

Pré-diagnóstico energético em uma instituição de ensino de João Monlevade – MG

Sarah Souza Eloi

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: seloi214@gmail.com

Thaís de Fátima Araújo Silva

Rede Doctum de Ensino, Brasil

E-mail: thaisarasilva@gmail.com

Fabrcia Nunes de Jesus Guedes

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: fabriciajesus@gmail.com

Bruno Garcia de Paula

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: brunogarciadepaula@gmail.com

Resumo

O presente trabalho propôs-se a realizar um pré-diagnóstico energético em uma instituição de ensino no município de João Monlevade no estado de Minas Gerais, no intuito de informar e divulgar algumas práticas educativas relacionadas ao aproveitamento eficiente da energia elétrica e como combater o desperdício de energia. O projeto, dispôs-se a promover a conservação de recursos naturais e a diminuição do impacto do custo da energia no orçamento da instituição. Desta forma, um pré-diagnóstico energético foi realizado em uma escola parceira, com o intuito de apresentar os principais erros em relação à utilização de energia e sugerir ações efetivas e simples para minimiza-los. Conclui-se que, o desenvolvimento de projetos deste tipo contribui na formação de agentes promotores do combate ao desperdício de energia elétrica. Tudo isso, através de ações simples que promovem a conservação da energia elétrica sem a diminuição da qualidade de vida. Destaca-se também que esse tipo de proposta serve de apoio e motivação na busca de conhecimento e desenvolvimento socioeconômico e sustentável do país.

Palavras-chave: Diagnóstico Energético. Eficiência Energética. Instituição de Ensino.

Energy pre-diagnosis in a teaching institution of João Monlevade - MG

Abstract

This paper proposes to perform an energy pre-diagnosis in an educational institution in the municipality of João Monlevade in the state of Minas Gerais-Brazil, in order to inform about some educational practices related to the efficient use of electric energy and how to combat the waste of energy. The project, providing the promotion of natural resources and reducing the impact of energy on the institution's budget. Thus, an energy pre-diagnosis was carried out in a partner school, in order to present the main errors regarding the use of energy and to suggest effective and simple actions to minimize them. It is concluded that, the development of this kind projects contributes in the formation of agents promoting the fight against the waste of electric energy. All this, through simple actions that promote the conservation of electric energy without the reduction of quality of life. This kind of proposal of support and motivation in the search for knowledge and socioeconomic development is also highlighted.

Keywords: Energy diagnosis; Efficiency Energy; Educational Institution.

1. Introdução

No Século IV A.C., Aristóteles em sua obra *Metafísica*, identificava energia (“*energeia*”) como uma realidade em movimento. Na aceção moderna, energia corresponde ao conceito desenvolvido juntamente com a termodinâmica a partir de meados do Século XIX e utilizado para descrever uma ampla variedade de fenômenos físicos (VIANA *et al.*, 2012). Em sua definição exata, energia é causa e origem de todas as mudanças, de todas as transformações.

Por sua vez, Sousa (2011) afirma que a energia elétrica é atualmente um elemento essencial para qualquer nação, sendo a base do desenvolvimento econômico e da qualidade de vida, perceptível na sociedade. Desta forma, para que se acompanhe o contínuo crescimento da população mundial, é essencial que se diversifiquem as fontes de energia e ampliem, a curto prazo, a eficiência dos sistemas de conversão de energia, de modo a atender, de forma sustentável e equilibrada, o consumo de energia elétrica no futuro.

Segundo Dourado e Amorim (2009) nos últimos 40 anos a preocupação do homem para com a preservação do meio vem crescendo e tomando espaço em grande escala na sociedade. Este fato pode ser esclarecido devido que, nos últimos anos, as ações antrópicas têm se intensificado de maneira drástica sobre a natureza.

Com relação à questão energética, ressaltam-se como impactos ambientais mais relevantes a tendência ao esgotamento de recursos naturais não renováveis, as modificações ambientais decorrentes do aproveitamento controverso de energia renovável da natureza, e a poluição produzida por algumas formas de transformação de energia atuais, dentre outras. Considerando que na atualidade o acesso à energia é uma premissa essencial, pois está relacionada à satisfação de necessidades básicas tais como alimentação, mobilidade, comunicação e habitação, tornou-se necessário pensar a sustentabilidade também no setor energético, o que fez emergir a ideia de eficiência energética (DOURADO; AMORIM, 2009).

Segundo o Jornal Oficial da União Europeia (2012), Eficiência Energética é designada como sendo a razão entre o resultado em termos de desempenho, serviços, bens ou energia gerados e a energia utilizada para o efeito. Desta maneira, o desenvolvimento de ações que promovam a eficiência energética, com o intuito de otimizar o consumo de energia, gerando mais condições para o desenvolvimento social e econômico, vem sendo continuamente buscado.

Sendo assim, a eficiência energética traduz-se na redução de perdas na conversão, transporte, transmissão e uso de energia, desde a extração da fonte primária até ao seu uso final, assim como na redução da demanda energética, sem comprometer a qualidade do serviço. Consequentemente, é possível investir e melhorá-la a vários níveis, que englobam a produção da energia e o seu uso (REN, 2016).

Nesse contexto, a gestão energética tem como objetivo principal o uso racional dos recursos naturais, adotando o princípio do desenvolvimento sustentável. Esse tipo de gestão pode-se basear no diagnóstico energético. Segundo Schinazi *et al.* (2016), o diagnóstico energético, também amplamente conhecido como auditoria energética, revisão energética, avaliação de eficiência energética e outros nomes semelhantes, refere-se à análise técnica, sistemática e holística de um edifício a fim de identificar medidas para melhorar o seu desempenho energético.

Desta forma, segundo Brasil (2015), o diagnóstico energético ou auditoria energética, é definida como sendo um fornecedor de informações que correspondem ao “ponto de partida” para o controle e o estabelecimento de metas de conservação de energia na edificação. Por meio dela, identificam-se os problemas e apontam-se soluções em busca da eficiência do negócio.

Com base nas abordagens conceituais sobre eficiência energética e diagnóstico energético, é possível notar semelhanças nas reflexões dos autores que se debruçam sobre esse tema. Mediante as fontes citadas, define-se Eficiência Energética como sendo o aproveitamento máximo da energia sem comprometer a qualidade e realização dos serviços nos locais a serem

analisados, evitando assim os desperdícios energéticos que podem estar associados ao uso incorreto das fontes no desenvolvimento das atividades. Essas fontes, podem ser definidas como sendo os princípios energéticos para o desenvolvimento de ações necessárias, tais como: a utilização da energia elétrica para o funcionamento de eletrodomésticos ou a utilização da energia para o funcionamento de um alto falante de uma escola.

No que tange o conceito de diagnóstico energético, é possível defini-lo como uma análise técnica a fim de estabelecer metas e medidas capazes de otimizar o desempenho energético de um determinado local estudado.

Assim, mediante aos conceitos de Eficiência Energética e Diagnóstico Energético é possível inferir que a utilização racional de energia (URE) visa proporcionar o mesmo nível de produção de bens, serviços e de conforto através de tecnologias que reduzem o consumo de energia, por meio de soluções convencionais. A URE pode conduzir a redução do consumo de energia e das emissões de poluentes associadas à sua conversão (SOUSA, 2011).

Desta forma, segundo Sousa (2011), em muitas situações a URE pode também levar a uma elevada economia nos custos do ciclo de vida dos equipamentos elétricos utilizadores (custo inicial mais custo de funcionamento ao longo da vida útil). Embora geralmente sejam mais onerosos, em termos de custo inicial, os equipamentos mais eficientes consomem menos energia, de forma a produzir custos de funcionamento mais reduzidos e apresentar outras vantagens adicionais.

Sendo assim, o presente trabalho foca-se na apresentação dos resultados referentes à realização de pré-diagnóstico energético em uma instituição de ensino de João Monlevade, a fim de capacitar os membros da escola como agentes promotores da eficiência energética.

Tem-se como objetivo geral do trabalho conscientizar, informar e ensinar sobre as práticas da eficiência energética, suas vantagens e como avaliar preliminarmente o potencial de economia de energia de uma unidade consumidora através de um pré-diagnóstico energético. Para que essas possibilidades sejam alcançadas, são catalogados os seguintes objetivos específicos: a) Incentivar a instituição a conhecer mais sobre a eficiência energética e como usar de maneira consciente os recursos existentes; b) Enfatizar a importância da Eficiência Energética como ferramenta de redução do consumo e desenvolvimento socioeconômico do país; c) Apresentar e ensinar maneiras de colocar em prática os conceitos de eficiência energética; d) Proporcionar à instituição uma melhor visualização de como melhorar a qualidade do uso de energia nas escolas.

2. Material e Métodos

O fluxograma abaixo, apresentado na Figura 1, representa as etapas adotadas no desenvolvimento metodológico do trabalho. A aplicabilidade do fluxograma será apresentada de maneira mais extensiva no decorrer da seção.

O presente projeto foi realizado no período compreendido entre maio e dezembro do ano de 2018. Inicialmente foram realizadas reuniões com a equipe organizadora do projeto, durante os meses de maio e junho, para o estudo do referencial teórico sobre o tema. Posteriormente, foram estabelecidas as parcerias com uma instituição de ensino, no mês de junho, onde foi estipulado por esta que o projeto se iniciaria no segundo semestre do ano, a fim de não comprometer o calendário acadêmico dos participantes. Durante os meses de agosto e setembro, foram estipuladas as metodologias para realização de pré-diagnóstico na instituição parceira. Os meses de outubro e novembro foram destinados à realização do pré-diagnóstico energético e análise de dados e dos resultados obtidos deste, respectivamente. Além disso, no mês de novembro, junto a análise de dados, foram realizados também, a análise de informações obtidas por meio de um estudo tarifário dos últimos seis meses utilizando informações contidas na conta de energia da instituição. Por fim, no mês de dezembro foi realizada a produção do relatório final, destinado à instituição financiadora do projeto.

Mediante ao fluxograma e o cronograma apresentados anteriormente, na sequência são descritas as etapas metodológicas do projeto.

2.1. Estudo de referencial teórico sobre o tema

Foram cotados profissionais especializados na área de energia com o intuito de ampliar o conhecimento técnico no assunto. Dentro dessa etapa também foram abordadas questões técnicas relacionadas ao desenvolvimento e execução do pré-diagnóstico energético.

2.2. Parceria com as instituições de ensino

Nesta etapa, foram apresentadas a algumas instituições de ensino as propostas de parcerias com o intuito de desenvolver o pré-diagnóstico energético.

2.3. Vistoria "in loco" para elaboração de pré-diagnóstico energético

Nesta etapa foi realizada vistoria "in loco" a fim de avaliar preliminarmente as formas de utilização da energia elétrica dentro da instituição, além de um estudo tarifário dos últimos seis meses, por meio do acesso aos dados de consumo de energia.

2.4. Interpretação dos dados do pré-diagnóstico e entrega dos relatórios à instituição participante

Nessa etapa foram realizadas as interpretações dos detalhes observados em vistoria e dos dados obtidos por meio de um estudo tarifário dos últimos seis meses, através do acesso às informações de consumo de energia. Por meio da análise dos dados obtidos, foi possível a elaboração de um relatório de eficiência energética que abrangesse a interpretação dos dados obtidos, por meio de quadros e gráficos e as principais propostas de adequação para redução do consumo energético, citadas as medidas já adotadas e as que poderiam ser adotadas pela instituição.

3. Resultados e Discussão

Os resultados oriundos da pesquisa aplicada foram obtidos por meio da vistoria “*in loco*”, onde foi possível realizar o levantamento das características do edifício e das instalações elétricas, analisando a distribuição dos espaços de utilização da escola, a localização e constituição dos quadros elétricos, definindo assim um plano de monitoramento de consumos de energia elétrica do edifício. Salienta-se que a escola utilizada para o estudo, apresenta as seguintes características, extremamente validas para avaliação de seu desempenho energético, área útil de 243 m², com cerca de 272 usuários, sendo eles 243 alunos e 29 funcionários.

Em vistoria, verificou-se que a escola apresenta quatro andares, compostos por térreo, primeiro, segundo e terceiro andar. Desta forma são distribuídas em torno de 10 salas de aulas, sendo duas no térreo, quatro no segundo andar e quatro no terceiro andar onde todas contêm quatro lâmpadas de característica fluorescente, como apresentada na Figura 2.

Nas instalações sanitárias, nas escadas, cozinha e sala de jogos, foi possível verificar o aproveitamento total da energia solar, uma vez que não são utilizadas lâmpadas para promover a iluminação do local (Figuras 3, 4, 5 e 6). Ressaltou-se que a escola possui horário de funcionamento apenas diurno.

Em vistoria, foi possível notar a presença de pontos de som, roteadores e câmaras de segurança em todos os andares, bem como a presença de padrões internos modernos, salientando o fato de a instituição ter passado por reformas recentes (Figuras 7 e 8). No que tange os padrões externos, observou-se que se trata de uma construção antiga, como apresentado na Figura 9.

Ressalta-se que mediante a vistoria realizada nos padrões, foi possível observar que os utilizados na instituição correspondem aos de baixa tensão, que mediante a NBR 5410 - aplicada principalmente em instalações prediais, públicas e comerciais - apresenta as condições adequadas para o funcionamento usual e seguro das instalações com até 1000V em tensão alternada e 1500V em tensão contínua, como é o caso da escola analisada.

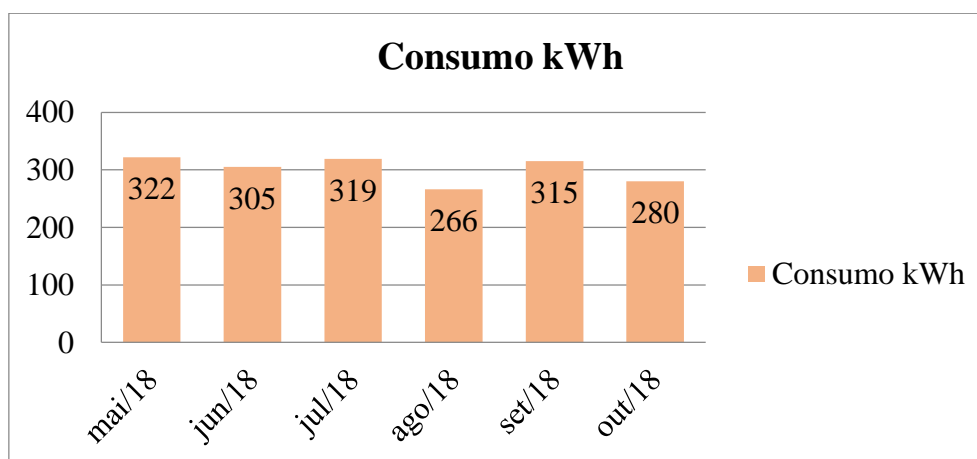
No entanto, em vistoria, foi possível detectar alguns pontos de desperdício de energia, tais como manter as luzes acesas e eletrônicos em funcionamento sem a presença de pessoas, como apresentado nas Figuras 10 e 11.

Além disso, foi possível observar que algumas dependências apresentavam uma pequena obstrução da luminosidade, interferindo no aproveitamento máximo da energia, como demonstrando na Figura 12.

Foi feito também a solicitação de dados de consumo de energia (conta de energia) dos seis meses anteriores aos gestores da escola, reproduzido no Quadro 1. Salientou-se que a modalidade tarifária é definida por convencional, que segundo BRASIL (2017), é a tarifa que tem um valor único (em R\$/kWh) cobrado pela energia consumida e é igual em todos os dias, em todas as horas. O fato pode ser explicado devido à instituição apresentar construção antiga, sendo uma residência antes de passar por reformas para se tornar uma escola.

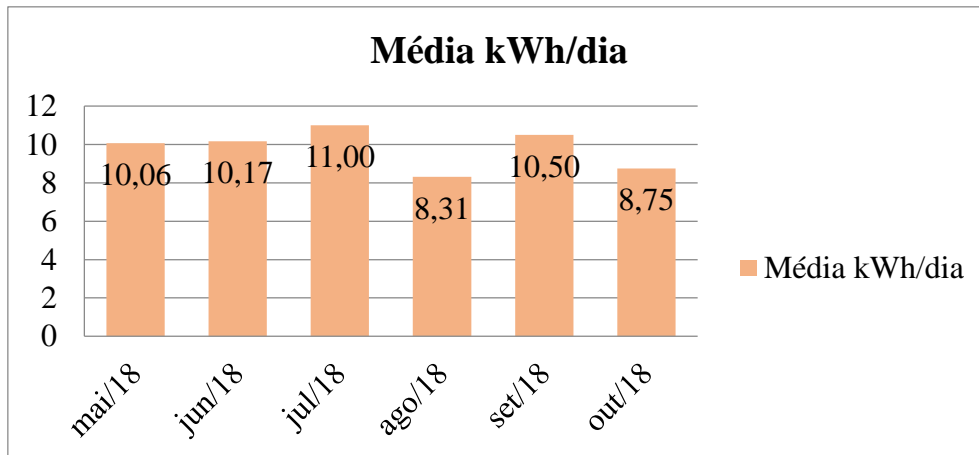
Por meio da Tabela I, foi possível gerar os Gráficos 1, 2, 3 e 4, sendo eles do Consumo kWh, Média kWh/dia, Consumo médio kWh/m² e Consumo médio kWh/habitantes, respectivamente.

Gráfico 1 – Consumo kWh da Instituição
Bar Graph 1 – Institution's kWh Consumption



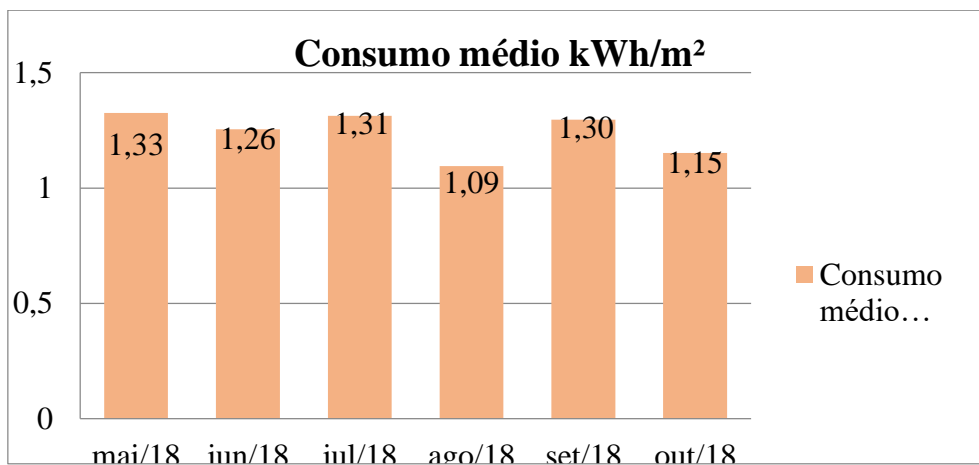
Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Gráfico 2 – Média de kWh/dia da Instituição
Bar Graph 2 – Average kWh / day of Institution



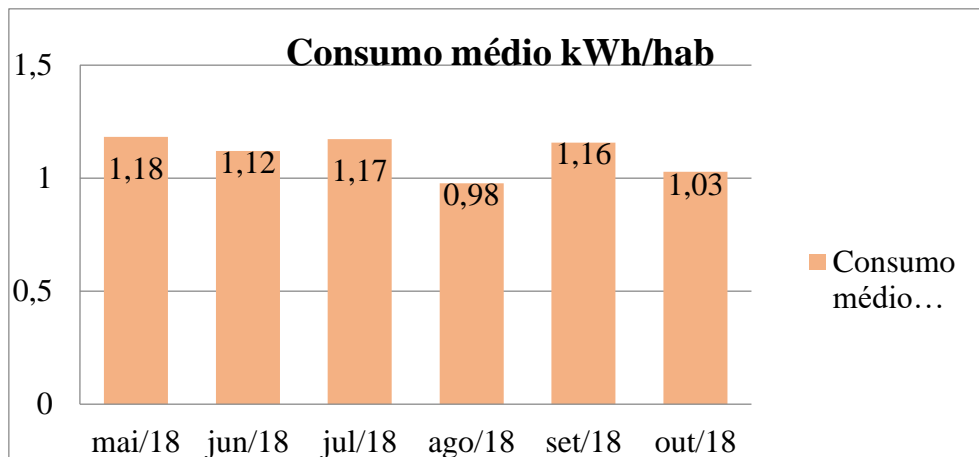
Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Gráfico 3 – Consumo médio kWh/m² da Instituição
Bar Graph 3 – Average consumption kWh / m² of Institution



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Gráfico 4 – Consumo médio kWh/habitantes da Instituição
Bar Graph 4 – Average consumption kWh / inhabitants of the Institution



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Desta forma, foi possível interpretar que o Histórico de Consumo do edifício apresentou certa oscilação entre os meses de julho e outubro. Ressaltou-se, no entanto, que mesmo ao apresentar uma queda no mês de outubro em relação ao mês anterior, que pode ser justificado devido ao recesso entre os dias 15 a 19 de outubro de 2018 adotado pela escola, a instituição ainda assim continuou com um consumo elevado se comparado ao mês de agosto, que apresentou o menor consumo dentre os seis meses avaliados.

Considerando as interpretações dos Gráficos 1 e 2 e os principais pontos verificados durante a vistoria, foi possível observar, através da Quadro 2, um panorama entre as ações já adotadas pela escola, a fim de melhorar a eficiência do uso da energia, e outras medidas capazes de reduzir ainda mais o consumo na instituição.

4. Conclusão

O desperdício de energia é um problema que apresenta duas causas principais: seja ela a ineficiência de processos, instalações e equipamentos; ou o uso irracional da energia, que por sua vez é precedido de maus hábitos e ações no que tange o aproveitamento desse recurso.

Combater o desperdício de energia significa otimizar os meios de utilização desta, reduzindo o consumo sem abrir mão da qualidade de vida e conservando os recursos naturais.

Assim, a eficiência energética além de trazer benefícios financeiros, promove diretamente o combate do desperdício de energia elétrica, uma vez que faz uso de tecnologias

capazes de diversificar a utilização do recurso energético, associando o aumento da sustentabilidade à produção, transporte e consumo de energia.

Desta forma, conclui-se que o desenvolvimento do projeto contribuiu para a conscientização do uso correto dos recursos energéticos disponíveis, além de ter proporcionado a instituição a realização de pré-diagnóstico energético, a fim de contribuir para a redução do consumo de energia, servindo de apoio na motivação pela busca de conhecimentos e desenvolvimento socioeconômicos e sustentáveis no país.

Agradecimentos

Projeto financiado pelo Edital PaEx 01/2018, da Universidade do Estado de Minas Gerais – Campus João Monlevade.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. **Guia Prático: Conceitos e Ferramentas de Gestão e Auditoria Energéticas – MMA – Ministério de Meio Ambiente**. Brasília: MMA, 2015. 80 p.

BRASIL. Tarifa Branca. **Agência Nacional de Energia – ANEEL**, 2017.

DOURADO, B. M; AMORIM, C. N. D. O ensino de eficiência energética em escolas públicas de arquitetura no Brasil. **Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**, v. 10, 2009. Disponível em:

<http://www.infohab.org.br/encac/files/2009/ENCAC09_1094_1103.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2018.

PARLAMENTO Europeu E Do Conselho. Diretiva 2012/27/UE. **Jornal Oficial da União Européia**, páginas 1–56, 2012.

REN. Renewables 2016 global status report. **REN21**, 2016. Disponível em:<http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/05/GSR_2016_Full_Report_lowres.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2018.

SCHINAZI, A; BORGSTEIN, E.; CURSINO, A.; FUKUOKA, R. **Guia Prático para Realização Diagnósticos Energéticos em Edificações pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS**. São Pulo, 2016.

SOUSA, R. M. A. **Estudo da eficiência energética e gestão de energia em edifícios escolares**. 2011. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58311/1/000146274.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

VIANA, A. N. C; BORTONI, E. C; NOGUEIRA, F. J. H; HADDAD, J; NOGUEIRA, L. A. H; VENTURINI, O. J; YAMACHITA, R. A; DIAS, M. **Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações**. Campinas – SP, 2012. Disponível em: <https://www.elektro.com.br/Media/Default/DocGalleries/Eficientiza%C3%A7%C3%A3o%20Energ%C3%A9tica/Livro_Eficiencia_Energetica.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2018.

APÊNDICE

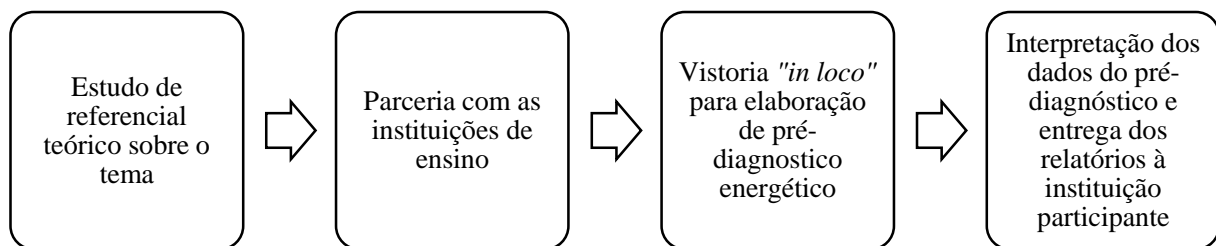


Figura 1 – Fluxograma do processo de metodologia do projeto
Figure 1 – Flowchart of the project methodology process

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)



Figura 2 – Disposição das lâmpadas em cada sala
Figure 2 – Disposition of the lamps in each room

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

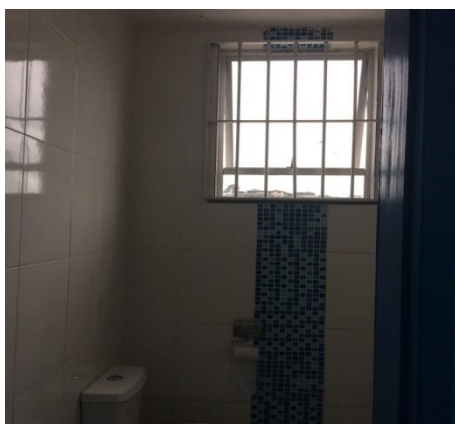


Figura 3 – Iluminação nas instalações sanitárias
Figure 3 – Illumination in sanitary facilities

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

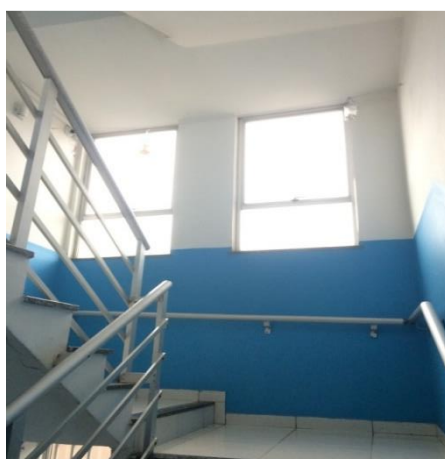


Figura 4 – Iluminação das escadas
Figure 4 – Lighting of stairs

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)



Figura 5 – Iluminação da sala de jogos
Figure 5 – Lighting of the playroom

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)



Figura 6 – Iluminação da cozinha
Figure 6 – Kitchen lighting

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)



Figura 7 – Roteadores
Figure 7 – Routers

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)



Figura 8 – Padrões internos
Figure 8 – Internal Standards

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)



Figura 9 – Padrão de luz externo
Figure 9 – External light pattern

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

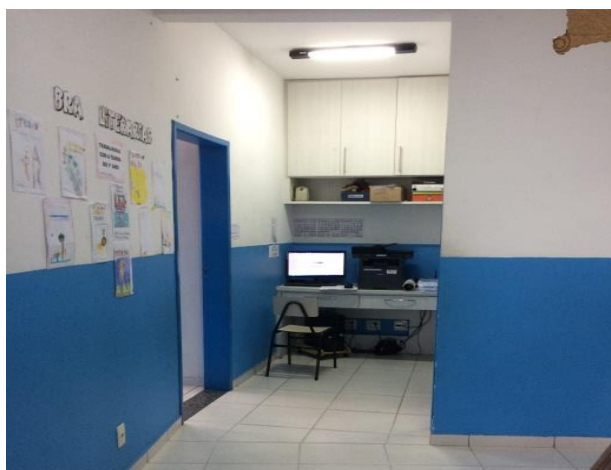


Figura 10 – Luzes acesas e computadores em funcionamento no corredor do segundo andar sem a presença de pessoas.

Figure 10 – Lights on and computers running in the second floor corridor without the presence of people.

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)



Figura 11 – Luzes acesas no corredor de acesso ao térreo sem a presença de pessoas

Figure 11 – Lights on the corridor access to the ground floor without the presence of people

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)



Figura 12 – Caixas interferindo na iluminação do almoxarifado da escola

Figure 12 – Interrupting boxes in school warehouse lighting

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

Quadro 1 - Dados de consumo de energia (conta de energia) dos seis meses anteriores da instituição

Chart 1 - Energy consumption data (electricity bill) of the previous six months of the institution

Histórico de Consumo					
Mês	Consumo kWh	Dias de Faturamento	Média kWh/dia	Consumo médio kWh/m ²	Consumo médio kWh/hab
out/18	280	32	8,75	1,152263374	1,029411765
set/18	315	30	10,5	1,296296296	1,158088235
ago/18	266	32	8,3125	1,094650206	0,977941176
jul/18	319	29	11	1,312757202	1,172794118
jun/18	305	30	10,16666667	1,255144033	1,121323529
mai/18	322	32	10,0625	1,325102881	1,183823529
Consumo kWh ao mês Total 1807					
Média kWh/dia Total 58,79166667					

Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

Quadro 2 – Panorama entre as medidas já adotadas pela Instituição, e a serem promovidas a fim de melhorar a eficiência energética do local

Chart 2 - An overview of the measures already adopted by the Institution and to be promoted in order to improve the energy efficiency of the site

Medidas já adotadas na Instituição para melhorar a eficiência energética
a) Ausência de cortinas nas salas de aulas, possibilitando o aproveitamento máximo da iluminação.
b) Aproveitamento da luz solar como fonte de iluminação para os banheiros, escadas, sala de jogos e cozinha.
Medidas a serem adotadas na Instituição para melhorar a eficiência energética
a) Diminuir o tempo de uso dos computadores e impressoras.
b) Implantação de sensores de movimento com fotocélula nos corredores, a fim de que quando os estudantes percorrerem pelo corredor a lâmpadas acendem automaticamente e quando não houver presença de pessoas as mesmas se apagam automaticamente, além de que a fotocélula irá analisar a devida iluminação necessária.
c) Evitar manter luzes acesas quando não há presença de pessoas nos locais.
d) Reduzir o tempo de utilização das lâmpadas na sala de aula, principalmente em caso de atividades que não exigirem muito o fator de iluminação.
e) Substituição dos modelos de lâmpadas fluorescentes por modelos de lâmpadas de menor potência, tais como de Led.

Fonte: Elaborada pelos autores (2018).