambiental, ya que lograr menores niveles de consumo energético en los ambientes reduce el uso de recursos naturales necesarios. El beneficio social se da, ya que las estrategias propuestas para reducir el consumo de energía en las unidades educativas propician un consumo consciente por parte de los estudiantes y de toda la comunidad que habita en el edificio y, en consecuencia, replicarlo en otros ambientes.

PALABRAS CLAVE: Eficiencia energética. Edificio educativo. Sostenibilidad.

1 INTRODUÇÃO

Os recursos naturais utilizados na geração de energia estão esgotando-se e com isso, de modo geral, a preocupação com a redução do consumo de energia aumentou, principalmente nas edificações. Os edifícios são responsáveis por cerca de 40% do consumo total de energia do planeta e 36% das emissões de gases de efeito estufa provenientes do uso de energia (RMAI, 2021). Devido a esse alto consumo é necessária uma atenção mais contundente com as questões relacionadas a adaptação das edificações já existentes, tentando buscar o alto desempenho e a otimização do seu consumo de energia.

As edificações são responsáveis por 30% do consumo final de energia e mais de 55% do consumo global de eletricidade, portanto, são responsáveis pela emissão de 28% de emissões de CO₂, somente na fase de operação. (IEA, 2019a).

A eficiência energética está relacionada à redução do consumo de energia, principalmente das produzidas através de fontes finitas, fazendo isso sem comprometer o conforto dos usuários e a funcionalidade dos ambientes. Enquanto algumas edificações, principalmente as mais atuais, são projetadas com base nos princípios sustentáveis atuais e primordialmente direcionadas na eficiência energética, algumas edificações não foram projetadas levando em consideração esses preceitos, mas ao passarem por intervenções como readequações ou até reformas de maior grau, podem vir a apresentar uma redução no consumo energético de forma considerável, sem comprometer o conforto dos usuários.

Neste contexto, o ambiente escolar é muito rico e diversificado, nele são exercidas diversas tarefas e os seus usuários geralmente ficam grandes períodos nesses espaços. Sendo imprescindível que o ambiente esteja adequado, funcional e proporcionando conforto a seus usuários e é importante que para isso a energia elétrica não seja usada de forma desmedida.

Diante desta situação apresentada, é consenso que a otimização do desempenho dos edifícios é urgente e necessária. E nesse sentido a redução do consumo de energia é o ponto crucial e um grande desafio. A cada ano, o gasto com energia é maior e o mercado investe mais na implantação de energias renováveis, estimulando primordialmente o desenvolvimento de novas tecnologias. Com esse pensamento, novos edifícios mais sustentáveis são construídos e os existentes são modernizados visando alcançar a neutralidade energética (BARTHELMES, *et al.*, 2015). Edifícios energeticamente eficientes economizam mais energia e conseqüentemente, os recursos naturais necessários para a sua produção, além de gerar uma economia financeira. A presente proposta visa avaliar o desempenho energético de uma edificação escolar, mais especificamente um CIEP (Centro Integrado de Educação Pública). Pois, apesar de cada CIEP possuir as suas particularidades, trata-se de uma arquitetura padronizada, pré-fabricada em que as diretrizes e bases construtivas são similares.

1.1 Edificações e sustentabilidade

É inegável a relação entre a arquitetura e as questões ambientais, “como arquiteto, você projeta para o presente com uma consciência do passado para um futuro que é essencialmente desconhecido. A agenda verde é provavelmente a agenda e a questão mais importante do dia” (FOSTER, 2015). A maneira como construímos interfere no meio ambiente,

em maior ou menor grau, interferindo na paisagem, produzindo resíduos e utilizando os recursos naturais.

Na arquitetura sustentável, o edifício é projetado levando em consideração o clima local e o estilo de vida. E com isso para chegar ao conforto ambiental utiliza-se menos energia e conseqüentemente gerar menos poluição para as futuras gerações (CORBELLA; YANNAS, 2009).

Projetar é sobretudo pensar no futuro, nas novas gerações, nas condições que devemos e podemos deixar nossa Terra. Entretanto, é preciso que a sociedade, de modo geral, esteja convencida de que é preciso cada vez mais construir utilizando-se menos recursos naturais, pensando em alternativas que farão com que o uso diário dos edifícios consuma menos energia.

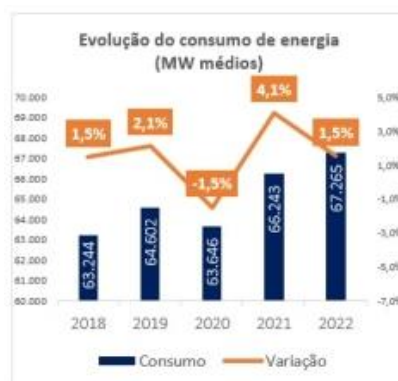
Levando em consideração que a eficiência energética está ligada à redução de despesas, a redução dos impactos ambientais e as melhorias do ambiente de trabalho, é possível relacioná-la aos três pilares da sustentabilidade, sendo eles: o social, o econômico e o ambiental. Nesse contexto, propostas ambientalmente sustentáveis utilizam menos recursos naturais, pelo viés econômico poupam recursos financeiros e no âmbito social estão relacionados à qualidade de vida, cenário que é alcançado quando melhoramos o ambiente. Vale ressaltar que, o uso eficiente da energia elétrica não é apenas uma redução às despesas, diz respeito, também, à redução dos impactos ambientais e pode estar ligada à melhoria na qualidade do ambiente de trabalho e processos produtivos (LABEEE, 2021). Por isso, a importância de tornarmos os ambientes cada vez mais eficientes.

1.2 Eficiência energética

No ano de 2022, o consumo de energia elétrica no Brasil aumentou em 1,5% em relação ao ano anterior, sendo o segundo ano consecutivo de alta. Em parte, esse aumento pode ser consequência da retomada dos setores da economia após a pandemia de COVID-19 (CCEE, 2023). No gráfico 1 é possível identificar que, o consumo nos anos de 2021 e 2022 foi superior aos dos anos de 2018 e 2019 (antes da pandemia); portanto, esse aumento não é tão somente devido a retomada de serviços após a pandemia e, sim há uma tendência de aumento de demanda por energia.

Outra pesquisa realizada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) demonstrou que o consumo de energia elétrica nacional cresceu pelo oitavo mês consecutivo, na comparação ao mesmo período no ano anterior (EPE, 2023). Pesquisas dessa natureza revelam a tendência de aumento na demanda por energia a cada ano.

Gráfico 1– Evolução do consumo de energia (MW Médios)



Fonte: adaptado de CCEE (2023)

O Plano Decenal de Expansão de Energia 2023 (PDE 2032) mostra as perspectivas da expansão do setor de energia para os próximos 10 anos e projetou que, em 2032 as edificações representarão cerca de metade do consumo elétrico no País. (EPE, 2023).

A demanda por energia é crescente e as projeções são de aumento a cada ano e para evitar isso é preciso uma mudança na forma de utilização das edificações. O uso dos edifícios demanda um consumo de energia considerável, quando eles são mais eficientes energeticamente é possível manter o nível de conforto ambiental, utilizando menos energia.

A crise do petróleo em 1970 foi um alerta para que muitos países buscassem novas formas de energia. O uso racional da energia tornou-se uma ótima opção, pois a redução do consumo pode evitar a instalação de novos parques geradores (LABEEE, 2021).

Um fato relevante e, deve ser primariamente observado, é que o consumo de energia aumenta com a instalação de novos equipamentos. Mesmo que os equipamentos atualmente sejam projetados com sistemas que gerem menor consumo energético, um projeto arquitetônico adequado ao clima, que abranja as estratégias naturais de iluminação, aquecimento e resfriamento dos ambientes deve ser considerado e pode potencializar a redução da demanda por energia para os próximos anos (GRÄFF, *et al.*, 2018).

A demanda por energia precisa ser reduzida, principalmente quando se trata de fontes finitas, é necessário que as instituições públicas e privadas adotem medidas direcionadas para a diminuição do consumo elétrico, adotando ações que estimulem o uso de energia sem prejudicar o conforto e a qualidade de vida dentro dos edifícios. Um edifício possui alta eficiência energética quando proporciona condições ambientais de conforto para seus usuários consumindo o mínimo necessário de energia. Então podemos dizer que o conceito básico da eficiência energética é a redução da demanda de energia, ou seja, a energia mais barata é a que não é consumida (LAMBERTS, 2016).

1.3 Eficiência energética em edifícios educacionais

Canário (2005) em seus estudos descreve que o ambiente escolar é “uma forma, uma organização e é uma instituição”. O rendimento escolar é influenciado por diversos fatores. Entre eles, está o conforto ambiental (condições térmicas, visuais e acústicas). A estratégia para

melhorar o conforto deve considerar a sustentabilidade devido ao impacto causado pelas construções. (BURGOS; GRIGOLETTI; PAIXÃO, 2015).

Um ambiente confortável contribui para um bom rendimento escolar e em alguns casos para isso utiliza-se de energia para a manutenção do ambiente agradável e quando esses equipamentos estão bem dimensionados, adequados e sendo os mais eficientes, esse conforto é mantido com um menor gasto de energia.

Diversos estudos buscam a melhoria da qualidade do ambiente construído. Entre os fatores relevantes no ambiente escolar, estão à eficiência energética, o conforto, a saúde dos usuários, a segurança e a sustentabilidade (KOWALTOWSKI, 2011).

No ambiente educacional a redução do uso de energia é algo relevante, o uso de controles digitais pode reduzir o consumo, ao adequar a iluminação ao uso do espaço e levando em consideração a luz natural (GODOY, 2017). Formas de proporcionar e entrada de luz solar são sempre bem-vindas. Além de proporcionar uma economia de energia a entrada de luz natural faz bem para o organismo.

Compreender a forma que o consumo de energia elétrica acontece em edifícios escolares não é uma tarefa fácil, pois envolve diversos fatores e diferentes atividades que são realizadas no espaço, como administrativas, de leitura, lazer, entre outras (BRANDÃO, 2017).

Para a análise energética de um edifício através das contas de energia é necessário que se avalie os dados de no mínimo 12 meses. Assim, é possível verificar o comportamento dos consumos e das demandas em diferentes períodos como inverno, verão e meia-estação. Assim também é possível verificar as variações, durante os períodos letivos e os períodos de férias escolares (ORNSTEIN, 1995).

As soluções para reduzir o consumo de energia começam com uma análise e identificação dos maiores causadores do consumo e, após isso são traçadas estratégias para reduzir o consumo (BARBOSA, 2021).

Como o consumo de energia não é algo estático e principalmente em escolas onde existe o período letivo e o período de férias escolares, em que o consumo de energia é menor, pois o uso da escola acaba limitado a serviços administrativos, torna-se importante o período de, no mínimo, um ano.

2 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar o consumo de energia de uma edificação educacional com arquitetura e sistema construtivo padronizado, conhecido como CIEP e então, propor medidas específicas que possam viabilizar o aumento da sua eficiência energética

Os objetivos específicos delimitados foram:

1. realizar pesquisa bibliográfica, visando à construção do referencial teórico sobre a relação entre a edificação/arquitetura, sustentabilidade e eficiência energética;
2. caracterizar os ambientes internos do CIEP Arnaldo Rosa Viana sob critérios de uso, ocupação, sistemas de iluminação, conjuntos de lâmpadas e luminárias, dentre outros relevantes;

3. realizar levantamento do consumo de energia do período de 12 meses do CIEP, construindo importante banco de dados que contribuirá para o diagnóstico, tanto quanto, para a elaboração de diretrizes de intervenção nesse espaço.

3 METODOLOGIA

Primeiramente, foi realizada de pesquisa bibliográfica documental sobre o tipo das edificações, bem como sua arquitetura e sistemas construtivo, sustentabilidade e eficiência energética. Etapa valiosa em que o conhecimento adquirido serviu para nortear a tomada de decisões sobre as atividades seguintes.

Em um segundo momento, como os documentos obtidos, foi realizado um completo levantamento arquitetônico no CIEP, evidenciando as características físicas das edificações, condições de uso, consumo energético e seu entorno.

Na terceira etapa, foi feita a análise dos dados obtidos e verificação do potencial de redução de uso de energia, mantendo-se o conforto dos usuários. E por fim serão propostas soluções e diretrizes que possam ser replicadas aos demais modelos institucionais estudados neste trabalho.

4 RESULTADOS

O CIEP Arnaldo Rosa Viana (Figura 1) é vinculado à Secretaria Municipal de Educação, Ciência e Tecnologia (Seduct) de Campos dos Goytacazes.

Figura 1 - CIEP Arnaldo Rosa Viana



Fonte: De autoria própria, 2023

A unidade de ensino funciona em 3 turnos (manhã, tarde e noite), possui aproximadamente 400 alunos segundo dados do censo escolar 2022, divididos entre Educação

Infantil, Ensino Fundamental I e II, Educação de Jovens e Adultos (EJA) educação especial (QEDU, 2023).

Os Centros Integrados de Educação Pública (CIEPs) surgiram no Rio de Janeiro, na década de 1980, como uma resposta à demanda por escolas. Inspirados na ideia de Anísio Teixeira, buscando uma educação integral e aberta durante os fins de semana, que possibilitasse receber a população e oferecer suporte aos estudantes que precisavam repetir de ano (CARVALHO, 2009).

Segundo a estrutura dos CIEP's o edifício educacional conforme a figura 2 está localizado na avenida Mario Manhães de Andrade, Parque Aurora, Campos dos Goytacazes – RJ. Seguindo a estrutura dos outros CIEP's foi construído em concreto pré-moldado e é composto por um prédio principal, um segundo bloco onde está localizada a biblioteca e no terceiro a quadra poliesportiva.

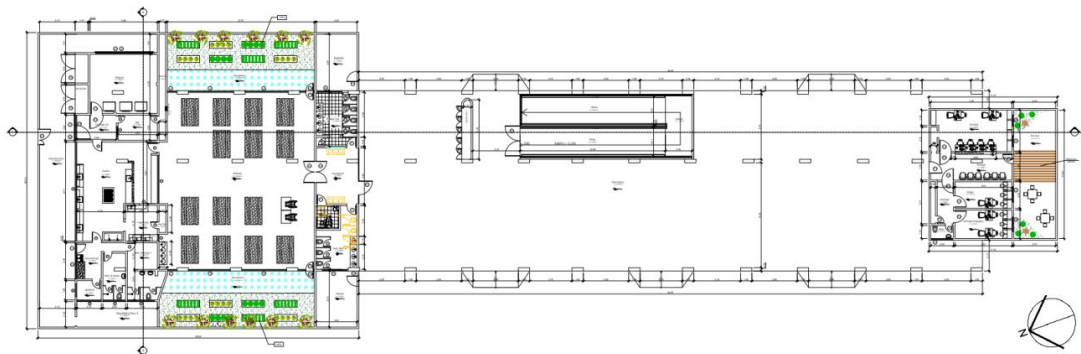
Figura 2 - Localização CIEP Arnaldo Rosa Viana



Fonte: Adaptado Seduct (2023).

O prédio principal possui 3 pavimentos, no térreo (Figura 3) estão localizados o refeitório, cozinha, pátio interno e sala de artes.

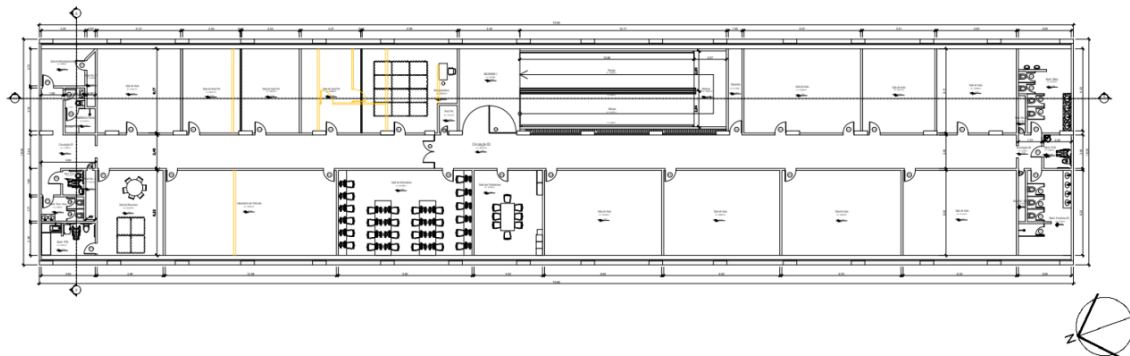
Figura 3 – Planta baixa do pavimento térreo do CIEP Arnaldo Rosa Viana



Fonte: Adaptado Seduct (2023).

O primeiro pavimento (Figura 4) é composto pela área administrativas como ambientes como secretaria, direção, coordenação pedagógica e sala dos professores, além do auditório, laboratório de informática, salas de dança e de aula.

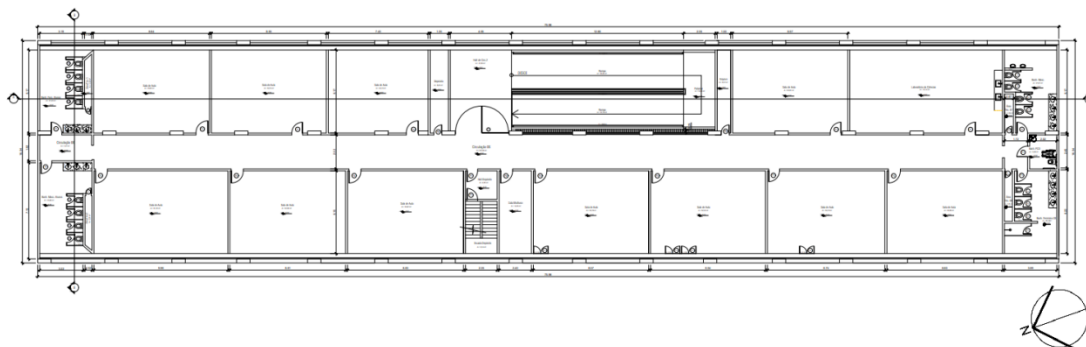
Figura 4 – Planta baixa do primeiro pavimento do CIEP Arnaldo Rosa Viana



Fonte: Adaptado Seduct (2023).

No segundo pavimento (figura 5) está localizado o laboratório de ciências e salas de aulas.

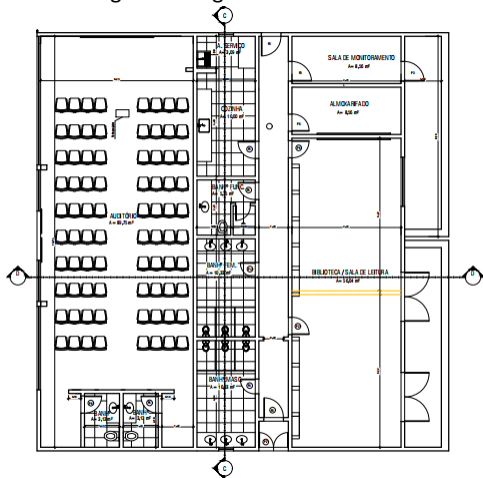
Figura 5 - Segundo pavimento CIEP Arnaldo Rosa Viana



Fonte: Adaptado Seduct (2023).

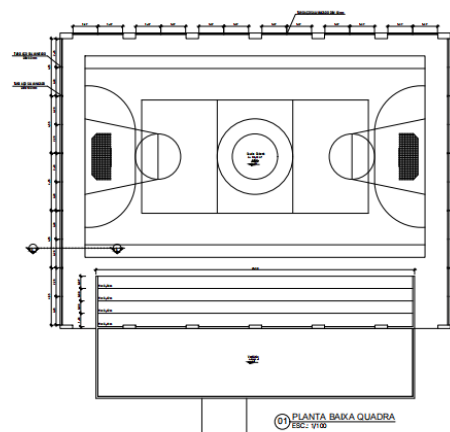
No segundo bloco (Figura 6) estão localizadas a biblioteca e a sala de recursos. Já no terceiro bloco (Figura 7) encontram-se a quadra poliesportiva com vestiário.

Figura 6 - Segundo bloco



Fonte: Adaptado Seduct (2023)

Figura 7 – terceiro bloco



Fonte: Adaptado Seduct (2023).

Entre os equipamentos consumidores de energia foram elencados aparelhos de ar condicionado com classificação A de eficiência energética, encontrados nas salas administrativas, biblioteca, salas de aula, dança, auditório, laboratórios de informática e ciências, recentemente foram instalados ventiladores com classificação A de eficiência energética; as salas administrativas e laboratório de informática possuem computadores (CPU, monitor e estabilizador) e impressoras instalados; cada pavimento do prédio principal possui um bebedouro elétrico. A cozinha é equipada com liquidificador, geladeira e freezers.

A iluminação artificial é possibilitada através de lâmpadas de led, em alguns ambientes. As lâmpadas de led queimadas foram substituídas por lâmpadas fluorescentes que consomem uma quantidade maior de energia.

A Tabela 1 apresenta o consumo de energia no período de um ano na escola estudada, informando a quantidade de dias letivos em cada mês.

Tabela 1 – Consumo kWh/mês do CIEP Arnaldo Rosa Viana

Mês / ano	Quantidade de dias	Consumo mensal (kWh/mês)	Consumo diário (kWh)	Consumo 30 dias (kWh/mês)	Período ¹
07/2022	30	4.891,46	163,05	4.891,46	Letivo (12 dias)
08/2022	31	4.620,17	149,04	4.471,13	Letivo (23 dias)
09/2022	31	5.990,42	193,24	5.797,18	Letivo (21 dias)
10/2022	30	5.317,39	177,25	5.317,39	Letivo (21 dias)
11/2022	31	6.968,37	224,79	6.743,58	Letivo (19 dias)
12/2022	30	5.140,49	171,35	5.140,49	Letivo (13 dias)
01/2023	31	5.137,46	165,72	4.971,74	Férias
02/2023	28	5.484,78	195,89	5.876,55	Letivo (14 dias)
03/2023	31	7.366,21	237,62	7.128,59	Letivo (23 dias)
04/2023	30	9.114,47	303,82	9.114,47	Letivo (18 dias)
05/2023	31	6.168,50	198,98	5.969,52	Letivo (23 dias)
06/2023	31	6.366,09	205,36	6.160,73	Letivo (21 dias)

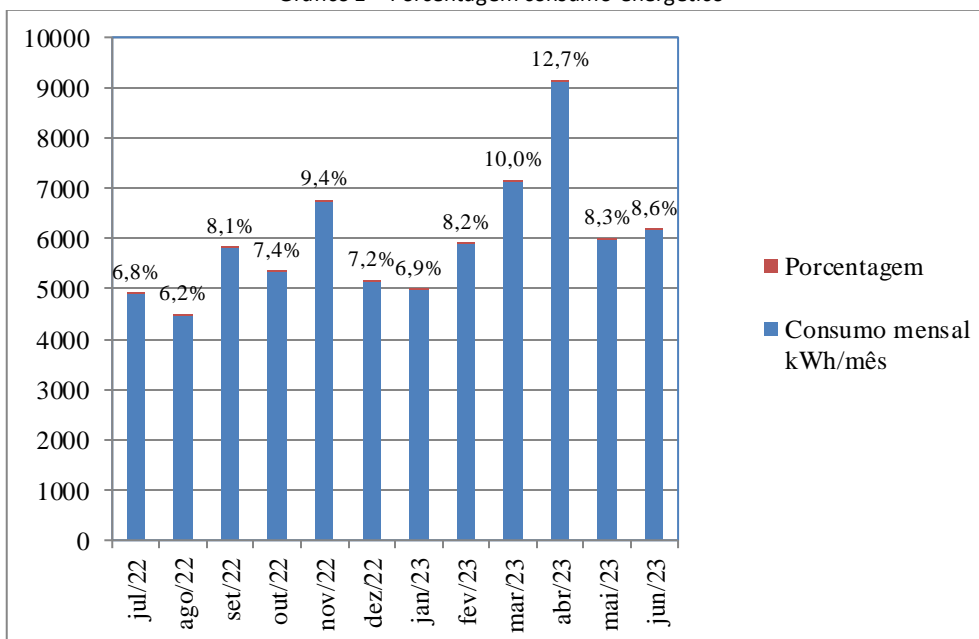
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

¹ As informações sobre os dias letivos foram retiradas do calendário ano letivo 2022 (Diário Oficial do Município de Campos dos Goytacazes, 20/01/2022) e do calendário ano letivo 2023 (Diário Oficial do Município de Campos dos Goytacazes, 28/11/2022).

A partir da análise do gráfico 1 é possível perceber a variação no consumo mensal, principalmente quando se leva em consideração as estações mais quentes e frias do ano. Dezembro e janeiro, apesar do verão e temperaturas elevadas, apresentam uma queda no consumo em relação a novembro, que possivelmente tem relação com o fim do período letivo. Acontece um crescente aumento nos meses de fevereiro, março e o pico de consumo do período avaliado, acontece em abril/2023.

Em meses mais frios como julho e agosto o consumo de energia foi menor. Vale ressaltar que os aparelhos de ar-condicionado estão instalados na biblioteca e salas administrativas e estas últimas continuam sendo utilizadas mesmo com o final do período letivo.

Gráfico 1 – Porcentagem consumo energético



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A quadro 1 apresenta algumas diretrizes que podem ser aplicados na unidade de ensino em outras unidades visando a redução do consumo de energia.

Quadro 1 – Diretrizes para redução do consumo de energia

Particularidades	Propostas de melhoria
Lâmpadas fluorescentes	Substituição por lâmpadas de led
Lâmpadas queimadas	Substituição por lâmpadas de led para melhorar o conforto visual nos ambientes.
Interruptores instalados fora da sala	Instalação de interruptores em cada sala.
Ventiladores e lâmpadas ligados em ambientes desocupados	Campanha de conscientização sobre o uso consciente de energia
Lâmpadas acessas nos corredores e banheiros	Instalação de sensores de presença
Uso de luz artificial durante o dia	Estudo lumínico pra melhor aproveitamento da luz natural durante o dia
Uso do ar condicionado	Melhorar aproveitamento da ventilação natural para refreamento do ambiente.
Manutenção do ar condicionado	Manutenção periódica do ar condicionado.
Alguns itens antigos na cozinha	Troca por aparelhos classe A de eficiência energética
Utilização de energia proveniente de fontes finitas	Estudo sobre a instalação de painéis de energia solar

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Ajustes nos sistema de iluminação e condicionamento de ar, manutenções periódicas, troca das lâmpadas por outras de melhor rendimento contribuem para edificações mais eficientes.

5 CONCLUSÃO

Com os resultados alcançados, espera-se contribuir para e possíveis intervenções em unidades educacionais, principalmente em CIEP's por possuírem espaços e funcionalidade semelhantes gerando assim um melhor uso dos recursos. Edificações eficientes energeticamente contribuem com o meio ambiente, pois as principais matrizes energéticas utilizadas no Brasil atualmente são provenientes de fontes não renováveis e, além disso, proporcionam uma economia financeira devido a redução no da conta de energia.

O processo para a redução do consumo de energia é algo complexo é que demanda tempo e pesquisa. É preciso analisar como o uso da energia acontece no espaço, propor melhorias para a operação do edifício e ainda existe o fator humano, pois o comportamento e conscientização dos ocupantes do espaço tem um papel importante nessa equação.

Um estudo de eficiência energética em edifícios educacionais e a viabilidade de implantação dessas propostas de melhorias são benéficas para toda a sociedade, pois servem para conscientizar os alunos e os demais usuários do espaço sobre o uso da energia, bem como a demanda pelos recursos naturais. Diante desse entendimento, é possível replicar os resultados em outros ambientes.

6 REFERÊNCIAS

BARBOSA, P. G.; PAULINO AGUILAR, M. T.; DO BOM CONSELHO SALES, R. Conforto térmico do ambiente construído, eficiência energética e difusividade térmica: um estudo interdisciplinar que envolve o Design. **Pensamentos em Design**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 95–102, 2021. DOI: 10.36704/pensemdes.v1i1.5914. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/pensemdes/article/view/5914>. Acesso em: 10 ago. 2022.

BARTHELMES, V. M. et al. Design and construction of an nZEB in Piedmont Region, North Italy. *Energy Procedia*, v. 78, p. 1925–1930, 2015.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2032. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2023.

BURGOS, Eduardo Goettert; GRIGOLETTI, Giane de Campos; PAIXÃO, Dinara Xavier da. Otimização do conforto ambiental no espaço escolar: uma visão sustentável Optimization of environment comfort in the school: a sustainable vision. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. 2015.

BRANDÃO, Guilherme Caixeta. **Estudo de caso do sistema de iluminação da Escola de Arquitetura da UFMG**: análise do uso de energia e de medidas de conscientização. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Minas Gerais, MG, Brasil. 2017.

CANÁRIO, R. **A escola e as “dificuldades de aprendizagem”**. *Psic. da Ed.*, São Paulo, 21, 2º sem. de 2005, pp. 33-51.

CARVALHO, Isabella Chaves. **Linha histórica da arquitetura escolar do Brasil**. Disponível em: <https://germinai.wordpress.com/textos-classicos-sobre-educacao/linha-historica-da-arquitetura-escolar-do-brasil/>. Acesso em 04 de janeiro de 2018.

CCEE. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Consumo brasileiro de energia elétrica subiu 1,5% em 2022, mostra balanço da CCEE. 2023. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/pt/web/guest/-/consumo-brasileiro-de-energia-eletrica-subiu-1-5-em-2022-mostra-balanco-da-ccee#:~:text=O%20consumo%20de%20energia%20el%C3%A9trica,pela%20pandemia%20de%20COVID%2D19>. Acesso em: 10 abr. 2023.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simons. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Revan, 2009

Diário Oficial do Município de Campos dos Goytacazes, 20/01/2022, RIO DE JANEIRO, Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes. Disponível em: <https://www.campos.rj.gov.br/app/assets/diario-oficial/link/5536>

Diário Oficial do Município de Campos dos Goytacazes, 28/11/2022, RIO DE JANEIRO, Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes. Disponível em: <https://www.campos.rj.gov.br/app/assets/diario-oficial/link/5536>.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Resenha Mensal do mercado de energia elétrica ANO XVI • Número 191 • Agosto de 2023. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-153/topico-668/Resenha%20Mensal%20-%20Agosto%202023%20\(base%20Julho\).pdf#search=RESENHA%20MENSAL%20DE%20JULHO](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-153/topico-668/Resenha%20Mensal%20-%20Agosto%202023%20(base%20Julho).pdf#search=RESENHA%20MENSAL%20DE%20JULHO). Acesso em: 13 nov. 2023.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Resenha Mensal do mercado de energia elétrica ANO XVI • Número 191 • Agosto de 2023. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-689/topico-640/Caderno%20de%20Efici%C3%Aancia%20e%20Demanda%20-%20PDE%202032%20final_20230313.pdf

FOSTER, N. TED Talk: Norman Foster fala sobre arquitetura verde e sustentabilidade. *ArchDaily Brasil*, 2015. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/777458/ted-talk-norman-foster-fala-sobre-arquitetura-verde-e-sustentabilidade>. Acesso em: 20 set. 2022

GRÄFF, M. A.; LEAL, C. B.; BLASZAK, C. L. O.; BRUST, F.; PIOVESAN, T. R. Edificação nível A: requisitos para adequação conforme RTQ-CE RTQ-R1. *Salão do Conhecimento*, [S. l.], v. 4, n. 4, 2018. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/10457>. Acesso em: 19 jul. 2023.

GODOY, Plínio. Como projetar a iluminação de salas de aula? 2017. Disponível em <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/como-projetar-a-iluminacao-de-salas-de-aula_15468_10_0/>. Acesso em 20 de mar de 2023.

IEA – International Energy Agency. World Energy Outlook - 2019b. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>>. Acesso em: 15 nov 203.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. **Arquitetura Escolar e o Projeto do Ambiente de Ensino**. São Paulo: Oficina de textos, 2011

LABEEE. **Laboratório de Eficiência Energética em Edificações**. Eficiência Energética em Edificações, 2021. Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/linhas-de-pesquisa/eficiencia-energetica-em-edificacoes>. Acesso em: 16 out. 2021.

LAMBERTS, Roberto et al, **Desempenho térmico de edificações**, 2016. Florianópolis/SC.

ORNSTEIN, Sheila Walbe e BRUNA, Gilda Collet e ROMERO, Marcelo de Andrade. Ambiente construído & comportamento: a avaliação pos-ocupação e a qualidade ambiental. São Paulo: Nobel/Fauusp/Fupam. 1995.

RMAI, Pesquisa revela que edifícios são responsáveis por 40% do consumo de energia do planeta. 2021. Disponível em: <https://rmai.com.br/pesquisa-revela-que-edificios-sao-responsaveis-por-40-do-consumo-de-energia-do-planeta/>. Acesso em: 18 out. 2031.

QEDU . CIEP BRIZOLAO 481 ARNALDO ROSA VIANA, 2023. Disponível em: <https://qedu.org.br/escola/33094080-ciep-brizolao-481-arnaldo-rosa-viana>