



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DIOGO NUNES DOMINGOS

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA OTIMIZADA PARA EXECUÇÃO DE
DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EM PRÉDIOS ADMINISTRATIVOS
ESTUDO DE CASO APLICADO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Romeiro da Silva Jota

Linha de Pesquisa: Eficiência Energética

BELO HORIZONTE
2022

Diogo Nunes Domingos

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA OTIMIZADA PARA EXECUÇÃO DE
DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EM PRÉDIOS ADMINISTRATIVOS
ESTUDO DE CASO APLICADO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr^a. Patrícia Romeiro da Silva Jota

Linha de Pesquisa: Eficiência Energética

**Belo Horizonte
2022**

Domingos, Diogo Nunes

D671d Desenvolvimento de uma ferramenta otimizada para execução de diagnóstico energético em prédios administrativos: estudo de caso aplicado em uma instituição de ensino / Diogo Nunes Domingos. – 2022.
105 f. : il., gráfs, tabs, fotos.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.
Orientadora: Patrícia Romeiro da Silva Jota.
Banca examinadora: Patrícia Romeiro da Silva Jota, Deilton Gonçalves Gomes, Frederico Romagnoli Silveira Lima.
Bibliografia: f. 84-86.
Dissertação (mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

1. Energia – Consumo – Teses. 2. Engenharia mecânica – Métodos de simulação – Teses. 3. Edifícios – Conservação de energia – Teses. 4. Engenharia sustentável – Teses. 5. Projetos de engenharia – Teses.
I. Jota, Patrícia Romeiro da Silva. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Título.

CDD 620.0044

Diogo Nunes Domingos

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA OTIMIZADA PARA EXECUÇÃO DE
DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EM PRÉDIOS ADMINISTRATIVOS
Estudo de Caso Aplicado em uma Instituição de Ensino

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Linha de Pesquisa: Eficiência Energética

Belo Horizonte, 19 de julho de 2022

Resultado: APROVADO

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Patrícia Romeiro da Silva Jota
CEFET-MG

Prof. Dr. Deilton Gonçalves Gomes
CEFET-MG

Prof. Dr. Frederico Romagnoli Silveira Lima
CEFET-MG

DEDICATÓRIA

Ao ensino público brasileiro, que instrui e dá voz aos menos favorecidos em um país com tamanhas desigualdades socioeconômicas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por terem me transmitido valores que me tornaram um homem de caráter. Ao meu grande irmão, Vinícius Nunes, que sempre esteve ao meu lado me incentivando e contribuindo para o meu sucesso. A minha namorada Rafaela Martins que me apoiou com carinho e compreensão durante esta jornada. Ao meu grande amigo Ruben Vale que esteve presente com palavras sábias e apoio moral no transcorrer do mestrado. Ao Mateus Pelegrino, grande profissional que sempre encarou todos os desafios com grande destemor e dedicação. E a todas as amizades que tive a oportunidade de cultivar durante esta etapa da minha vida, que tornaram os desafios mais transponíveis e os dias mais alegres.

Estendo os meus agradecimentos aos professores que compartilharam ensinamentos e lições importantes para a minha formação profissional e pessoal. Em especial a Profa. Patrícia Jota que depositou grande confiança em meu potencial e que me orientou com muita sabedoria e parcimônia e ao Prof. Marcos Fernando que tive a grande honra de conhecer durante o mestrado e que sempre se dispôs a colaborar com o meu desenvolvimento acadêmico e com o crescimento da instituição.

Agradeço ao CEFET-MG e a toda sua comunidade acadêmica que me acolheu, me instruiu com excelência, e que todos os dias impactam a vida de milhares de estudantes com um ensino público de qualidade e gratuito para todos.

“Pelo fato de conceber ideias, o homem se torna um homem novo, que, vivendo na finitude, se orienta para o polo do infinito”.

(Edmund Husserl 1859-1938)

RESUMO

Em resposta ao aquecimento global e ao forte aumento do preço dos combustíveis fósseis nas últimas três décadas, governos, empresas e organizações internacionais têm buscado promover a eficiência energética enquanto medida para mitigação das emissões de gases de efeito estufa, enquanto um importante motor do desenvolvimento econômico sustentável. Portanto, metodologias de diagnóstico energético que sejam de fácil assimilação, cuja aplicação ocorra via ferramentas digitais práticas que auxiliam na operacionalização do processo, tem se mostrado de grande importância para a promoção da conservação da energia em larga escala. Desta forma, o presente trabalho visa apresentar a implementação de uma metodologia de diagnóstico energético específica para prédios administrativos de uso público em uma ferramenta digital desenvolvida para este propósito. Também são apresentados os resultados alcançados a partir de um estudo de caso executado em uma instituição de ensino, onde foram diagnosticados através da ferramenta desenvolvida os sistemas associados aos sistemas de iluminação. Os resultados demonstraram que a aplicação da ferramenta é funcional e prática, cuja aplicação é viável para diferentes tipos de instalações administrativas.

Palavras Chave: Eficiência Energética; Metodologias para Diagnóstico Energético; Medidas de Melhoria do Desempenho Energético; Ferramentas Digitais.

ABSTRACT

In response to global warming and the sharp increase in the price of fossil fuels in the last three decades, governments, companies and international organizations have sought to promote energy efficiency as a measure for mitigating greenhouse gas emissions and as an important driver of sustainable economic development, due to the increased competitiveness of consumption units benefited by the improvement actions. Therefore, energy diagnosis methodologies that are easy to assimilate, whose application occurs via practical and accessible digital tools that assist in the operationalization of the process, have proven to be of great importance for the promotion of energy conservation on a large scale. Thus, this paper aims to present the implementation of a specific energy diagnosis methodology for public administration buildings in a digital tool developed for this purpose. The results achieved from a case study executed in an educational institution are also presented, where the systems associated with the lighting systems were diagnosed through the developed tool. The results showed that the application of the tool is functional and practical, whose application is feasible for different types of administrative facilities.

Keywords: Energy Efficiency; Methodologies for Energy Diagnosis; Measures to Improve Energy Performance; Digital Tools.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Dan Saffer, User Experience.....	31
Figura 2: Relação motivação vs fricção de Stephen Anderson.....	32
Figura 3: Levantamento de pesquisa sobre a aplicação da EE na administração pública.....	33
Figura 4: Resultados consolidados a partir do levantamento em campo acerca das deficiências existentes para promoção da EE na administração pública.....	34
Figura 5: <i>Metodologia proposta para o desenvolvimento de um projeto de eficiência energética</i>	36
Figura 6: Descrição da etiqueta da identificação.....	47
Figura 7: Fluxo de preenchimento da ferramenta de execução do diagnóstico energético (ex: uso final iluminação).....	49
Figura 8: Exemplo de agrupamento de sistema, obtido após o levantamento das cargas.....	51
Figura 9: Vista área do Campus Nova Gameleira (CEFET-MG).....	52
Figura 10: Tela do aplicativo para execução do diagnóstico energético (1/3).....	58
Figura 11: Tela do aplicativo para execução do diagnóstico energético (2/3).....	59
Figura 12: Tela do aplicativo para execução do diagnóstico energético (3/3).....	60
Figura 13: Obtenção de um sistema a partir do agrupamento automático de etiquetas de identificação geradas a partir de cada registro realizado durante a fase de diagnóstico energético em campo.....	61
Figura 14: Agrupamento dos registros para formação de sistemas.....	61
Figura 15: Distribuição do consumo energético dos sistemas de iluminação mapeadas.....	71
Figura 16: Consumo categorizado por tipologias em um ano típico vs consumo percentual acumulado.....	72
Figura 17: Consumo médio anual H.F. vs H.P. (MWh/ano).....	72
Figura 18: Consumo dos sistemas de iluminação em relação ao total da instalação.....	73
Figura 19: Análise do consumo das lâmpadas em relação as perdas dos reatores..	74
Figura 20: Carga total instalada e demanda (H.P.) dos sistemas de iluminação.....	75
Figura 21: Demanda dividida por tipologia (kW).....	76
Figura 22: Participação da demanda dos sistemas de iluminação na instalação.....	76
Figura 23: Quantitativo total das luminárias, lâmpadas e reatores.....	77
Figura 24: Qtd. de luminárias, lâmpadas e reatores divididos por tipologias.....	78

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Plano de ação para desenvolvimento da metodologia de diagnóstico energético.....	34
Tabela 2: Descrição dos macrocampos de entrada.....	39
Tabela 3: Descrição dos subcampos de entrada.....	40
Tabela 4: Descrição das etapas de cadastro de um sistema.....	50
Tabela 5: Dados da Unidade Consumidora, objeto do estudo.....	52
Tabela 6: Registros de consumo do período de 09 -2018 — 08 -2019.....	53
Tabela 7: Características comuns para agrupamento dos registros em sistemas.....	61
Tabela 8: Sistemas de iluminação consolidados após a execução do diagnóstico energético nas instalações do campus.....	64
Tabela 9: Quantidade e modelos de luminárias por tipologia (1/3).....	78
Tabela 10: Quantidade e modelos de luminárias por tipologia (2/3).....	79
Tabela 11: Quantidade e modelos de luminárias por tipologia (3/3).....	79

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 JUSTIFICATIVA.....	18
1.2 OBJETIVOS.....	19
1.2.1 Objetivos Gerais.....	19
1.2.2 Objetivos Específicos.....	20
1.3 Estrutura da Dissertação.....	21
2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUA RELEVÂNCIA NOS ÚLTIMOS ANOS.....	23
3 FERRAMENTAS DIGITAIS APLICADAS A COLETA DE DADOS.....	28
3.1 Planilhas Digitais e Aplicações.....	28
3.1.1 Definição.....	29
3.2 Experiência do Usuário em Aplicações Digitais.....	30
4 DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA E ESTRUTURAÇÃO DA FERRAMENTA PROPOSTA.....	33
4.1 Estudos Preliminares.....	33
4.2 Sistematização do Processo de Diagnóstico através da Ferramenta.....	35
4.3 Estruturação da Ferramenta.....	37
4.3.1 Definição das Variáveis de Entrada.....	38
4.3.2 Definição e Processamento das Variáveis de Saída.....	44
4.4 Ferramenta de Diagnóstico Energético.....	47
5 ESTUDO DE CASO E RESULTADOS.....	52
5.1 Avaliação do Histórico de Consumo.....	53
5.2 Descrição e Detalhamento.....	54
5.3 Execução do Diagnóstico Energético.....	55
5.3.1 Uso Final de Energia.....	55
5.3.2 Tipologias.....	56
5.3.3 Execução do Diagnóstico Energético.....	57
5.4 Processamento dos Sistemas.....	61
5.4.1 Sistemas Consolidados.....	63
5.5 Consumo dos Sistemas de Iluminação.....	71
5.6 Análise da Demanda dos Sistemas de Iluminação.....	74
5.7 Quantidades e Tipos de Equipamentos de Iluminação.....	77
5.7.1 Quantidades e Modelos de Luminárias.....	78
6 CONCLUSÕES.....	81
7 TRABALHOS FUTUROS.....	83
8 REFERÊNCIAS.....	84
9 APÊNDICES.....	87
9.1 Apêndice A – Registros do Diagnóstico Energético.....	87

1 INTRODUÇÃO

Em qualquer país a relação entre o consumo de energia e o nível da qualidade de vida da população é uma característica apontada pelo rol das nações que apresentam os maiores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) (OUEDRAOGO, 2013). Desta forma, a segurança energética, baseada em medidas que assegurem o acesso confiável, sustentável e de baixo custo a diferentes fontes de energia, sempre foi prioridade na agenda destes governos. Por outro lado, há um consenso entre a necessidade de se investir em fontes de energia que possuem baixo impacto no meio ambiente, para que a relação consumo de energia *versus* elevados níveis de IDH, se mantenha sustentável. Neste cenário, destaca-se a eficiência energética como uma ação de baixa pegada de carbono, pois visa promover o uso eficiente da energia, sem prejudicar a produtividade e competitividade das unidades de consumo beneficiadas (BOYD; PANG, 2000). Paralelamente, também há necessidade de se conscientizar o empresariado acerca dos benefícios da conservação de energia, visando quebrar a insegurança do mercado frente aos investimentos necessários para implantação dos projetos. Pois, paira uma visão retrógrada de que o financiamento de projetos de eficiência energética é uma despesa, contrário a ideia de ser um investimento rentável e sustentável, conforme diversos estudos demonstraram nos últimos anos (“Políticas Públicas | Abesco”, 2018).

Contudo, para o sucesso de um projeto de eficiência energética, pesa a qualidade do diagnóstico energético executado, pois se trata de uma etapa fundamental para estimar os montantes de energia consumido por sistema mapeado e os potenciais de economia existentes na instalação. Estes resultados impactam significativamente na obtenção das relações custo-benefício de cada ação proposta para a melhoria do desempenho energético (SESANA; SALVALAI, 2013). Neste sentido, com o objetivo de promover a conservação da energia, destacam-se algumas organizações internacionais e nacionais que propõe alguns métodos para a execução do diagnóstico energético, cada qual, com suas vantagens e desvantagens (WANG et al., 2016).

Dentre as principais organizações internacionais voltadas ao suporte para o processo de execução do diagnóstico energético, destaca-se a Associação dos Engenheiros de Energia (do inglês, *Association of Energy Engineer* – AEE) e a Organização de Avaliação da Eficiência (do inglês, *Efficiency Valuation Organization* –

EVO). Associadas, estas organizações elaboraram o Protocolo Internacional de Medição e Verificação (PIMVP) (do inglês, *International Performance Measurement and Verification Protocol* – IPMVP), destinado exclusivamente para o processo de medição do potencial de economia de energia existente em uma determinada instalação. Sendo que, ambas organizações foram precursoras no estabelecimento de uma metodologia padronizada de diagnóstico energético e levantamento dos potenciais de economias de uma unidade genérica de consumo. Todavia, existem alguns obstáculos ao se aplicar esta metodologia, pois ela requer-se que o profissional responsável pela aplicação do PIMVP seja certificado internacionalmente pela EVO e AEE (o profissional possuir o Certificado de Medição e Verificação de Performance – CMVP, sendo que para obtê-lo é necessário ter experiência técnica comprovada). Além disso, o PIMVP propõe quatro opções de medição do consumo dos sistemas mapeados, A, B, C e D, sendo que três destas opções (A, B e C) exigem o uso de equipamentos com memória de massa para registro do consumo energético (via de regra, wattímetros digitais), que devem atender uma série de requisitos técnicos mínimos estabelecidos pelo protocolo. Por último, a opção D, permite o uso da simulação computacional, dispensando o uso de equipamentos de medição, em contrapartida, é um processo complexo, que exige um elevado nível de expertise técnica do profissional responsável, e também requer uma série de parâmetros de engenharia da envoltória da instalação analisada, via de regra, pouco acessíveis em instalações mais antigas (WANG et al., 2016). Em linhas gerais, as opções de diagnóstico disponibilizadas pelo PIMVP envolvem custos significativos para aplicação, intervenções nas instalações elétricas para instalação dos medidores, além de complexos processos de estudos de engenharia até se obter o potencial de economia da instalação avaliada (TSENG et al., 2013). Por outro lado, os resultados possuem um elevado nível de precisão e atualmente é a metodologia mais difundida em todos os países pertencentes a OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), devido a robustez e confiabilidade comprovada dos resultados obtidos (COOREMANS, 2012). Além disso, é adotada enquanto metodologia de aplicação obrigatória no desenvolvimento de projetos de eficiência energética que visam obter financiamento de bancos que possuem linhas de créditos voltadas para promoção da sustentabilidade em alguns países da OCDE.

No que se refere ao Brasil, em âmbito nacional, desde o ano de 1985 o Governo tem instituído Leis (MME, 2011) com o objetivo de promover o uso racional da energia.

Dentre elas, destaca-se a Portaria Interministerial nº1.877 que instituiu o Programa Nacional de Conservação de Energia (Procel) em 30 de dezembro de 1985 com o objetivo de desenvolver ações que visam contribuir para o uso consciente dos recursos naturais e reforçar a segurança energética nacional. Neste âmbito, o Procel publicou manuais técnicos que fornecem subsídios teóricos para que gestores de instalações de diferentes tipologias (indústrias, universidades, hotelaria, dentre outras) tenham mínimas condições técnicas para executar diagnósticos energéticos em suas unidades de consumo, para que possam desenvolver seus próprios projetos de eficiência energética. Dentre os diversos materiais desenvolvidos, destaca-se o 'Livro Eficiência Energética – Teoria & Prática' (ELETROBRÁS; PROCEL; UNIFEI, 2007), que além de abordar conceitos importantes sobre a conservação da energia e de explicar a importância da eficiência energética, também apresenta um longo roteiro teórico de ações que devem ser executadas durante um diagnóstico energético. Apesar de possuir um robusto conteúdo teórico acerca dos principais usos finais de energia e conceitos, potenciais de economias e critérios técnicos de avaliação, não padroniza o processo de diagnóstico energético para uma aplicação prática. Desta forma, resta ao responsável técnico pelo projeto a definição de qual roteiro seguir, quais informações serão levantadas em campo, construção da ferramenta de cálculo (planilhas digitais) e especificação do processo de registro das informações levantadas a partir dos estudos na unidade de consumo. Assim, o processo sem critérios de avaliação bem definidos se torna demorado, confuso e custoso, pois, perde-se tempo no levantamento de informações desnecessárias, além de elevar a complexidade das ações, também há uma redução do potencial de sucesso do diagnóstico executado em razão destes fatos.

Em continuidade as iniciativas de promoção da conservação de energia, em 2012, outra agência governamental brasileira, a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), instituiu normas específicas para o financiamento público de projetos de eficiência energética, ocasião esta, em que foi lançado o manual de Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE (ANEEL, 2013). Em conjunto ao lançamento das regras de financiamento, também foram apresentadas as metodologias de cálculos aceitas para estimar a relação custo-benefício dos projetos que visam obter financiamento público, além de fichas de cadastros específicas para cada uso final de energia (iluminação, motores elétricos, motores, ar-condicionado, aquecimento solar e equipamentos

hospitalares) onde existem campos específicos para serem preenchidos manualmente durante a execução dos diagnósticos energéticos (ANEEL, 2013). Contudo, destaca-se o fato de que esta metodologia não considera o estabelecimento de uma variável que registre o histórico de cada sistema mapeado, o que impossibilita a apresentação resumida das informações técnicas após a execução do diagnóstico. Neste caso, apesar de haver uma padronização preliminar do roteiro de diagnóstico, o processo apresentado não é de fácil assimilação, além de que, para as estimativas dos potenciais de economia, são consideradas as mesmas premissas técnicas estabelecidas pelo PIMVP (carregando consigo também as suas ineficiências e custos operacionais), portanto, sendo nada mais do que uma adaptação técnica do PIMVP a realidade de uma típica unidade de consumo brasileira. Desta forma, os materiais apresentados pelo PROPEE focam especialmente na metodologia de cálculo para estimativa dos potenciais de economia através de medições executadas mediante intervenções físicas nas instalações, o que requer o uso de equipamentos específicos de medição que possuem elevado custo de aquisição e manutenção. Sendo assim, o PROPEE também não foca no fornecimento de ferramentas práticas e efetivas para o processo de diagnóstico energético em campo, uma etapa crítica e essencial para o sucesso de qualquer projeto de eficiência energética.

Em geral, no mercado, para demais ações que envolvam a necessidade do levantamento do consumo de energia de uma determinada instalação elétrica, são propostos medidores inteligentes que monitoram continuamente o consumo de energia da instalação em sua totalidade ou seccionada. Ao avaliar sistemas isolados ou equipamentos específicos, faz-se necessário a instalação de medidores dedicados. Mas, ao considerarmos ações isoladas para o desenvolvimento de um projeto de eficiência energética em uma típica instalação de uso público (universidades, prédios públicos, comerciais, etc), este tipo de ação não se mostra viável economicamente, em razão dos custos envolvidos na aquisição e instalação dos equipamentos. Também pesa a imensa quantidade de dados que serão obtidos, sendo que o objetivo final, que é estimar pontualmente o consumo de energia e obter as características técnicas dos equipamentos que compõe cada sistema, podem ser atingidos por outros meios menos custosos e complexos. Por exemplo, através do levantamento pontual e assertivo das informações através da leitura de dados de placa em campo, assim, as informações levantadas serão

úteis para a grande maioria dos projetos de eficiência energética desenvolvidos em edificações administrativas de uso público.

Pelo exposto, torna-se evidente a necessidade do desenvolvimento de uma metodologia que seja capaz de indicar e fornecer meios para levantamento dos dados técnicos das principais variáveis de consumo dos equipamentos que constituem uma instalação. Preferencialmente, que seja focada no processo prático de execução do diagnóstico energético em campo. Além disso, que auxilie na análise das principais características de uso dos sistemas mapeados, seja por meio da leitura de dados de placas, manuais técnicos, plantas dos prédios e entrevistas com os usuários, dispensando o uso de onerosos aparelhos de medição que requerem demorados processos de instalação/retiradas para obtenção das informações. Outra característica essencial que deve ser considerada, é a possibilidade de rastrear o histórico de dados técnicos e ações de melhorias propostas para cada sistema mapeado através de uma única etiqueta de identificação, que seja capaz de acompanhar um sistema em particular, ao longo de todo o ciclo de vida do projeto (levantamento, desenvolvimento das ações, implementação e verificação dos resultados).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi projetar uma “uma ferramenta otimizada para execução de diagnóstico energético em prédios administrativos”, que é capaz de estimar com assertividade o consumo atual de uma instalação, bem como, levantar todas as informações técnicas necessárias para a condução de estudos voltados para o desenvolvimento de um projeto de eficiência energético racional, efetivo e com elevada relação custo-benefício. Portanto, nesta ferramenta é proposto um roteiro que o responsável técnico pelos estudos deverá seguir, bem como, uma ferramenta otimizada para prédios administrativos (implementada em uma planilha digital em formato aberto com licença comercial livre), voltada para aplicação em campo durante a fase de levantamento das cargas e mapeamento/identificação dos sistemas existentes. Sendo que ao final do processo, a ferramenta é capaz de gerar automaticamente etiquetas de identificação para acompanhamento das ações adotadas em cada sistema mapeado ao longo de todo o ciclo de vida de qualquer projeto que venha a ser desenvolvido a partir dos dados registrados. Para fins de comprovação da efetividade da metodologia proposta, no presente trabalho também são apresentados os resultados de um estudo de caso, onde foi executado um diagnóstico energético dos sistemas de iluminação em uma

instituição de ensino através da ferramenta desenvolvida. A partir do estudo de caso, comprovou-se a eficácia do novo processo de obtenção de informações técnicas relevantes para a adoção de eventuais ações de eficiência energética de uma unidade de consumo. Desta forma, demonstrou-se o sucesso da nova sistematização da coleta de informações em campo, e da nova abordagem acerca da organização e consolidação resumida e objetiva dos dados registrados. Por outro lado, os critérios de cálculo de consumo de energia e de análise de viabilidade econômica de projetos de eficiência energética não foram considerados no presente trabalho, pois foram intensamente abordados no PROPEE/ANEEL (referencial nacional) e no PIMVP/EVO (referência internacional).

1.1 JUSTIFICATIVA

A partir da icônica frase de William E. Deming, “não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, e não há sucesso no que não se gerencia” (SHEWHART; DEMING, 1986), quando se trata sobre o desenvolvimento de ações que visam elevar o desempenho energético de uma determinada instalação, é notável a importância da execução de um diagnóstico energético confiável e abrangente. Por outro lado, este tipo de processo geralmente é complexo e com múltiplas fases interconectadas, acarretando custosas contratações de equipes técnicas especializadas para instalação de medidores inteligentes em toda a instalação, com o objetivo de mapear o consumo energético dos sistemas que a compõem. Estes dados medidos são capazes de fornecer um robusto mapeamento acerca do consumo e condições das instalações, associados aos dados técnicos dos equipamentos que constituem os sistemas, é possível elaborar relatórios de diagnóstico energéticos capazes de subsidiar o desenvolvimento de projetos de eficiência energética.

Por outro lado, quando se trata de instalações administrativas, complicados processos de medição se mostram dispensáveis, pois uma metodologia capaz de consolidar informações coletadas em campo através da leitura de dados de placa, entrevistas com os usuários das instalações e estudos das informações de suporte fornecidas pelos gestores das instalações (plantas arquitetônicas, diagramas elétricos, manuais técnicos dos equipamentos, etc.), são suficientes para o mapeamento do perfil de consumo das instalações e das características técnicas de operação dos equipamentos que constituem cada sistema mapeado.

Além da complexidade do processo de execução de um diagnóstico energético, também é comum o surgimento de dúvidas técnicas e de gestão acerca do fluxo a ser executado, bem como, sobre o tipo de dados que devem ser levantados em campo. Desta forma, o desenvolvimento de uma ferramenta otimizada para o levantamento, coleta e processamento de informações relacionadas a equipamentos, tipologias e condições de uso associadas aos sistemas existentes em cada uso final de energia da instalação, de forma a dispensar o uso de medidores inteligentes e facilitar o processo de assimilação da fase de execução do diagnóstico energético, se mostra de grande importância para o apoio de equipes técnicas e gestores de edificações administrativas que visam promover

o uso eficiente da energia em suas instalações com baixo orçamento e alto nível de assertividade, seja para o desenvolvimento de projetos de eficiência energética ou para a implementação de processos de acompanhamento do nível de desempenho energético da instalação.

Portanto, ações que centralizam esforços em oferecer uma ferramenta objetiva e de fácil aplicação para a execução do diagnóstico energético em edifícios genéricos de uso público (prédios da administração pública, ensino, comerciais, etc.) e que elevem a eficiência operacional na execução das atividades relacionadas, são extremamente importantes. Sendo que, ao seguir o roteiro de execução do diagnóstico energético proposto pela ferramenta, que é capaz de levantar informações efetivas (dados de consumo, dados técnicos de sistemas, condições de uso) para elaboração de projetos de eficiência energética, é possível afastar a hipótese da aplicação inviável de recursos financeiros na adoção de melhorias baseadas em fundamentos não técnicos, ou seja, trocas de equipamentos e instalação de sistemas de controle sem os devidos estudos de engenharia.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos Gerais

Os objetivos gerais consistiram no desenvolvimento de uma ferramenta otimizada para execução de diagnóstico energético em edificações administrativas através de uma metodologia específica. Esta ferramenta é capaz de registrar os levantamentos realizados em campo de forma prática e usual, auxiliando no processo de mapeamento e consolidação de todos os sistemas existentes na instalação a partir das informações coletadas em campo. Também é capaz de estimar o consumo de energia por sistema, considerando um ano típico de uso das instalações. Para cada sistema gerado, objetiva-se a criação de uma etiqueta de identificação onde é possível obter informações acerca da localização, tipologia, modelo do equipamento levantado, consumo energético, condições de uso, tipologia e informações adicionais necessárias para o processo de elaboração de um projeto de eficiência energética e também, para acompanhamento das ações de implementação e análise dos resultados ao longo do ciclo de vida do sistema mapeado.

1.2.2 Objetivos Específicos

- I.** Desenvolvimento de uma ferramenta para execução otimizada de diagnóstico energético em prédios administrativos de uso público, com baixo custo e de fácil assimilação, capaz de estimar com assertividade o consumo de cada sistema mapeado, bem como, levantar informações técnicas necessárias para a condução de estudos para o desenvolvimento de projetos de eficiência energética e acompanhamento do nível de desempenho energético da instalação.
- II.** Consolidação de uma metodologia para agrupamento automático de registros realizados durante a fase de execução do diagnóstico em campo e geração de etiquetas de identificação de cada sistema mapeado.
- III.** Cada etiqueta de identificação dos sistemas deverá vincular informações acerca da localização, tipo de uso final de energia, descrição do equipamento, características técnicas, condições de uso e estimativas de consumo e potência instalada.

1.3 Estrutura da Dissertação

O trabalho foi estruturado em seis capítulos para contextualizar a problemática que a ferramenta solucionou, bem como apresenta os fundamentos teóricos para o desenvolvimento da solução proposta e para validação da ferramenta desenvolvida a partir de um estudo de caso prático. Ao final, as conclusões e recomendações consolidadas em decorrência do presente trabalho são discutidas.

Na Capítulo 1 foi apresentado um cenário geral em relação ao uso racional da energia e sua relevância no cenário global e local. Também foram abordados tópicos relacionados as principais metodologias adotadas para execução de diagnóstico energético, bem como, organizações em âmbito global e nacional que são responsáveis por coordenar, atualizar e publicar as respectivas revisões das mesmas.

No Capítulo 2 abordou-se o contexto histórico da eficiência energética, desde o despertar do interesse de governos e empresas em empregá-las para melhoria das instalações em consequência ao aumento dos custos associados ao uso dos combustíveis fósseis na década de oitenta, até a sua relevância atual. Também foram apresentados mecanismos e organizações globais e locais responsáveis pela elaboração e difusão de políticas públicas voltadas para a promoção da conservação da energia, visando reduzir a pegada de carbono dos países e elevar o nível de competitividade das organizações e empresas.

No Capítulo 3, há uma breve contextualização sobre as ferramentas digitais voltadas para coleta de dados, apresentação sobre a estrutura de funcionamento das planilhas digitais e suas possibilidades de aplicação. Também foram abordados os princípios teóricos relacionados a experiência do usuário ao operar ferramentas digitais, sendo que este tema foi de grande relevância para o desenvolvimento da solução proposta.

No Capítulo 4 discutiu-se o desenvolvimento da metodologia e todas as considerações que subsidiaram a proposta. Também é apresentado a dinâmica de estruturação, construção da ferramenta digital e suas funcionalidades voltadas para a execução de diagnósticos energéticos. Também são definidas as variáveis de entrada e processamento das variáveis de saída.

No Capítulo 5 detalhou-se um estudo de caso onde foi executado um diagnóstico energético dos sistemas de iluminação de uma instalação vinculada a uma instituição de

ensino. Todo o processo de execução do diagnóstico energético ocorreu através da ferramenta digital desenvolvida no presente trabalho. Neste estudo real, são demonstradas as aplicações práticas das funcionalidades da ferramenta, onde foi possível atestar o potencial e efetividade da solução proposta. Também são apresentados os resultados alcançados, sendo eles, sistemas de iluminação mapeados, estimativas de consumo, divisão dos modelos de luminárias por tipologias, dentre outras informações necessárias para o desenvolvimento de um sólido projeto de eficiência energética.

Por último, no sexto capítulo (Capítulo 6) é discorrida a conclusão do trabalho, consolidação dos indicadores de sucesso e recomendações para trabalhos futuros.

2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUA RELEVÂNCIA NOS ÚLTIMOS ANOS

Ao analisar a percepção do mercado quanto a importância da eficiência energética, percebe-se que a raiz deste interesse começou a partir do segundo choque do petróleo em 1973, em razão da Guerra do Yom Kippur (SOLOMON; KRISHNA, 2011), onde ficou externada a dependência das maiores nações à época aos combustíveis fósseis, e também começou-se a evidenciar que estes recursos seriam finitos em poucas décadas caso o consumo se mantivesse ao nível pré-crise. Durante esse período, surgiram algumas subsidiárias de grandes companhias de eletricidade nos EUA, que se atentaram ao fato de que seria possível tornar o consumo de energia mais eficiente nas instalações de seus consumidores, e a partir daí passaram a prestar serviços energéticos, cujo objetivo era tornar mais eficiente o consumo de energia atrelado a diversos usos finais de energia (refrigeração, iluminação, força motriz, aquecimento) através de mudanças na operação, substituição de equipamentos ineficientes (*retrofit*) ou aplicação de novas tecnologias de controle, emergentes à época (SOLOMON; KRISHNA, 2011). Esta, foi a pedra fundamental para o início de um novo nicho de empresas a partir da década de setenta, sendo denominadas *Energy Service Company* (ESCO) – Empresas de Serviços de Energia, empresas especializadas na elaboração de projetos de eficiência energética.

Despertado esse novo olhar entre as nações desenvolvidas acerca do consumo eficiente, nas duas décadas seguintes, procederam-se duas crises do petróleo, o terceiro choque em 1979 (conflito bélico entre o Iraque e Irã) e o quarto choque em 1991 (guerra do Kuwait), provocando súbitos aumentos do barril de petróleo, o que impactou negativamente as maiores economias à época, o que acarretou expressivas quedas nos níveis de desenvolvimento humano destas nações (HAKAN BERUMENT; BASAK CEYLAN; DOGAN, 2010).

Por outro lado, o mercado de ‘serviços energéticos’ apresentou crescimento constante durante o período, consolidando-se a partir da década de noventa, após a onda neoliberal global que se instaurou após a queda da União Soviética em 1991 (IANNI, 1998), o que possibilitou a privatização de diversas companhias estatais voltadas para o fornecimento de energia e a desregulamentação generalizada do setor elétrico nas principais economias à época, em especial o Brasil, destacando-se entre os países emergentes (WERNECK, 1997).

Apesar da consolidação do mercado de serviços energéticos nas nações desenvolvidas (OCDE) ao longo da década de noventa, houve um foco na redução dos custos associados ao consumo de energia e ao aumento do nível de competitividade das empresas beneficiadas pelas ações de melhoria. Até então, não havia uma atenção especial ao aquecimento global em consequência do uso de combustíveis fósseis, apesar dos esforços intergovernamentais que se iniciaram a partir da *Toronto Conference on the Changing Atmosphere* (outubro de 1988, Toronto, Canadá), seguida pelo *IPPC's First Assessment Report* (agosto de 1990, Sundsvália, Suécia) e a ECO-92 (junho de 1992, Rio de Janeiro, Brasil). Todavia, em dezembro de 1997 foi discutido em Quioto, Japão, uma série de tratados voltados para união de esforços com o objetivo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, onde, dentre as medidas recomendadas, foi destacada pela primeira vez o incentivo para adoção de medidas de eficiência energética (NORDHAUS; BOYER, 1999).

Após a expiração do Protocolo de Quioto em 2012, no mesmo ano, o escopo foi prorrogado até 2020, através da “Emenda de Doha” (KOLLMUSS, 2013). Enquanto isso, em dezembro de 2015 foi negociado em Paris, França, durante a COP21 (21ª Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas), metas para redução de emissão dos gases do efeito estufa a partir de 2020, de modo a conter o aquecimento global abaixo de 2°C. Para cada país signatário, foi estabelecido uma Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) para atingir as metas propostas. Dentre as NDC, destaca-se o incentivo para adoção de ações de eficiência energética em todo o setor elétrico, distinguindo-se apenas os percentuais esperados para cada país até 2030.

Meses antes da COP21, em setembro de 2015, representantes dos 193 Estados-Membros da ONU, se reuniram em Nova York, EUA, e reconheceram que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões é um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável (ONU, 2021). Nesse evento, foi estabelecida a ‘Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável’, nela foram elencados 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), necessários para que ocorra o progresso econômico, social e tecnológico das nações em plena harmonia com o meio ambiente. Em um passo pioneiro, a ONU elencou a necessidade de dobrar a taxa de eficiência energética ao nível global até o ano de 2030 (ODS nº 13). Além de corroborar a importância da participação de governos locais no processo de promoção das ações de

conservação da energia e no reforço dos investimentos em pesquisas relacionadas a energias limpas e renováveis (ODS nº 7) (ONU, 2021).

O Brasil, no que lhe concerne, vem desde o ano de 1985 instituindo Leis (MME, 2011) com o objetivo de promover o uso racional da energia, em especial a Portaria Interministerial nº 1.877 que instituiu o Programa Nacional de Conservação de Energia (Procel) em 30 de dezembro de 1985, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e a empresa pública Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras), que desenvolvem ações que visam contribuir para o uso consciente dos recursos naturais e reforçar a segurança energética nacional (MME, 2011). Contudo, somente a partir do racionamento de energia ocorrido entre 2001 e 2002, que se iniciaram intensos debates e esforços interministeriais coordenados pela Eletrobras em conjunto com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), pela busca da promoção da eficiência energética em larga escala (MME, 2011). Desde então, foram instituídos instrumentos governamentais, em especial a Lei nº 10.295, a popular ‘Lei da Eficiência Energética’, que adotou a conservação de energia enquanto Política Energética Nacional, essencial para o desenvolvimento tecnológico no setor e aumento da preservação ambiental (BRASIL, 2001).

Desta forma, apesar dos diversos esforços nacionais que estão sendo realizados, prevalece o desafio de aumentar o nível de eficiência energética sem comprometer o crescimento econômico (AYRES; TURTON; CASTEN, 2007). Há algumas ações bem-sucedidas em nações como o Reino Unido, Estados Unidos e Alemanha. Dentre os emergentes, merecem destaque a China e Índia, onde foram apresentados índices de crescimento econômicos superiores ao consumo médio anual de energia dos últimos 5 anos (ENERDATA, 2021). A China e Índia são uma exceção às grandes nações, que, em geral, requerem maior consumo energético para sustentar o crescimento social e econômico (GELLER et al., 2004). Ressalta-se que parte do êxito dos países que obtêm os melhores indicadores de desempenho energético, se devem a capacidade governamental entre instituições públicas e privadas para fomento a ações de eficiência energética com metas bem claras e definidas (“Issues Monitor 2020”, [s.d.]). As principais metas são focadas no consumo global de energia, primário ou final, sendo que, as demais são setoriais, incluindo metas para concessionárias, distribuidoras ou comercializadoras de energia no mercado livre (WEC, 2016). As dificuldades para se atingir os objetivos

propostos são particulares a cada região, sendo enquadradas em quatro categorias: econômicas, regulatórios, tecnológica e desinformação (CAUSO, 2013).

Ao avaliar o 'Quadro de Pontuação Internacional de Eficiência Energética de 2018', elaborado pela *American Council for an Energy Efficient Economy* (ACEEE), o Brasil figura na 20ª posição, apresentando uma pontuação tão baixa quanto Tailândia (22º) e África do Sul (23º), dentre os países em desenvolvimento, mas a frente de nações como Arábia Saudita (25º) e Emirados Árabes Unidos (24º), que vem concentrando esforços nos últimos anos em investimentos maciços voltados para promoção da eficiência energética, com o objetivo de manter o crescimento econômico crescente, enquanto as fontes energéticas de origem fóssil tendem a serem escassas nas próximas décadas. No Brasil, a indústria consome a maior parcela da energia produzida, segundo o Balanço Energético Nacional (SOARES; LOUREIRO; MATOS, 2020), esse valor correspondeu a 30,4%, sendo superada apenas pelo setor de transportes (32,7%), enquanto o setor de serviços (engloba serviços públicos), são responsáveis por 5,1% do consumo total de energia, representando uma parcela expressiva do consumo total e apresentam um grande potencial de aumento do desempenho energético (BUSTAMANTE; BAJAY, 2018). Nesse cenário, o consumo de energia elétrica nestas instalações representa uma parcela significativa das despesas associadas a sua operação (PROCEL, 2015), fato que desperta a necessidade de regulamentar normas que estabeleçam níveis mínimos de desempenho energético e mecanismos legais para repasses de recursos públicos para implantação de ações de melhorias nestes edifícios (EPE, 2012). Portanto, foram instituídas normas através do manual de Procedimentos do Programa de Eficiência. No mercado atual, é comum o surgimento de novas ferramentas digitais que prometem agregar inovação tecnológica e eficiência operacional as empresas que as utilizam. Por outro lado, ao tratar sobre a coleta de dados de diferentes tipos em campo, é importante escolher uma solução que possua recursos funcionais de automação e interface do usuário amigável, assim é possível facilitar o processo de assimilação da ferramenta pelos usuários, transformar a mentalidade das equipes quanto aos benefícios que as ferramentas digitais proporcionam e impulsionar a inovação e a produtividade nas organizações.

Sendo que, são poucas as ferramentas que possuem baixo custo para aquisição e implementação, além de possuir uma interface de uso de fácil compreensão por parte dos

usuários. Em casos específicos, dependendo do tipo de atividade, faz-se necessário o desenvolvimento de uma ferramenta específica para a função de coleta de dado, cujos campos e estrutura das informações, devem atender a requisitos técnicos compatíveis aos objetivos da atividade proposta. Desta forma, no tópico a seguir é apresentada o tipo de ferramenta digital considerada para a implementação da metodologia de diagnóstico energético otimizada proposta no presente trabalho. Energética (PROPEE), regulado pela ANEEL, que visa promover chamadas públicas anuais para financiamentos de projetos de eficiência energética, através de concessionárias ou permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia (ANEEL, 2013). Também, são realizados amplos programas educacionais coordenados nas esferas federais, estaduais e municipais, balizados pelo Guia do PROPEE, que visam estimular a disciplina consciente acerca dos benefícios do uso racional da energia elétrica em agentes públicos, alunos, professores e consumidores em geral.

3 FERRAMENTAS DIGITAIS APLICADAS A COLETA DE DADOS

No mercado atual, é comum o surgimento de novas ferramentas digitais que prometem agregar inovação tecnológica e eficiência operacional para as empresas que as utilizam. Por outro lado, ao tratar sobre a coleta de dados de diferentes tipos em campo, é importante escolher uma solução que possua recursos funcionais de automação e interface do usuário amigável, assim é possível facilitar o processo de assimilação da ferramenta pelo usuário, transformação da mentalidade das equipes quanto aos benefícios que as ferramentas digitais proporcionam e impulsionar a inovação e a produtividade nas organizações.

Sendo que, são poucas as ferramentas que possuem baixo custo para aquisição e implementação, além de possuir uma interface de uso de fácil compreensão por parte dos usuários. Em casos específicos, dependendo do tipo de atividade, faz-se necessário o desenvolvimento de uma ferramenta específica para a função de coleta de dado, cujos campos e estrutura das informações, devem atender a requisitos técnicos compatíveis aos objetivos da atividade proposta. Desta forma, no Capítulo 3.1 é apresentado o tipo de ferramenta digital considerada para a implementação da metodologia de diagnóstico energético otimizada proposta no presente trabalho.

3.1 Planilhas Digitais e Aplicações

Desde a sua criação, as planilhas digitais se estabeleceram enquanto uma importante ferramenta de suporte para a tomada de decisões estratégicas no mundo da engenharia e dos negócios. Tamanha importância se deve a sua disponibilidade e fácil acesso através de diversos programas de computadores voltados para a visualização e criação, sendo amplamente disponíveis no mercado em versões pagas (licenças comerciais – Microsoft Excel®) ou gratuitas (*open source* – Libre Office®).

Além da fácil aplicação e das inúmeras possibilidades de uso, estudos apontam que muitas planilhas não são construídas com boa usabilidade e integridade de dados, pois, apesar de serem vistas como um ambiente de programação flexível, passível de uso por profissionais inexperientes, elas não possuem muitos conceitos aplicados nas linguagens de programação regulares, por exemplo, tipos de dados estruturados. Isso pode levar o usuário a executar modificações equivocadas na planilha, elevando a possibilidade de

corrompimento ou redundância dos dados registrados (CUNHA et al., 2014). Portanto, é essencial que se leve em consideração as boas práticas para desenvolvimento de uma planilha, independente do uso destinado.

Quando se trata da execução de um diagnóstico energético, durante a fase de levantamento dos dados em campo através de dispositivos *mobile* (*smartphones*, *tablets*), são produzidos vultuosos registros de dados que são coletados durante a atividade. Desta forma, a aplicação de uma planilha eletrônica, desde que haja a disposição funcional das células dos campos de entrada, compatível ao tipo de atividade desenvolvida, além de uma fornecer uma sólida estrutura de processamento dos dados, é possível obter significativos ganhos de produtividade desde que haja uma boa experiência do usuário ao operá-la.

3.1.1 Definição

Da literatura, (RONEN; PALLEY; LUCAS, 1989) define uma planilha eletrônica enquanto uma grande tabela na qual as colunas são representadas por letras e as linhas por números, sendo que, a interseção de uma linha com uma coluna, resulta numa célula. Destaca-se que uma célula pode conter números, textos ou uma fórmula específica, que relaciona uma ou mais células da planilha. Os autores (BONNIE A. NARDI; JAMES R. MILLER, 1990) destacam que a grande vantagem das planilhas é a alteração em cascata dos resultados de uma célula com fórmula em função da mudança dos campos de entradas de dados representados por outras células.

O que difere as planilhas eletrônicas de ambientes baseados em linguagem, é que neste segundo caso, a programação é baseada em uma estrutura pré-definida e no significado da língua propriamente dita. Ou seja, baseia-se nas características sintáticas e semânticas (estáticas) da língua utilizada. Uma vez tomado conhecimento acerca da linguagem em estudo, o ambiente de programação é capaz de destacar palavras chaves, estruturar programas, bem como detectar a violação de parâmetros atinentes a linguagem utilizada. Portanto, a linguagem de programação orienta o usuário na escrita de programas estáveis, funcionais e confiáveis.

Por outro lado, as planilhas eletrônicas possuem aplicações gerais voltadas para usuários finais (não requer conhecimentos técnicos especializados em uma linguagem de programação específica). Ao visar produtividade, os modernos sistemas de planilhas

oferecem alguns mecanismos corriqueiro em ambientes de programação, por exemplo, preenchimento automático de nomes/células ou avisos padronizados para diferentes tipos de conflitos que podem ocorrer durante a construção da planilha. Todavia, esses mecanismos apresentam limitações, pois eles se concentram na estrutura dos dados (células e fórmulas), em detrimento do significado do dado da planilha. Dessa maneira, a orientação ao usuário final fornecida pelos sistemas de planilhas é deficiente se comparada aos ambientes de programação através de linguagens computacionais.

Sendo assim, as planilhas por contarem com células como ponto de referência, tornam-se ideais para o desenvolvimento de sistemas que são baseados em fórmulas e registro linear de informações (RONEN; PALLEY; LUCAS, 1989). Portanto, este trabalho visou o desenvolvimento de uma planilha funcional, efetiva e eficiente para a execução de diagnóstico energético em edificações administrativas. Onde foi proposto um sistema de planilhas com mecanismos que orientem o operador da ferramenta a inserir os dados coletados em campo nas células corretas, de forma funcional, cabendo a ferramenta processá-los e gerar automaticamente os resultados previamente configurados. Sendo que, a disposição de cada natureza dos dados (colunas) respeita uma ordem que proporciona agilidade ao operador da ferramenta. Para obter o esquema proposto, seguiu-se uma abordagem na estrutura dos campos, onde são considerados dois fatores, primeiro, a experimentação prática da ferramenta a fim de validar a estrutura proposta. Segundo, aplicação de uma lógica que padronize os campos de inserção das informações e torne-os independentes. Ou seja, em um cenário onde milhares de registros são realizados diariamente, é natural que ocorram erros decorrentes da atividade manual e repetitiva, ao considerar cada registro independente (ao final do registro é adicionada uma *flag* aguardando validação), um único registro errado não compromete o restante das informações, pois cada linha, se comporta enquanto um registro independente, onde será considerada para fins de cálculo automatizado, somente após a mudança manual de status do registro pelo operador da ferramenta (após análise técnica do registro).

3.2 Experiência do Usuário em Aplicações Digitais

A experiência do usuário é influenciada por diversos fatores humanos. Por exemplo, realizar uma compra online, se a pessoa não tiver a habilidade necessária para realizá-la, consequentemente terá a impressão de que esta interação foi negativa. A experiência de

uso de uma determinada ferramenta, também pode ser afetada por fatores externos, por exemplo, o horário do dia. Se o usuário acessar um determinado site para realizar uma compra quando os servidores estiverem sobrecarregados, ele terá a impressão de que realizar a compra online demanda tempo. Sendo assim, ao desenhar uma estratégia assertiva para a experiência do usuário é necessário considerar todos os fatores que podem afetá-la.

De acordo com (TEIXEIRA, 2014), Dan Saffer desenvolveu um diagrama no qual ele apresenta os fatores que afetam a interação do usuário. Na Figura 1, *User Experience – UX* (Experiência do Usuário) é o maior círculo e concatena a maior quantidade de fatores relacionados a interação do usuário com uma determinada ferramenta. O entendimento da interseção entre estes fatores, permite a adoção de estratégias mais assertivas ao considerar a construção de uma determinada ferramenta.

Figura 1: Diagrama de Dan Saffer, User Experience.



Por outro lado, (ANDERSON, 2011), propôs outra estratégia para representar as interações do usuário. Onde, para que o usuário esteja motivado a interagir com a

ferramenta é necessário uma redução da fricção, ou seja, aumento da usabilidade (Figura 2).



Figura 2: Relação motivação vs fricção de Stephen Anderson.

Sendo assim, quando há redução da fricção na usabilidade, o usuário tende a concluir uma tarefa numa determinada ferramenta digital com o menor tempo, com menos ruídos e obstáculos. Desta forma, (TEIXEIRA, 2014), considera a UX a partir de diferentes perspectivas:

- **Arquitetura da Informação:** a sua base é a biblioteconomia, ou seja, esta perspectiva do UX envolve a organização das informações para que fiquem acessíveis aos usuários em uma determinada ferramenta.
- **Usabilidade:** para que os usuários utilizem todos os recursos oferecidos em uma ferramenta, elas devem ser de fácil uso.
- **Design de Interação:** esta interface do UX procura compreender e definir o padrão de comportamento do usuário quando ele interage com uma ferramenta.
- **Taxonomia:** esta perspectiva envolve a organização da informação de forma que ela tenha lógica para o usuário.
- **Estratégia de Design:** para que a estratégia seja eficaz é necessário compreender a relevância do produto e propósito pelo qual ele foi criado.
- **Pesquisa com usuários:** se o objetivo final é que o usuário tenha uma experiência positiva ao interagir com a ferramenta, é importante sempre questionar qual é o tipo de experiência que se busca valorizar em uma determinada ferramenta.

4 DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA E ESTRUTURAÇÃO DA FERRAMENTA PROPOSTA

4.1 Estudos Preliminares

Com o objetivo de desenvolver uma ferramenta que seja flexível e efetiva para diferentes tipos de prédios administrativos, buscou-se entender a problemática em torno da promoção da eficiência energética nestes locais, na Figura 3 é apresentado o plano que foi considerado para execução desta análise.



Figura 3: Levantamento de pesquisa sobre a aplicação da EE na administração pública.

Consolidado o levantamento realizado com as partes interessadas, as três principais deficiências identificadas no que se refere a execução do diagnóstico energético em instalações administrativas foram (ver Figura 4): processo de execução sem padronização; inexistência de lastro histórico dos sistemas mapeados; uso de ferramentas operacionais contraproduativas (formulários impressos para levantamento dos dados em campo e registro manual de notas técnicas). Sendo que, os principais obstáculos existentes (ver Figura 3) foram levantados a partir de entrevistas com gestores de unidades consumidoras e profissionais técnicos que atuam no mercado de conservação de energia (ESCO), também soma-se a experiência profissional do autor enquanto

Consultor em Eficiência Energética, Certificado em Medição e Verificação de Performance (CMVP/EVO-AEE nº 5874).

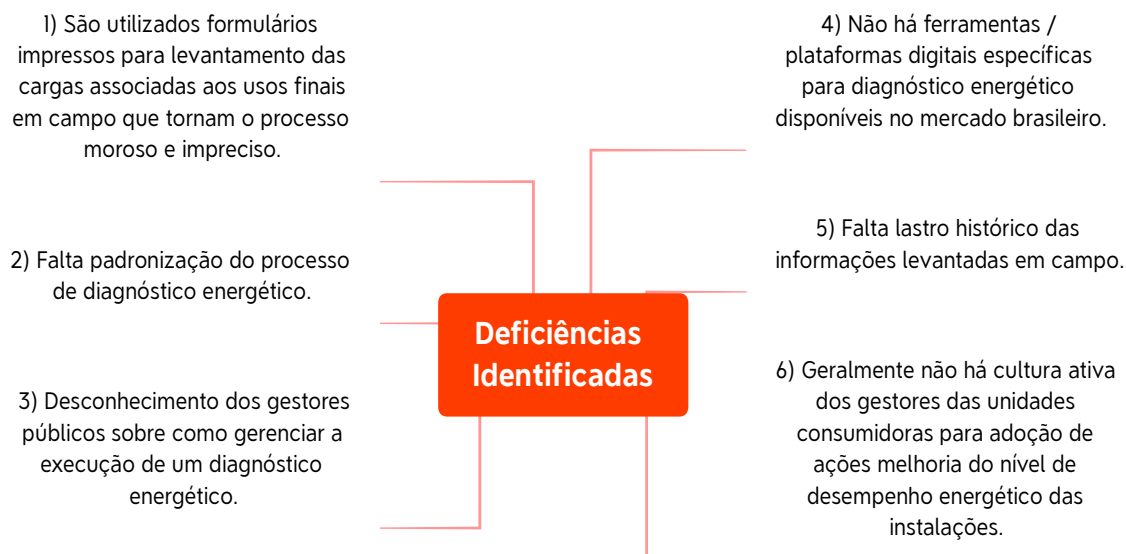


Figura 4: Resultados consolidados a partir do levantamento em campo acerca das deficiências existentes para promoção da EE na administração pública.

A identificação das deficiências em torno do processo de execução do diagnóstico energético (ver Figura 4), subsidiaram o plano de ação apresentado na Tabela 1. A proposta deste plano norteou o desenho e os objetivos da ferramenta.

Tabela 1: Plano de ação para desenvolvimento da metodologia de diagnóstico energético.

Problema	Ação de Melhoria Adotada
1)	Consolidar as fases propostas na nova metodologia em uma ferramenta digital baseada em planilhas e que apresente elevado nível de sincronismo organizacional para execução do diagnóstico em campo.
2)	Estruturar cada passo de execução do diagnóstico em cascata, de forma a obter a melhor eficiência operacional para execução de cada etapa.
3)	Centralizar o diagnóstico energético em etapas preestabelecidas em uma ferramenta para facilitar o processo de execução.
4)	Propor automações na ferramenta, centradas apenas na execução do diagnóstico energético.
5)	Implementar conceitos de etiquetas para identificação dos sistemas levantados em campo. Para cada etiqueta, será possível obter as características técnicas dos equipamentos que compõe o sistema, quantidades, localização.
6)	Adotar as seguintes premissas para o desenvolvimento da ferramenta de diagnóstico energético: objetividade, facilidade de uso e flexibilidade de aplicação em diferentes tipos de instalações.

4.2 Sistematização do Processo de Diagnóstico através da Ferramenta

No que se refere ao processo de diagnóstico energético, foram consideradas três macroetapas para serem executadas em cascata:

- 1) Cadastro do Projeto:** são levantadas informações preliminares para caracterizar o edifício administrativo (hospital, universidade, prefeitura, etc.). Nesta etapa inicia-se o processo de cadastro, onde ocorre a verificação prévia das instalações e também são definidos os contatos das pessoas chaves e suas respectivas funções durante a execução do projeto.
- 2) Planejamento Diagnóstico Energético:** é realizada uma visita técnica inicial, onde são coletadas informações das instalações, documentos técnicos, plantas arquitetônicas, dentre outras informações necessárias para o planejamento de um abrangente diagnóstico energético.
- 3) Execução do Diagnóstico Energético:** são executadas ações de levantamento em campo das cargas e sistemas existentes na unidade de consumo com a finalidade de mapeá-los e ao final, estimar o consumo de energia da instalação avaliada. A partir daí é possível realizar estudos de engenharia para aproveitamento de potenciais melhorias do desempenho energético presentes na UC, cujas ações, são apresentadas em uma proposta de projeto de eficiência energética.

Na Figura 5, seguem listadas as subatividades de cada macroetapa, a ferramenta proposta foi estruturada a partir da ordem apresentada. Além disso, é necessário que a ferramenta operacionalize o processo de cálculo das estimativas de consumo de cada sistema, que represente graficamente os resultados obtidos, bem como, permita a organização das informações vinculadas a etiquetas de identificação de cada sistema mapeado para posterior emissão de relatórios objetivos e de fácil assimilação. Também é esperado que a ferramenta seja de fácil manutenção e que exija apenas o conhecimento intermediário de planilhas digitais, assim haverá uma efetiva assimilação e operacionalização da ferramenta proposta pelo público-alvo.

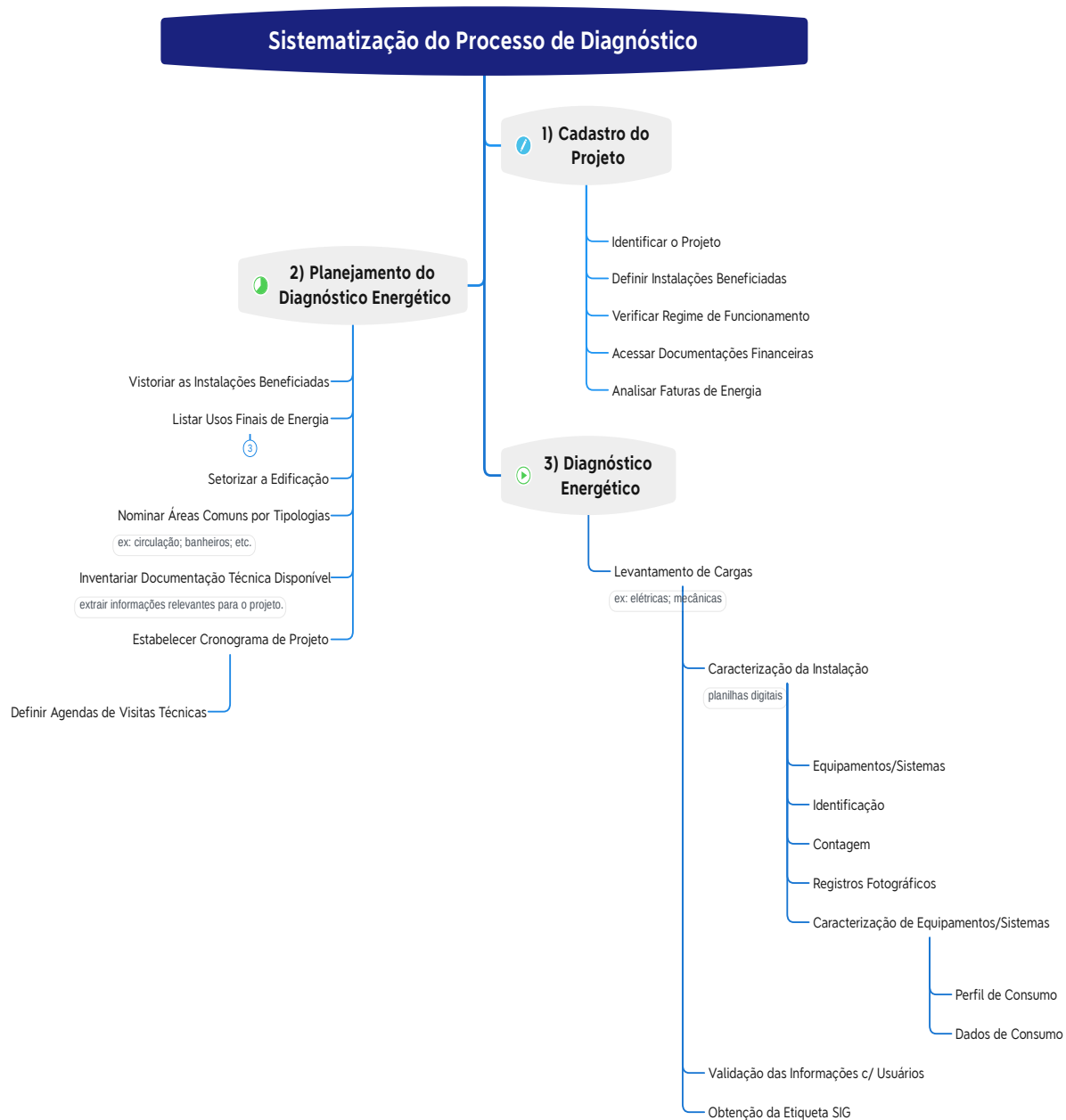


Figura 5: Metodologia proposta para o desenvolvimento de um projeto de eficiência energética.

4.3 Estruturação da Ferramenta

Optou-se por desenvolver a ferramenta estruturada em uma planilha digital em formato aberto (.ods – *open document spreadsheet* – do inglês, folha de cálculo aberta), em razão da sua robustez, versatilidade e velocidade de implementação de novas funcionalidades, cujas alterações e melhorias são executadas num curto intervalo de tempo com baixo custo operacional e financeiro. Contudo, destaca-se que a metodologia da ferramenta proposta é passível de replicação em outras estruturas de dados, como aplicativos mobiles, *websites*, programas de computador específicos para o fim proposto pela metodologia, dentre outras ferramentas computacionais voltadas para coleta, estruturação e processamento de dados.

Desta forma, desenvolver uma ferramenta a partir de uma planilha digital, requer atenção especial na estruturação dos campos disponíveis para entrada e saída dos dados. Pois, conforme explorado no Capítulo 3, uma planilha digital é formada por uma grande tabela, onde cada coluna é representada por uma letra e cada linha, por um número, sendo que a interseção entre uma coluna e linha resulta numa célula. Portanto, cada célula que contém uma fórmula, necessita de outras células configuradas enquanto campos de entrada, sendo assim, a relação entre estas células resulta em uma determinada saída (ex: valor, número, texto, etc.). Desta forma, a consolidação otimizada das células com fórmulas relevantes, consiste em um desafio significativo, pois quaisquer mudanças, geram alterações em cascata, ou seja, um único erro de fórmula, pode comprometer os resultados gerados pela ferramenta.

Também é necessário ter uma estruturação otimizada das células com fórmulas da ordem das colunas de acordo com as etapas e subetapas do processo de execução do diagnóstico energético apresentado na Figura 5, com o objetivo de garantir a melhor experiência do usuário (*User Experience* – UX, ver Capítulo 3.2) ao operar a ferramenta. Portanto, para a estruturação da ferramenta, foram realizados os seguintes questionamentos para cada premissa de UX apresentada no Capítulo 3.2:

- **Arquitetura da Informação:**
 - Qual a melhor disposição de apresentação das informações técnicas na ferramenta para que o usuário tenha a melhor experiência de uso?
 - Qual tipo de informação é útil para os usuários?

- Quais categorias são necessárias para que as informações sejam organizadas de forma intuitiva?
- **Usabilidade:**
 - Dada uma certa disposição das células, o usuário será capaz de concluir os registros dos levantamentos em campo sem obstáculos?
 - A quantidade de passos para cada registro é adequada?
 - Os campos de entrada são de fácil compreensão?
 - Após cada registro (interação com a ferramenta) a experiência do usuário foi positiva? Ou deixou o usuário frustrado?
- **Design de Interação:**
 - Qual a narrativa por trás da experiência do usuário?
- **Taxonomia:**
 - A linguagem técnica considerada é compatível com o perfil de usuário da ferramenta?
- **Estratégia de Design:**
 - Como a ferramenta contribuirá para que o propósito de facilitar o processo de execução de diagnóstico energético em edificações administrativas seja alcançado?
- **Pesquisa com Usuários:**
 - O que leva o usuário a querer utilizar a ferramenta proposta para a execução de um diagnóstico energético?

4.3.1 Definição das Variáveis de Entrada

Considerando que o objetivo final da ferramenta é obter a estimativa de consumo energético de um sistema mapeado a partir das informações coletadas em campo, é importante destacar que o tipo de dado de entrada associado as características de consumo e operação de um equipamento, varia de acordo com o tipo de uso final de energia avaliado (calor, energia elétrica, energia mecânica). No presente estudo, o objetivo é destacar o processo de obtenção de etiquetas de identificação dos

equipamentos analisados, sendo que, ao agrupá-las, obtém-se diferentes tipos de sistemas, cada qual, com seus dados técnicos de operação. A partir daí, é possível estimar o consumo energético de um sistema em específico, ou de toda instalação (somatório dos sistemas). Bem como, propor ações de melhoria do desempenho energético em função da facilidade em entender as características de operação e tecnologia de cada sistema, o que otimiza o processo de estudos de engenharia. Sendo assim, são considerados os seguintes macrocampos de dados de entrada definido na Tabela 2.

Tabela 2: Descrição dos macrocampos de entrada.

Uso Final:	Os tipos de usos finais diagnosticados são definidos na fase de planejamento do diagnóstico energético, subdivididos entre: iluminação, ar-condicionado, ventiladores, motores elétricos, aquecedores e motobombas.
Tipologia:	As tipologias são definidas conforme o tipo de área diagnosticada, cujo princípio é agrupar o maior número de cargas sob um regime de uso semelhante, sendo definidas na fase de planejamento do diagnóstico energético.
Localização:	São cadastradas as informações necessárias para localizar o sistema diagnosticado na fase de desenvolvimento do projeto de eficiência energética, na implantação das ações de melhoria e na homologação das ações implantadas.
Expediente:	Regime de funcionamento da área diagnosticada.
Condições de Uso:	Informações binárias acerca do funcionamento ou não do equipamento e se o mesmo possui Selo Procel.
Caracterização do Sistema:	Consumo, potência, tecnologia e quantidade de equipamentos que compõe o sistema. São dados particulares de acordo com o uso final de energia avaliado.
Características de Uso:	Tempo de funcionamento semanal do sistema, onde é possível estimar o tempo de uso anualizado, subdividido entre horário de ponta (HP) e fora de ponta (HFP), dados necessários para o cálculo da estimativa de consumo anualizado do sistema analisado.

Para cada macrocampo, há uma série de subcampos padronizados que devem ser preenchidos durante um processo de diagnóstico energético, com exceção da “Caracterização do Sistema”, onde são disponibilizados 12 campos que são personalizados de acordo com o uso final de energia avaliado (no presente trabalho é

apresentado a aplicação da ferramenta para o diagnóstico de sistemas de iluminação). Na Tabela 3, são apresentados os subcampos associados a cada campo macro.

Tabela 3: Descrição dos subcampos de entrada.

Uso Final*: (campo textual limitado a 4 caracteres)	Sempre composto por quatro caracteres, sendo que os dois primeiros são as iniciais do uso final de energia e os dois últimos associados as iniciais de uso INterno ou EXterno. <i>Exemplos: IL (ILuminação) + IN Interna – ILIN; AC (Ar Condicionado) + EX (Externo) – ACEX.</i>	
Tipologia*: (campo textual limitado a 30 caracteres)	Sempre é composta pelo nome completo da tipologia definida na fase de planejamento do diagnóstico energético, varia de acordo com as características de uso da edificação. <i>Exemplos: administrativo; circulação interna; circulação externa; banheiro; depósito; sala de aula, cozinha, copa, etc.</i>	
Localização*:	Edifício* (campo textual limitado a 20 caracteres):	Nome da edificação onde encontra-se localizado o sistema mapeado.
	Nº do Edifício* (campo textual limitado a 5 caracteres):	Número da edificação onde encontra-se localizado o sistema mapeado (se houver).
	Andar* (campo textual limitado a 4 caracteres):	Andar (nível) onde encontra-se localizado o sistema mapeado (se houver).
	Sub Local 1 (campo textual limitado a 20 caracteres):	Informação complementar para localização do sistema mapeado (este campo não é considerado para a geração automática da etiqueta de identificação, contudo, na fase de adoção de melhorias do desempenho energético – troca de equipamentos, etc. – facilita significativamente o processo).
	Sub Local 2 (campo textual limitado a 20 caracteres):	Informação complementar para localização do sistema mapeado (este campo não é considerado para a geração automática da etiqueta de identificação, contudo, na fase de adoção de melhorias do desempenho energético – troca de equipamentos, etc. – facilita significativamente o processo de análise técnica).
	Sub Local 3 (campo textual limitado a 20 caracteres):	Informação complementar para localização do sistema mapeado (este campo não é considerado para a geração automática da etiqueta de identificação, contudo, na fase de adoção de melhorias do desempenho energético – troca de equipamentos, etc. – facilita significativamente o processo).

	Ambiente (<i>campo textual limitado a 20 caracteres</i>):	Informação complementar para localização do sistema mapeado (este campo não é considerado para a geração automática da etiqueta de identificação, contudo, na fase de adoção de melhorias do desempenho energético – troca de equipamentos, etc. – facilita o processo).
Expediente*:	Expediente (<i>campo textual limitado a 10 caracteres</i>):	São coletadas informações associadas ao tempo de uso de um determinado ambiente da edificação, a partir daí é possível entender a dinâmica de operação do sistema mapeado e propor ações de melhorias compatíveis com a realidade de uso do local (este campo não é considerado para a geração automática da etiqueta de identificação, contudo é importante para subsidiar os estudos de engenharia). <i>Exemplo: 8h – 17h.</i>
	Observações (<i>campo textual limitado a 300 caracteres</i>):	São tomadas notas técnicas relevantes para posterior estudo para propostas de ações de melhoria de desempenho energético do sistema avaliado (este campo não é considerado para a geração automática da etiqueta de identificação, contudo, se faz necessário quando são tomadas notas técnicas relevantes para o desenvolvimento dos estudos de engenharia).
Condições de Uso:	Funciona?* (<i>campo lista – sim ou não</i>):	É verificado o status de funcionamento do equipamento avaliado (este campo não é considerado para a geração automática da etiqueta de identificação, contudo, se faz necessário para o cálculo de consumo energético do sistema, pois são considerados apenas sistemas que se encontram em funcionamento e em uso).
	Em uso? (<i>campo lista – sim ou não</i>):	É verificado o status de uso do equipamento avaliado (este campo não é considerado para a geração automática da etiqueta de identificação, contudo, se faz necessário para o cálculo de consumo energético do sistema, pois são considerados apenas sistemas que se encontram em funcionamento e em uso).
Caracterização do Sistema*:	Quantidade de Equipamentos* (<i>campo numérico limitado a 4 caracteres</i>):	Independente do uso final de energia avaliado, é imprescindível o preenchimento deste campo, pois a partir desta informação é realizado o cálculo da estimativa de consumo do sistema.
	Possui Selo Procel? (<i>campo binário – sim ou não</i>):	Avalia se o equipamento possui Selo Procel, sendo que é uma informação técnica que assegura que o equipamento possui elevado nível de eficiência

	não):	energética (PROCEL, 2015) (este campo não é considerado para a geração automática da etiqueta de identificação, contudo é importante para subsidiar os estudos de engenharia).
	Descrição* (campo textual limitado a 40 caracteres):	Breve descrição do equipamento mapeado, deve ser sucinto, mas suficiente para que o responsável pelos estudos de engenharia seja capaz de identificar o seu tipo ou característica geral que define o dispositivo. <i>Exemplos: cx. ortogonal teto; cx. sextavada h 2,30 m; poste 3,5 m BL7.</i>
	Modelo* (campo textual limitado a 40 caracteres):	Breve descrição do modelo do equipamento mapeado, deve ser sucinto, mas suficiente para que o responsável pelos estudos de engenharia seja capaz de identificar o seu tipo ou característica geral que define o modelo do dispositivo. <i>Exemplos: calha embutir c/ refletor aletada; calha sobrepor c/ refletor s/ aletas; arandela parede.</i>
	Tensão de Operação* (campo numérico limitado a 4 caracteres):	Informação acerca da tensão de operação do dispositivo, esta informação é imprescindível para o processo de cálculo das estimativas de consumo energético do sistema avaliado. <i>Exemplos: 127V; 220V; 380V.</i>
	Tipo de Ligação (campo de lista pré-definida):	Subdividida entre: monofásica, bifásica ou trifásica.
	Tipo de Equipamento* (campo textual limitado a 40 caracteres):	Informação singular acerca das dimensões e características do equipamento.
	Tecnologia*: (campo textual limitado a 20 caracteres):	Informação acerca da tecnologia dominante no equipamento. <i>Exemplos: LED, fluorescente, AC inverter.</i>
	Potência (sub)dispositivos * (campo numérico limitado a 6 caracteres):	É informada a potência do equipamento de acordo com o tipo de uso final. A unidade deste campo é definida na fase preliminar do diagnóstico energético. <i>Exemplos: watts, BTUh.</i>
	Quantidade de (sub)dispositivos* (campo numérico	Dependendo do tipo de equipamento a potência total da unidade avaliada, depende do somatório de dispositivos internos que compõe o

	limitado a 4 caracteres):	equipamento em sua totalidade. Exemplos: <i>luminárias – podem ser constituídas por 2, 4, 6, 8 lâmpadas, em razão disto é necessário tomar conhecimento acerca da potência unitária da lâmpada.</i> Esta informação depende do tipo de uso final de energia avaliado, sendo assim, a relevância é definida na fase de diagnóstico energético.
	Potência (sub)dispositivos (campo numérico limitado a 6 caracteres):	Dependendo do tipo de equipamento, existem perdas, o valor desta perda é referente a cada (sub) dispositivo que compõe a totalidade do equipamento. Exemplo: em uma luminária composta por lâmpadas fluorescentes, há perdas relativas ao reator conectado a cada lâmpada.
	Quantidade de (sub)dispositivos (campo numérico limitado a 4 caracteres):	Dependendo do tipo de equipamento a perda total da unidade avaliada, depende do somatório de dispositivos internos que compõe o equipamento em sua totalidade. Exemplos: <i>luminárias fluorescentes – podem ser constituídas por 2, 4, 6, 8 lâmpadas, por isso é importante saber a perda unitária de cada reator conectado a lâmpada.</i> Esta informação depende do tipo de uso final de energia avaliado, sendo assim, a relevância é definida na fase de planejamento do diagnóstico energético.
Características de Uso:	Uso Total Semanal* [horas] (campo numérico limitado a 3 caracteres):	Informação referente ao tempo médio total que o equipamento fica ativo durante sete dias por semana (campo limitado ao valor máximo de 168h).
	Uso Corrido Semanal* [dias] (campo numérico limitado a 1 caractere):	Quantidade de dias em uma semana que o equipamento é utilizado (campo limitado ao máximo de 7 dias).
	Uso Útil* Semanal [dias] (campo numérico limitado a 1 caractere):	Quantidade de dias úteis em uma semana que o equipamento é utilizado (campo limitado a no máximo 5 dias).
	Uso H.P.* [horas/dia] (campo numérico limitado a 1 caractere):	Quantidade de horas em um dia útil que o equipamento fica ativo durante o horário de ponta (campo limitado a 3h diárias).
	Uso Anual* [meses] (campo numérico limitado a 2 caracteres):	Quantidade de meses por ano em que há uso do equipamento (campo limitado ao valor máximo de 12 meses).

	a 2 caracteres):	
--	------------------	--

*Campos de entrada cujo preenchimento são imprescindíveis para o processo de geração automatizada da etiqueta de identificação.

4.3.2 Definição e Processamento das Variáveis de Saída

A obtenção da estimativa de consumo energético total da instalação avaliada é alcançada automaticamente após o preenchimento dos campos de entrada definidos na Seção 4.3.1, contudo, há uma estrutura de processamento onde são estabelecidas as regras de cálculo de acordo com o uso final de energia avaliado. Para tanto, são 7 campos de saídas de dados.

Campo	Descrição	Tipo de Dado	Unidade
01	Etiqueta de Identificação	Textual	
02	Localização do Sistema Mapeado	Textual	
03	Uso Anual Total do Sistema	Numérico	(dias/ano)
04	Uso Médio Diário	Numérico	(h/dia)
05	Fator de Coincidência na Ponta (FCP)	Numérico	Adimensional
06	Consumo Médio Mensal	Numérico	(kWh/mês)
07	Sistema	Textual	

Onde:

- **Campo 01:** após validação do registro realizado em campo, através da alteração do campo *status* para 'verificado'. Automaticamente a ferramenta gera uma etiqueta de identificação do registro, para múltiplos propósitos, desde a identificação do sistema, caso seja necessário algum tipo de medição, até a fase de implementação das ações de melhoria.
- **Campo 02:** este campo proporciona um ganho enorme para os técnicos em campo, ao buscarem localizar um determinado sistema para realizar uma medição ou coleta adicional de informações. Também é essencial durante a fase de implementação do projeto, pois é a partir da localização de cada sistema, que é possível elaborar um sólido plano de implementação das ações de melhoria com a máxima eficiência operacional possível. Este campo também é bastante relevante, para eventuais verificações que são realizadas em campo, para atestar que de fato

as ações propostas foram implementadas e se houve algum tipo de desvio de materiais ou equipamentos que deveriam ter sido instalados.

- **Campo 03:** é calculado a quantidade de dias em que o sistema é utilizado durante um ano, podendo variar de 0 a 365 dias. A metodologia de cálculo segue apresentada na Equação 1.

$$Uso\ Anual\ Total\ [dias/ano] = \frac{(Uso\ Corrido\ Semanal[dias]) * ((365/12) * Uso\ Anual[meses])}{7} \quad (1)$$

- **Campo 04:** é calculado o tempo médio diário de uso do sistema registrado, informação necessária para o cálculo de vida útil do sistema e para estimativa de consumo, apresentado na Equação 2.

$$Uso\ Médio\ Diário\ [h/dia] = \frac{Uso\ Total\ Semanal[h]}{Uso\ Corrido\ Semanal[dias]} \quad (2)$$

- **Campo 05:** esta informação é necessária para calcular o tempo de utilização do sistema durante o Horário de Ponta (H.P.) da região. Sendo essencial para avaliar o potencial de manobra de carga e eventuais ganhos econômicos em razão disso. Também, pelo fato do horário de ponta incidir em maiores custos em relação ao consumo energético, é importante ter conhecimento do Fator de Coincidência na Ponta (FCP) para que seja considerado durante a análise de viabilidade econômica da ação de melhoria proposta. Na Equação 3, segue metodologia de cálculo.

$$FCP = \frac{Uso\ H.P.[h/dia] * (365/12) * Uso\ Anual[meses] / 7 * Uso\ Útil\ Semanal[dias]}{792} \quad (3)$$

Campo 06: neste campo é calculado o consumo médio mensal do sistema, é essencial para estimar o consumo médio da instalação e potenciais economias obtidas a partir da implementação de ações de melhoria. É nele que se encontra um dos grandes ganhos da ferramenta, pois através da coleta de informações de uso e dados de placa, é possível estimar o consumo de energia sem a instalação de medidores de energia, o que reduz custos significativos e reduz a complexidade do diagnóstico energético. Por se tratar de edificações de uso exclusivamente administrativas, são raros os casos em que

há necessidade de medições técnicas específicas. Nas Equações 4, 5, 6 e 7 seguem metodologia de cálculo implementada na ferramenta.

$$\text{Cons. Equip.} \left[\frac{kWh}{mês} \right] = \frac{\text{Pot. Equip.} [W] + \text{Pot. Perdas} [W] * \text{Horas Uso} [h/mês]}{1000} \quad (4)$$

Onde:

$$\text{Pot. Equip.} [W] = \text{Qtd. Equip.} [un.] * (\text{Qtd. SubEquip.} [un.] * \text{Pot. Equip.} [W]) \quad (5)$$

$$\text{Pot. Perdas} [W] = \text{Qtd. Equip.} [un.] * (\text{Qtd. SubEquip.} [un.] * \text{Pot. Perdas} [W]) \quad (6)$$

$$\text{Horas Uso} \left[\frac{h}{mês} \right] = \frac{\text{Uso Anual Total} [dias/ano] * \text{Uso Médio Diário} [h/dia]}{12} \quad (7)$$

Campo 07: a obtenção de cada sistema é se dá em função da concatenação textual dos campos de entrada que envolvem informações acerca do uso final de energia, tipologia e tecnologia do equipamento que compõe o sistema. Sendo assim, na Equação 8 segue metodologia de cálculo considerada para formação do sistema.

$$\text{Sistema} = \text{Uso Final} + \text{Tipologia} + \text{Tecnologia} \quad (8)$$

4.4 Ferramenta de Diagnóstico Energético

A sistemática em torno da metodologia proposta na Figura 5, parte da necessidade de se caracterizar os sistemas existentes na instalação. Desta forma, todo o fluxo de preenchimento da ferramenta de diagnóstico energético foi estabelecido com o objetivo de se obter uma etiqueta de identificação para cada sistema mapeado. Assim é possível identificar as características associadas ao uso final de energia, equipamentos, localização, categoria e descrição do sistema catalogado. Esta etiqueta é de suma importância para o processo de desenvolvimento da proposta de projeto de EE, sendo que é partir dela que são realizados os cálculos de estimativas de consumo, bem como, análise das economias alcançadas a partir da implantação das ações de melhorias propostas.

As etiquetas também são utilizadas na ferramenta de cálculo de viabilidade econômica financeira do projeto. Sendo que, para cada sistema, são propostos novos equipamentos que sejam mais eficientes energeticamente, desta forma, é necessário que se tenha um lastro que vincule o sistema original com o sistema proposto, o que também destaca a importância da etiqueta de identificação na fase de homologação. A sua estrutura segue descrita na Figura 6.

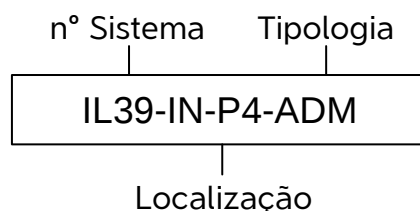


Figura 6: Descrição da etiqueta da identificação.

- **ILN39:** número do sistema – para cada sistema mapeado é definido uma numeração específica.
- **IN:** toda área analisada é subdivida entre **IN**terno e **EX**terno. Ex: áreas internas subdividas entre salas, banheiros, oficinas ou áreas externas de circulação, estacionamentos, dentre outras áreas sujeitas as condições climáticas diretas.
- **P4:** refere-se a localização do prédio ou edificação específica, composta pela primeira letra da edificação e sua respectiva numeração. Ex: Oficina 1 → **O1**.
- **ADM:** são consideradas as três primeiras letras de cada tipologia, estabelecidas na fase de planejamento do diagnóstico. Ex: **CIR**culação, **BAN**heiros.

Ao final do processo diagnóstico energético o sistema mapeado passa a ser identificado a partir da estrutura apresentada na Figura 6. Sendo que, esta identificação também é responsável pelo lastro histórico na fase de implantação das ações de melhoria, seja a troca do equipamento ou implantação de dispositivos que eleve o nível de desempenho energético do sistema mapeado.

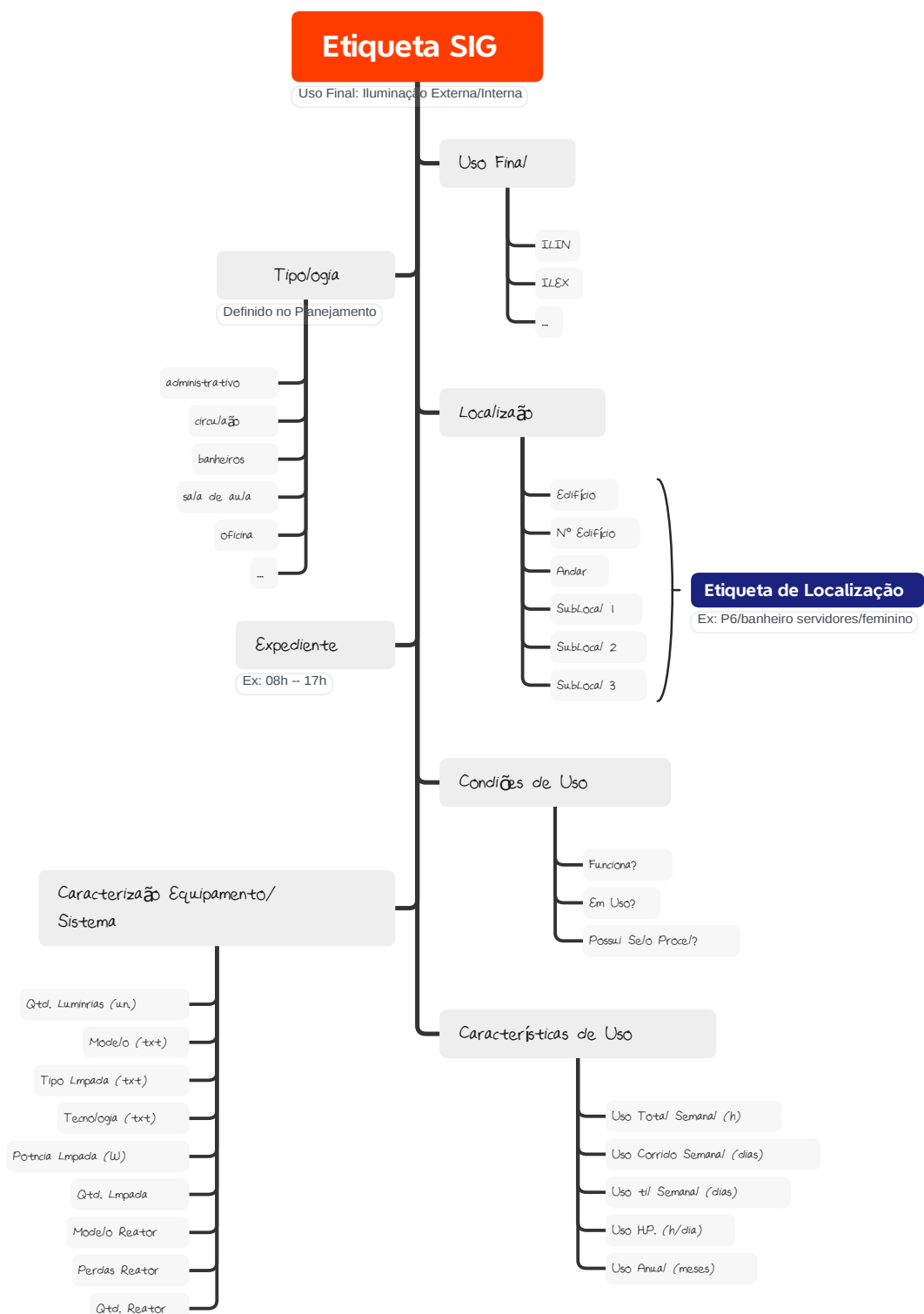


Figura 7: Fluxo de preenchimento da ferramenta de execução do diagnóstico energético (ex: uso final iluminação).

O fluxo de cadastro dos sistemas para subsidiar o processo de diagnóstico energético depende da estrutura apresentada na Figura 7, cuja descrição das etapas, seguem listadas na Tabela 4. Ao final do processo obtêm-se a etiqueta de identificação e o sistema diagnosticado.

Tabela 4: Descrição das etapas de cadastro de um sistema.

Uso Final:	Os tipos de usos finais diagnosticados são definidos na fase de planejamento do diagnóstico energético, subdivididos entre: iluminação, ar-condicionado, ventiladores, motores elétricos, aquecedores e motobombas.
Tipologia:	As tipologias são definidas conforme o tipo de área diagnosticada, cujo princípio é agrupar o maior número de cargas sob um regime de uso semelhante, sendo definidas na fase de planejamento do diagnóstico energético.
Localização:	São cadastradas as informações necessárias para localizar o sistema diagnosticado na fase de desenvolvimento do projeto de eficiência energética, na implantação das ações de melhoria e na homologação das ações implantadas.
Expediente:	Regime de funcionamento da área diagnosticada.
Condições de Uso:	Informações binárias acerca do funcionamento ou não do equipamento e se o mesmo possui Selo Procel.
Caracterização do Sistema:	Consumo, potência, tecnologia e quantidade de equipamentos que compõe o sistema. São dados particulares de acordo com o uso final de energia avaliado.
Características de Uso:	Tempo de funcionamento semanal do sistema, onde é possível estimar o tempo de uso anualizado, subdividido entre Horário de Ponta (HP) e Fora de Ponta (HFP), dados necessários para o cálculo da estimativa de consumo anualizado do sistema analisado.

Finalizado o processo de diagnóstico energético de um determinado uso de energia, (por exemplo, iluminação) todos os sistemas existentes na instalação são cadastrados na ferramenta. Para cada sistema é obtida uma etiqueta que irá identificá-lo durante os estudos para melhoria da instalação e na fase de implementação das ações de eficiência energética.

Os equipamentos cujas condições de uso são semelhantes e que se encontram sob a mesma tipologia, são agrupados em sistemas que agrupam várias etiquetas SIG. Na

Figura 8, segue exemplo de um típico sistema obtido após a etapa de diagnóstico energético.

Uso Final	Tipologia	Descrição Completa do Equipamento/Sistema
(ILIN, ACIN) + (administrativo, circulação) + (dados de placa do equipamento)		

Figura 8: Exemplo de agrupamento de sistema, obtido após o levantamento das cargas.

Os critérios técnicos considerados para o agrupamento das etiquetas em sistemas genéricos e os respectivos exemplos, seguem listados abaixo:

- Uso Final de Energia + Localização: **iluminação interna** ou **externa**.
- Tipologia: administrativo, circulação, banheiro, etc.
- Descrição Completa do Equipamento: depende das características do equipamento diagnosticado, sendo representado por uma série de abreviações conforme critérios preestabelecidos na ferramenta. É importante destacar que a configuração dos campos voltados para descrição do equipamento, é definida na fase de planejamento preliminar do diagnóstico energético.

5 ESTUDO DE CASO E RESULTADOS

Com o objetivo de validar o funcionamento da ferramenta, foi executado um diagnóstico energético dos sistemas de iluminação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Campus Nova Gameleira, localizado em Belo Horizonte, Minas Gerais. Na Tabela 5, segue descrição da Unidade Consumidora (UC).

Tabela 5: Dados da Unidade Consumidora, objeto do estudo.

Razão Social:	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CNPJ:	17.220.203/0001-96
Endereço:	Av. Amazonas, 7675 — Nova Gameleira, Belo Horizonte (MG)
Ramo de Atividade:	Educação Superior / Profissional e Tecnológica de Nível Médio
Nº (CEMIG) da Instalação:	3009000112
Modalidade Tarifária:	THS Verde
Subgrupo tarifário:	A4 - 13,8kV
Horário de Funcionamento:	6h30 às 23h
Nome do Responsável):	Prof. Marcos Fernando dos Santos (Diretor do Campus)
Telefone:	(31) 3319-6723
E-mail:	santosmf@cefetmg.br

O Campus Nova Gameleira é a unidade do CEFET-MG que possui a maior área construída (cerca de 51.498m²) e a maior área de terreno (aproximadamente 80.374m²). Uma vista aérea do Campus é apresentada na Figura 9.



*Figura 9: Vista aérea do Campus Nova Gameleira (CEFET-MG).
Fonte: Google Maps (2022).*

O campus atende em média a 3.667 alunos, distribuídos entre diversos cursos e níveis de ensino, sendo que, no ano de 2021, foram:

- 1.181 alunos nos cursos técnicos integrados e subsequentes de Edificações, Eletrônica, Eletrotécnica, Mecatrônica, Informática Industrial e Redes.
- 1.908 nos cursos de graduação em Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção Civil, Administração e Formação de Professores.
- 107 nos cursos de pós-graduação Lato Sensu em Administração da Produção e Automação Industrial, MBA - Gestão em Tecnologia da Informação, Processamento de Materiais Metálicos e Transporte e Trânsito;
- 471 nos cursos de pós-graduação stricto sensu em Administração, Matemática, Engenharia Elétrica, Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Educação Tecnológica e Modelagem Matemática e Computacional.

Este estudo de caso, é parte de uma ampla série de ações para efficientização energética da iluminação do campus. No contexto deste estudo, entende-se como sistema de iluminação eficiente aquele que atende aos requisitos adequados de desempenho luminotécnico do ambiente com elevado nível de desempenho energético adequado as normas técnicas vigentes na época dos estudos.

5.1 Avaliação do Histórico de Consumo

Foi considerado o histórico de consumo e demanda em um não típico (12 meses) para se obter as médias mensais. Seguem dados considerados na Tabela 6.

Tabela 6: Registros de consumo do período de 09 -2018 — 08 -2019.

Mês	Mês	HP	HFP	HP	HFP	Total
	(mm/aaaa)	(kW)	(kW)	(kWh/mês)	(kWh/mês)	(kWh/mês)
01	09/2018	245	235	13.650	85.400	99050
02	10/2018	291	301	12.950	83.300	96250
03	11/2018	301	312	14.700	89.250	103950
04	12/2018	245	280	11.900	80.850	92750
05	01/2019	263	294	9.450	74.200	83650
06	02/2019	126	193	6.300	62.300	68600
07	03/2019	287	326	10.850	77.700	88550
08	04/2019	305	326	13.650	88.200	101850
09	05/2019	305	312	15.050	92.050	107100
10	06/2019	287	294	15.050	89.950	105000

11	07/2019	266	263	11.550	77.700	89250
12	08/2019	235	231	9.800	68.600	78400
Média Mensal		263	281	12075	80792	92867
Média Anual				144.900	969.504	1.114.404

Os dados foram obtidos da fatura de energia elétrica do período de 09/2018 — 08/2019, ou seja, foi considerado um período onde não houve o impacto da COVID-19 no consumo das instalações. Também é importante ressaltar que entre o período considerado e a fase de diagnóstico energético não houve inserção de novos sistemas de iluminação nas instalações do campus.

É importante ressaltar que para todos os estudos para análise de viabilidade econômica para implantação de ações de eficiência energética, sempre é considerado o consumo anualizado de cada sistema, pois, ele abarca as variações de consumo que ocorrem ao longo de um ano típico. Estas variações podem ocorrer em razão de férias coletivas, quando se trata de um edifício empresarial ou férias escolares ao se tratar de edifícios educacionais. Enfim, são infinitas as possibilidades que podem ocasionar variações no consumo energético da instalação.

5.2 Descrição e Detalhamento

Durante a realização do diagnóstico energético, foram identificados os diversos ambientes e os diferentes perfis de uso dos sistemas de iluminação existentes. O Campus Nova Gameleira possui 15 edificações, nas quais há mais de 400 ambientes, dentre eles: 48 salas de aula, 5 auditórios, 117 laboratórios (23 de informática), mais de 80 gabinetes de professores, 43 salas de setores administrativos, 6 salas de estudo, biblioteca (Prédio 6), 9 ambientes de convivência (salas de professores, de reuniões, Diretório Central dos Estudantes, etc), restaurante e lanchonete com respectivas áreas de cozinha e de refeição, 63 áreas de circulação (*halls*, corredores, rampas, escadas) e 72 banheiros.

Há diversos sistemas de iluminação nesses ambientes internos, com a maioria das lâmpadas fluorescentes tubulares nos formatos T5 (Prédios 18 e 19) e T8 (prédios mais antigos).

Os sistemas de iluminação externa utilizam lâmpadas de vapor de sódio, vapor de mercúrio e vapor metálico, em projetores fixados nas fachadas, luminárias com braços fixados nas fachadas e em luminárias instaladas em postes.

Os sistemas de iluminação internos e externos foram agrupados, considerando o regime de funcionamento, o tipo de lâmpada e luminária. Os conjuntos de sistemas com características de uso semelhante foram agrupados, conforme descrito na Seção 5.4.

5.3 Execução do Diagnóstico Energético

É apresentado um estudo de caso, onde executou-se o diagnóstico energético completo dos sistemas de iluminação das instalações do Campus Nova Gameleira a partir da ferramenta desenvolvida no presente trabalho. Para o diagnóstico completo do Campus, o processo foi dividido em duas etapas, sendo elas:

Mapeamento dos Sistemas de Iluminação Interna (ILIN): uma equipe com 5 pessoas concluiu o processo de diagnóstico em 3 dias úteis em horário comercial, cada qual, utilizando a ferramenta desenvolvida no presente trabalho para mapeamento dos sistemas de iluminação.

Mapeamento dos Sistemas de Iluminação Externa (ILEX): uma equipe composta por três pessoas, com auxílio do time de manutenção do Campus, concluiu o processo de levantamento dos sistemas de iluminação em três dias úteis em horário comercial.

O objetivo foi diagnosticar os sistemas de iluminação do campus, para que seja possível propor ações de eficiência energética com o objetivo de substituir as luminárias ou lâmpadas ineficientes por modelos eficientes energeticamente e apropriados ao tipo de atividade desenvolvida no ambiente iluminado, em conformidade com as normas técnicas vigentes para cada espaço mapeado.

5.3.1 Uso Final de Energia

Dois usos finais de energia foram diagnosticados, iluminação interna e externa. Conforme metodologia apresentada no Capítulo 4.3.1, foram definidas as seguintes nomenclaturas para preenchimento da ferramenta:

ILIN: ILuminação INterna.

ILEX: ILuminação EXterna.

5.3.2 Tipologias

Na fase de planejamento do diagnóstico energético (ver seção 4.2), após uma visita técnica preliminar, foram definidas as 14 tipologias que são consideradas durante a execução do diagnóstico energético:

- 1) **Administrativo:** espaços e ambientes internos onde são desenvolvidas atividades de cunho administrativo, sendo elas, salas de coordenação, departamentos dos cursos, registro escolar, administração da biblioteca, secretarias, prefeitura do campus e diretorias.
- 2) **Auditório:** salas de auditórios distribuídas entre os diversos prédios do campus.
- 3) **Bandejão:** cozinha e ambientes adjacentes do restaurante acadêmico, além da praça principal de alimentação.
- 4) **Banheiro:** todos os banheiros, lavabos e vestiários distribuídos entre os diversos prédios do campus.
- 5) **Circulação:** corredores, rampas, saguões, escadas, dentre outros ambientes voltados para circulação de pessoas nos ambientes internos das edificações do campus.
- 6) **Convivência:** engloba salas de reuniões, diretório central dos estudantes, sala da equipe de limpeza e demais ambientes com uso semelhante.
- 7) **Gabinete Professores:** todos os gabinetes dos professores divididos de acordo com os departamentos dos cursos que fazem parte.
- 8) **Laboratório de Informática:** todos os laboratórios cujo uso principal é relativo ao desenvolvimento de atividades que dependem do uso intensivo de computadores.
- 9) **Laboratório:** todos os espaços destinados ao desenvolvimento de atividades práticas relacionadas a ementa didática dos cursos técnicos e de graduação.
- 10) **Refeitório:** espaços voltados para refeições disponíveis nas lanchonetes e cantinas do campus.
- 11) **Salas de Aula:** ambientes voltados para o ensino teórico das disciplinas dos cursos técnicos, graduação e pós-graduação.

12)Salas de Estudo: ambientes voltados para o estudo em grupo dos estudos, monitorias e para o desenvolvimento de trabalhos escolares.

13)Outros: ambientes destinados para depósito, almoxarifados, dispensas e copas.

14)Circulação Externa: todos os espaços públicos externos as edificações, bem como, estacionamentos e demais ambientes adjacentes.

5.3.3 Execução do Diagnóstico Energético

Definidas as tipologias, foi executado um levantamento em campo de todos os sistemas de iluminação existentes no campus. Em posse de *smartphones*, cada técnico, visitou os ambientes sob sua responsabilidade (de acordo com a subdivisão realizada na fase de planejamento) e prosseguiu com a caracterização dos sistemas. Nas Figuras 10, 11 e 12, é possível visualizar a tela de registro dos sistemas de iluminação na tela do aplicativo de diagnóstico energético, também é possível visualizar os campos que foram preenchidos.

Ao final da execução do diagnóstico, foram obtidos 544 registros e etiquetas de identificação. Ao total, foram caracterizadas 3356 luminárias em todas as edificações e ambientes do campus.

18:21

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
INFORMAÇÕES DO LOCAL																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
#	Etiqueta de Identificação	Status	Uso Final	Tipologia	Edifício	Nº do Edifício	Sub Local 1	Sub Local 2	Local	Funciona	Em Uso	Qtd. Luminária (un.)	Selo Procel	Descrição	Modelo Luminária					
139	137 IL137-IN-P1-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	1	113	Prefeitura	P1/113/Prefeitura	sim	sim	2	não	4010 4x18 Fluor 120 cm	calha sobrepor aberta					
140	138 IL138-IN-P1-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	1	124	Progest	P1/124/Progest	sim	sim	2	não	4010 4x18 Fluor 120 cm	calha sobrepor aberta					
141	139 IL139-IN-P1-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	1	101		P1/101	sim	sim	2	não	4010 4x18 Fluor 120 cm	calha sobrepor aberta					
142	140 IL140-IN-P17-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	17	108	Secretaria	P17/108/Secretaria	sim	sim	3	não	2320 2x18 LED 120 cm	calha embutida c/ refletor					
143	141 IL141-IN-P17-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	17	102	Ap. Tec 2	P17/102/Ap. Tec 2	sim	sim	2	não	2320 2x18 Fluor 120 cm	calha embutida c/ refletor					
144	142 IL142-IN-P17-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	17	103	Ap. Tec	P17/103/Ap. Tec	sim	sim	4	não	2320 2x18 Fluor 120 cm	calha embutida c/ refletor					
145	143 IL143-IN-P17-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	17	104	Coord. Tec	P17/104/Coord. Tec	sim	sim	2	não	2320 2x18 Fluor 120 cm	calha embutida c/ refletor					
146	144 IL144-IN-P17-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	17	105	Coord. EC	P17/105/Coord. EC	sim	sim	2	não	2320 2x18 Fluor 120 cm	calha embutida c/ refletor					
147	145 IL145-IN-P17-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	17	107	DECOM	P17/107/DECOM	sim	sim	4	não	2320 2x18 Fluor 120 cm	calha embutida c/ refletor					
148	146 IL146-IN-P17-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	17	108	Secretaria	P17/108/Secretaria	sim	sim	1	não	2320 2x18 Fluor 120 cm	calha embutida c/ refletor					
149	147 IL147-IN-P18-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	18	2 andar	Secretaria	P18/2 andar/Secretaria	sim	sim	3	não	2320 2x18 Fluor 120 cm	calha embutida c/ refletor					
150	148 IL148-IN-P18-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	18	3 andar	Coord.	P18/3 andar/Coord.	sim	sim	5	não	2320 2x18 Fluor 120 cm	calha embutida c/ refletor					
151	149 IL149-IN-P1-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	1	102, 104		P1/102, 104	sim	sim	4	não	3320 2x18 LED 120 cm	calha sobrepor c/ refletor					
152	150 IL150-IN-P1-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	1	111M	NTIC	P1/111M/NTIC	sim	sim	2	não	3320 2x18 LED 120 cm	calha sobrepor c/ refletor					
153	151 IL151-IN-P1-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	1	251	DEE	P1/251/DEE	sim	sim	2	não	2001 2x18 LED 120 cm	calha embutida c/ refletor alata					
154	152 IL152-IN-P1-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	1	253	PPGEL	P1/253/PPGEL	sim	sim	2	não	2001 2x18 LED 120 cm	calha embutida c/ refletor alata					
155	153 IL153-IN-P1-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	1	255	Sect. DEE	P1/255/Sect. DEE	sim	sim	2	não	2001 2x18 LED 120 cm	calha embutida c/ refletor alata					
156	154 IL154-IN-P1-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	1	257	Coord. EE	P1/257/Coord. EE	sim	sim	2	não	2001 2x18 LED 120 cm	calha embutida c/ refletor alata					
157	155 IL155-IN-P1-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	1	111F	NTIC	P1/111F/NTIC	sim	sim	3	não	3001 2x18 LED 120 cm	calha sobrepor c/ refletor					
158	156 IL156-IN-P1-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	1	DCSA	Coord.	P1/DCSA/Coord.	sim	sim	3	não	3001 2x18 LED 120 cm	calha sobrepor c/ refletor					
159	157 IL157-IN-P1-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	1	DCSA	Depo.	P1/DCSA/Depo.	sim	sim	2	não	3001 2x18 LED 120 cm	calha sobrepor c/ refletor					
160	158 IL158-IN-P20-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	20	108	CP	P20/108/CP	sim	sim	9	não	2003 4x15 Fluor 55 cm	calha embutida c/ refletor alata					
161	159 IL159-IN-P20-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	20	113	CPE	P20/113/CPE	sim	sim	9	não	2003 4x15 Fluor 55 cm	calha embutida c/ refletor alata					
162	160 IL160-IN-P19-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	19	101	CAELE	P19/101/CAELE	sim	sim	8	não	2006 2x15 Fluor 115 cm	calha embutida c/ refletor alata					
163	161 IL161-IN-P19-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	19	102	DEEB	P19/102/DEEB	sim	sim	17	não	2006 2x15 Fluor 115 cm	calha embutida c/ refletor alata					
164	162 IL162-IN-P19-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	19	507	DEEB	P19/507/DEEB	sim	sim	4	não	2007 2x15 Fluor 115 cm	calha embutida c/ refletor					
165	163 IL163-IN-P19-ADM	verificado	ilin	administrativo	P	19	704	CAELE	P19/704/CAELE	sim	sim	4	não	2007 2x15 Fluor 115 cm	calha embutida c/ refletor					
166	164 IL164-IN1-BAN	verificado	ilin	banheiro		1	SCF		1/SCF	sim	sim	1	não	4010 2x18 LED 120 cm	calha sobrepor aberta					
167	165 IL165-IN1-BAN	verificado	ilin	banheiro		1	SCM		1/SCM	sim	sim	1	não	4010 2x18 LED 120 cm	calha sobrepor aberta					
168	166 IL166-IN1-BAN	verificado	ilin	banheiro		1	115		1/115	sim	sim	2	não	4010 2x18 LED 120 cm	calha sobrepor aberta					
169	167 IL167-IN1-BAN	verificado	ilin	banheiro		1	117		1/117	sim	sim	2	não	4010 2x18 LED 120 cm	calha sobrepor aberta					
170	168 IL168-IN1-BAN	verificado	ilin	banheiro		1	202		1/202	sim	sim	2	não	4010 2x18 LED 120 cm	calha sobrepor aberta					
171	169 IL169-IN1-BAN	verificado	ilin	banheiro		1	204		1/204	sim	sim	2	não	4010 2x18 LED 120 cm	calha sobrepor aberta					
172	170 IL170-IN2-BAN	verificado	ilin	banheiro		2	Conservo	ISF/Vest	2/Conservo/ISF/Vest	sim	sim	1	não	4010 2x18 LED 120 cm	calha sobrepor aberta					
173	171 IL171-IN6-BAN	verificado	ilin	banheiro		6	Subsolo	ISF	6/Subsolo/ISF	sim	sim	3	não	4010 2x18 LED 120 cm	calha sobrepor aberta					
174	172 IL172-IN6-BAN	verificado	ilin	banheiro		6	Subsolo	ISM	6/Subsolo/ISM	sim	sim	3	não	4010 2x18 LED 120 cm	calha sobrepor aberta					
175	173 IL173-IN7-BAN	verificado	ilin	banheiro		7	2 andar	ISF	7/2 andar/ISF	sim	sim	3	não	4010 2x18 LED 120 cm	calha sobrepor aberta					

Figura 10: Tela do aplicativo para execução do diagnóstico energético (1/3).

18:22

A	B	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL				
DADOS DE PLACA																			CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO			
#	Etiqueta de Identificação	Tensão (V)	Ligação	Tipo Lâmpada	Tecnologia	Potência (W)	Qtd. Lâmpada (un.)	Modelo Reator	Perdas Reator (W)	Qtd. Reator (un.)	Uso Total Semanal (h)	Uso Corrido Semanal (dias)	Uso Útil Semanal (dias)	Uso H.P. (h/dia)	Uso Anual (meses)	Uso Anual Total (dias/ano)	Uso Médio Diário (h/dia)	FOP				
137	IL137-IN-P1-ADM	127	monofásica	T8 120cm	fluorescente	32	4	eletrônico	7	2	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
138	IL136-IN-P1-ADM	127	monofásica	T8 120cm	fluorescente	32	4	eletrônico	7	2	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
139	IL137-IN-P1-ADM	127	monofásica	T8 120cm	fluorescente	32	4	eletrônico	7	2	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
138	IL138-IN-P1-ADM	127	monofásica	T8 120cm	fluorescente	32	4	eletrônico	7	2	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
140	IL141-IN-P1-ADM	127	monofásica	T8 120cm	fluorescente	32	4	eletrônico	7	2	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
142	IL140-IN-P17-ADM	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
143	IL141-IN-P17-ADM	127	monofásica	T8 120cm	fluorescente	32	2	eletrônico	7	1	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
144	IL142-IN-P17-ADM	127	monofásica	T8 120cm	fluorescente	32	2	eletrônico	7	1	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
145	IL143-IN-P17-ADM	127	monofásica	T8 120cm	fluorescente	32	2	eletrônico	7	1	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
146	IL144-IN-P17-ADM	127	monofásica	T8 120cm	fluorescente	32	2	eletrônico	7	1	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
147	IL145-IN-P17-ADM	127	monofásica	T8 120cm	fluorescente	32	2	eletrônico	7	1	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
146	IL146-IN-P17-ADM	127	monofásica	T8 120cm	fluorescente	32	2	eletrônico	7	1	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
148	IL147-IN-P18-ADM	127	monofásica	T8 120cm	fluorescente	32	2	eletrônico	7	1	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
149	IL148-IN-P18-ADM	127	monofásica	T8 120cm	fluorescente	32	2	eletrônico	7	1	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
150	IL148-IN-P18-ADM	127	monofásica	T8 120cm	fluorescente	32	2	eletrônico	7	1	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
151	IL149-IN-P1-ADM	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
152	IL150-IN-P1-ADM	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
153	IL151-IN-P1-ADM	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
154	IL152-IN-P1-ADM	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
155	IL153-IN-P1-ADM	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
156	IL154-IN-P1-ADM	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
157	IL155-IN-P1-ADM	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
158	IL156-IN-P1-ADM	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
159	IL157-IN-P1-ADM	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
160	IL158-IN-P20-ADM	127	monofásica	T5 55cm	fluorescente	14	4	eletrônico	5	2	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
161	IL159-IN-P20-ADM	127	monofásica	T5 55cm	fluorescente	14	4	eletrônico	5	2	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
162	IL160-IN-P19-ADM	127	monofásica	T5 115cm	fluorescente	28	2	eletrônico	8	1	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
163	IL161-IN-P19-ADM	127	monofásica	T5 115cm	fluorescente	28	2	eletrônico	8	1	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
164	IL162-IN-P19-ADM	127	monofásica	T5 115cm	fluorescente	28	2	eletrônico	8	1	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
165	IL163-IN-P19-ADM	127	monofásica	T5 115cm	fluorescente	28	2	eletrônico	8	1	400	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3				
166	IL164-IN1-BAN	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				600	5	5	3,0	10	217	12,0	0,8				
167	IL165-IN1-BAN	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				600	5	5	3,0	10	217	12,0	0,8				
168	IL166-IN1-BAN	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				600	5	5	3,0	10	217	12,0	0,8				
169	IL167-IN1-BAN	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				600	5	5	3,0	10	217	12,0	0,8				
170	IL168-IN1-BAN	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				600	5	5	3,0	10	217	12,0	0,8				
171	IL169-IN1-BAN	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				600	5	5	3,0	10	217	12,0	0,8				
172	IL170-IN2-BAN	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				600	5	5	3,0	10	217	12,0	0,8				
173	IL171-IN6-BAN	127	monofásica	T8 120cm	LED	18	2				600	5	5	3,0	10	217	12,0	0,8				

Figura 11: Tela do aplicativo para execução do diagnóstico energético (2/3).

18:22   														AN			
#	Etiqueta de Identificação	Qtd. Reator Semanal (m.)	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					Uso Anual Total (dias/ano)	Uso H.P. (h/dia)	Uso Util Semanal (dias)	Uso Corrido Semanal (dias)	Uso Médio Diário (h/dia)	Consumo Médio Mensal (kWh/mês)	Uso Final + Tipologia + Tecnologia			
			AE	AD	AG	AH	AI	AJ									
1																	
2																	
136	IL134-IN-P1-ADM	2	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	205,7	8,0	0,3	41,1	ilín - administrativo - calha sobrepor aberta	4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	
137	IL135-IN-P1-ADM	2	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	41,1	8,0	0,3	41,1	ilín - administrativo - calha sobrepor aberta	4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	
138	IL136-IN-P1-ADM	2	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	20,6	8,0	0,3	20,6	ilín - administrativo - calha sobrepor aberta	4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	
139	IL137-IN-P1-ADM	2	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	41,1	8,0	0,3	41,1	ilín - administrativo - calha sobrepor aberta	4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	
140	IL138-IN-P1-ADM	2	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	41,1	8,0	0,3	41,1	ilín - administrativo - calha sobrepor aberta	4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	
141	IL139-IN-P1-ADM	2	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	41,1	8,0	0,3	41,1	ilín - administrativo - calha sobrepor aberta	4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	
142	IL140-IN-P17-ADM		40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	15,6	8,0	0,3	15,6	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
143	IL141-IN-P17-ADM	1	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	20,6	8,0	0,3	20,6	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.		
144	IL142-IN-P17-ADM	1	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	41,1	8,0	0,3	41,1	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.		
145	IL143-IN-P17-ADM	1	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	20,6	8,0	0,3	20,6	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.		
146	IL144-IN-P17-ADM	1	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	20,6	8,0	0,3	20,6	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.		
147	IL145-IN-P17-ADM	1	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	41,1	8,0	0,3	41,1	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.		
148	IL146-IN-P17-ADM	1	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	10,3	8,0	0,3	10,3	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.		
149	IL147-IN-P18-ADM	1	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	30,9	8,0	0,3	30,9	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.		
150	IL148-IN-P18-ADM	1	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	51,4	8,0	0,3	51,4	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.		
151	IL149-IN-P1-ADM		40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	20,9	8,0	0,3	20,9	ilín - administrativo - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
152	IL150-IN-P1-ADM		40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	10,4	8,0	0,3	10,4	ilín - administrativo - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
153	IL151-IN-P1-ADM		40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	10,4	8,0	0,3	10,4	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor aleitada 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
154	IL152-IN-P1-ADM		40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	10,4	8,0	0,3	10,4	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor aleitada 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
155	IL153-IN-P1-ADM		40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	10,4	8,0	0,3	10,4	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor aleitada 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
156	IL154-IN-P1-ADM		40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	10,4	8,0	0,3	10,4	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor aleitada 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
157	IL155-IN-P1-ADM		40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	15,6	8,0	0,3	15,6	ilín - administrativo - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
158	IL156-IN-P1-ADM		40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	15,6	8,0	0,3	15,6	ilín - administrativo - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
159	IL157-IN-P1-ADM		40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	10,4	8,0	0,3	10,4	ilín - administrativo - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
160	IL158-IN-P20-ADM	2	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	86,0	8,0	0,3	86,0	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor aleitada 4 x (T5 55cm - fluorescente - 14W) + reat.		
161	IL159-IN-P20-ADM	2	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	86,0	8,0	0,3	86,0	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor aleitada 4 x (T5 55cm - fluorescente - 14W) + reat.		
162	IL160-IN-P19-ADM	1	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	74,2	8,0	0,3	74,2	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor aleitada 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.		
163	IL161-IN-P19-ADM	1	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	157,6	8,0	0,3	157,6	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor aleitada 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.		
164	IL162-IN-P19-ADM	1	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	37,1	8,0	0,3	37,1	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.		
165	IL163-IN-P19-ADM	1	40,0	5	5	1,0	10	217	8,0	0,3	37,1	8,0	0,3	37,1	ilín - administrativo - calha embutida c/ refletor 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.		
166	IL164-IN-BAN		60,0	5	5	3,0	10	217	12,0	0,8	7,8	12,0	0,8	7,8	ilín - banheiro - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
167	IL165-IN-BAN		60,0	5	5	3,0	10	217	12,0	0,8	7,8	12,0	0,8	7,8	ilín - banheiro - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
168	IL166-IN-BAN		60,0	5	5	3,0	10	217	12,0	0,8	15,6	12,0	0,8	15,6	ilín - banheiro - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
169	IL167-IN-BAN		60,0	5	5	3,0	10	217	12,0	0,8	15,6	12,0	0,8	15,6	ilín - banheiro - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
170	IL168-IN-BAN		60,0	5	5	3,0	10	217	12,0	0,8	15,6	12,0	0,8	15,6	ilín - banheiro - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
171	IL169-IN-BAN		60,0	5	5	3,0	10	217	12,0	0,8	15,6	12,0	0,8	15,6	ilín - banheiro - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		
172	IL170-IN2-BAN		60,0	5	5	3,0	10	217	12,0	0,8	7,8	12,0	0,8	7,8	ilín - banheiro - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)		

Figura 12: Tela do aplicativo para execução do diagnóstico energético (3/3).

5.4 Processamento dos Sistemas

Concluída a fase de diagnóstico energético, a ferramenta processou o agrupamento dos 544 registros realizados, no qual foram obtidos 129 sistemas que caracterizam os diversos perfis de uso da instalação com um alto nível de detalhamento.

O processo de agrupamento dos registros para obtenção dos sistemas, conforme apresentado na Figura 13, seguiu a estrutura apresentada na Figura 14.

Uso Final	Tipologia	Descrição Completa do Equipamento/Sistema
ilin	administrativo	calha sobrepor c/ refletor s/ aletas 2 x (T5 115 cm - fluorescente - 28W) + reat.

Figura 13: Obtenção de um sistema a partir do agrupamento automático de etiquetas de identificação geradas a partir de cada registro realizado durante a fase de diagnóstico energético em campo.

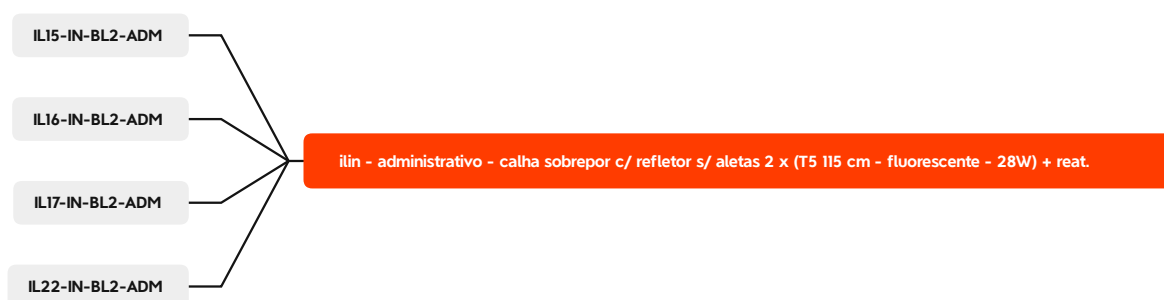


Figura 14: Agrupamento dos registros para formação de sistemas.

Na Tabela 7 são apresentadas as informações levantadas para obtenção de cada etiqueta, ao agrupá-las para formação dos sistemas, foi necessário que apresentassem as mesmas características a seguir: uso final de energia, tipologia e descrição dos equipamentos.

Tabela 7: Características comuns para agrupamento dos registros em sistemas.

	IL15-IN-BL2-ADM	IL16-IN-BL2-ADM	IL17-IN-BL2-ADM	IL22-IN-BL2-ADM
Uso Final	ilin	ilin	ilin	ilin
Tipologia	administrativo	administrativo	administrativo	administrativo
Edifício	bloco	bloco	bloco	bloco
Nº do Edifício	2	2	2	2

Andar	térreo	térreo	térreo	térreo
SubLocal 1	grêmio	almoxarifado	cantina	área convívio
Local	bloco2/térreo/ grêmio	bloco2/térreo/ almoxarifado	bloco2/térreo/ cantina	bloco2/térreo/área convívio
Ambiente	grêmio	almoxarifado	cantina	sala administrativa
Expediente (h)	8-18	8-18	8-18	8-18
Funciona	sim	sim	sim	sim
Em Uso	sim	sim	sim	sim
Qtd. Luminária (un.)	2	2	2	8
Selo Procel	não	não	não	não
Descrição	cx. ortogonal teto	cx. ortogonal teto	cx. ortogonal teto	cx. ortogonal teto
Modelo Luminária	<u>calha sobrepor c/ refletor s/ aletas</u>	<u>calha sobrepor c/ refletor s/ aletas</u>	<u>calha sobrepor c/ refletor s/ aletas</u>	<u>calha sobrepor c/ refletor s/ aletas</u>
Tensão (V)	<u>127</u>	<u>127</u>	<u>127</u>	<u>127</u>
Ligação	<u>monofásico</u>	<u>monofásico</u>	<u>monofásico</u>	<u>monofásico</u>
Tipo Lâmpada	<u>T5 115 cm</u>	<u>T5 115 cm</u>	<u>T5 115 cm</u>	<u>T5 115 cm</u>
Tecnologia	<u>fluorescente</u>	<u>fluorescente</u>	<u>fluorescente</u>	<u>fluorescente</u>
Potência (W)	<u>28</u>	<u>28</u>	<u>28</u>	<u>28</u>
Qtd. Lâmpada (un.)	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>
Modelo Reator	<u>eletrônico</u>	<u>eletrônico</u>	<u>eletrônico</u>	<u>eletrônico</u>
Perdas Reator (W)	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>6</u>
Qtd. Reator (un.)	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
Uso Total Semanal (h)	45,0	45,0	45,0	45,0
Uso Corrido Semanal (dias)	5	5	5	5
Uso Útil Semanal (dias)	5	5	5	5
Uso H.P. (h/dia)	1	1	1	1
Uso Anual (meses)	10	10	10	10
Uso Anual Total (dias/ano)	217	217	217	217
Uso Médio Diário (h/dia)	9	9	9	9
FCP	0,3	0,3	0,3	0,3
Consumo Médio Mensal (kWh/mês)	20,2	20,2	20,2	80,8

Consolidados os sistemas foi possível estimar o consumo energético das diferentes tipologias da instalação. Também foi possível filtrar o consumo pelo uso final de energia, ambiente, tipo de luminária, edifício, ambiente e condições de uso.

No que se trata sobre o levantamento de informações necessárias para o desenvolvimento de propostas de ações de eficiência energética, as seguintes informações foram coletadas:

- **Característica da Luminária:**

- Descrição, modelo e quantidade de luminárias;
- Tensão e esquema de ligação;
- Modelo, tecnologia, potência (W) e quantidade de lâmpadas por luminária;
- Modelo, perdas (W), quantidade de reatores por luminária;
- Condições de uso, sendo elas: uso total semanal (h), uso corrido semanal (dias), uso útil semanal (dias), uso H.P. (h/dia), uso anual (meses).

Também, para cada registro, foi definida uma tipologia associada, etiqueta de identificação e dados de localização. Desta forma, obtidas estas informações técnicas, é possível propor ações de eficiência energética para cada sistema. Seja através da troca completa da luminária, para que cada sistema seja readequado ao ambiente atendido, troca de lâmpadas, alterações de layouts, manobra de carga, dentre outras ações específicas a cada caso, visando o aumento do desempenho energético da instalação.

5.4.1 Sistemas Consolidados

Nesta seção é apresentada um dos grandes diferenciais da ferramenta, além de otimizar o processo de coleta de dados em campo e definir o fluxo de trabalho que deve ser seguido, a ferramenta foi capaz de consolidar automaticamente os 544 registros executados durante a fase de diagnóstico energético em apenas 129 sistemas. Sendo que, para cada sistema é possível obter uma série de informações associadas as características de uso, descrição dos equipamentos, localização e estimativas de consumo (horário de ponta e fora de ponta) e potências.

Os resultados apresentados na Tabela 8 merecem grande destaque, pois possibilitam uma rápida análise sistema a sistema para análise de potenciais de ganhos de eficiência energética através da modernização, troca de equipamentos e implementação de automação nos sistemas. Sendo que em cada sistema é apresentado diretamente o tipo de uso final da energia, modelo do equipamento, tecnologia, potências,

ou seja, todas as informações básicas necessárias para o desenvolvimento assertivo de projeto de eficiência energética.

Tabela 8: Sistemas de iluminação consolidados após a execução do diagnóstico energético nas instalações do campus.

#	Descrição dos Sistemas	Qtd. Registros	Consumo Mensal (kWh/mês)
1	ilex - circulação externa - projetor 1 x (bulbo - vapor metálico - 250W) + reat.	2	3637
2	ilin - sala de aula - calha embutida c/refletor aletada 4 x (T5 55cm - fluorescente - 14W) + reat.	28	3538
3	ilin - laboratório - calha embutida c/ refletor aletada 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.	26	2314
4	ilex - circulação externa - poste IP 1 x (bulbo - vapor de sódio - 250W) + reat.	1	2000
5	ilex - circulação externa - projetor 1 x (bulbo - vapor metálico - 150W) + reat.	1	985
6	ilex - circulação externa - poste IP 1 x (bulbo - vapor de sódio - 150W) + reat.	1	920
7	ilex - circulação externa - poste IP 1 x (bulbo - vapor metálico - 150W) + reat.	1	879
8	ilin - banheiro - calha embutida c/ refletor 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.	30	848
9	ilin - circulação - calha embutida c/ refletor 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.	8	769
10	ilex - circulação externa - poste IP 1 x (bulbo - vapor de sódio - 70W) + reat.	1	748
11	ilin - circulação - calha embutida c/refletor aletada 4 x (T5 55cm - fluorescente - 14W) + reat.	10	746
12	ilin - circulação - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	9	740
13	ilin - laboratório - calha sobrepor aberta 4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	15	716
14	ilin - laboratório - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	16	697
15	ilin - sala de aula - calha sobrepor aberta 4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	5	602
16	ilin - laboratório - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	11	561

17	ilin - circulação - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	5	535
18	ilin - administrativo - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	9	501
19	ilin - laboratório - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	20	460
20	ilin - bandeirão - calha sobrepor c/ refletor aletada 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	450
21	ilin - laboratório - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	10	426
22	ilin - gabinetes professores - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	13	422
23	ilin - administrativo - calha sobrepor aberta 4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	7	411
24	ilin - gabinetes professores - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	23	407
25	ilin - circulação - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	15	391
26	ilin - lab de informática - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	12	382
27	ilin - sala de aula - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	8	334
28	ilin - banheiro - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	19	305
29	ilin - lab de informática - calha sobrepor c/ refletor aletada 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	6	288
30	ilin - administrativo - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	8	237
31	ilin - administrativo - calha embutida c/ refletor aletada 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.	2	232
32	ilin - lab de informática - calha embutida c/refletor aletada 4 x (T5 55cm - fluorescente - 14W) + reat.	2	229
33	ilin - sala de estudo - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	4	203
34	ilin - laboratório - calha sobrepor aberta 4 x (T8 120cm - LED - 18W)	4	200
35	ilin - circulação - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	4	185
36	ilin - sala de aula - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	2	185

37	ilin - circulação - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T5 55cm - fluorescente - 14W) + reat.	10	182
38	ilin - administrativo - calha embutida c/refletor aletada 4 x (T5 55cm - fluorescente - 14W) + reat.	2	172
39	ilin - lab de informática - calha embutida c/ refletor aletada 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.	1	148
40	ilin - laboratório - pendente 1 x (bulbo - fluorescente - 250W) + reat.	1	143
41	ilin - laboratório - pendente 1 x (bulbo - vapor metálico - 250W) + reat.	2	143
42	ilin - circulação - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	5	141
43	ilin - laboratório - calha sobrepor aberta 3 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	5	124
44	ilin - gabinetes professores - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	6	117
45	ilin - administrativo - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	5	113
46	ilin - gabinetes professores - 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	6	113
47	ilin - circulação - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	3	110
48	ilin - bandeirão - calha sobrepor c/ refletor aletada 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	1	104
49	ilin - refeitório - calha embutida c/ difusor 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.	1	104
50	ilin - refeitório - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	2	103
51	ilin - circulação - calha sobrepor aberta 2 x (T8 60cm - fluorescente - 18W) + reat.	2	93
52	ilin - banheiro - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	6	93
53	ilin - banheiro - calha sobrepor aberta 2 x (T8 60cm - fluorescente - 18W) + reat.	4	84
54	ilin - laboratório - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	5	81
55	ilin - refeitório - calha embutida c/ refletor 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.	2	81
56	ilin - sala de aula - calha sobrepor aberta 3 x (T8 120cm - LED - 18W)	2	79

57	ilin - outros - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	3	77
58	ilin - circulação - calha embutida c/ refletor 2 x (T5 55cm - fluorescente - 14W) + reat.	4	76
59	ilin - administrativo - calha embutida c/ refletor 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.	2	74
60	ilin - administrativo - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	5	73
61	ilin - sala de estudo - calha embutida c/refletor aletada 4 x (T5 55cm - fluorescente - 14W) + reat.	1	72
62	ilin - sala de aula - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	3	69
63	ilin - gabinetes professores - calha embutida c/ refletor 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.	3	67
64	ilin - banheiro - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 60cm - fluorescente - 18W) + reat.	7	65
65	ilin - circulação - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.	7	65
66	ilin - circulação - pendente 1 x (bulbo - vapor metálico - 250W) + reat.	1	64
67	ilin - gabinetes professores - calha sobrepor aberta 4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	2	62
68	ilin - sala de aula - calha sobrepor aberta 4 x (T8 120cm - LED - 18W)	1	59
69	ilin - convivência - calha sobrepor c/ refletor aletada 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	51
70	ilin - lab de informática - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	51
71	ilin - laboratório - calha embutida c/ refletor aletada 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	49
72	ilin - outros - calha embutida c/ refletor 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.	7	49
73	ilin - outros - calha sobrepor aberta 4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	2	46
74	ilin - gabinetes professores - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	1	44
75	ilin - auditório - calha embutida c/refletor aletada 4 x (T5 55cm - fluorescente - 14W) + reat.	3	42
76	ilin - administrativo - calha embutida c/ refletor aletada 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	4	42

77	ilin - circulação - calha sobrepor aberta 4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	41
78	ilin - circulação - calha embutida c/ difusor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	41
79	ilin - refeitório - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	2	39
80	ilin - refeitório - calha embutida c/ difusor 2 x (T5 115cm - fluorescente - 14W) + reat.	1	36
81	ilin - outros - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	6	35
82	ilin - sala de aula - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	1	35
83	ilin - convivência - calha embutida c/refletor aletada 4 x (T5 55cm - fluorescente - 14W) + reat.	1	33
84	ilin - refeitório - cúpula pendente 2 x (bulbo - fluorescente - 15W)	1	33
85	ilin - convivência - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	3	31
86	ilin - banheiro - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	2	31
87	ilin - banheiro - calha sobrepor aberta 4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	31
88	ilin - convivência - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	2	31
89	ilin - outros - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	2	31
90	ilin - convivência - calha sobrepor aberta 4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	31
91	ilin - outros - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T5 115cm - fluorescente - 28W) + reat.	2	28
92	ilin - sala de estudo - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	3	26
93	ilin - bandeirão - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	26
94	ilin - refeitório - calha sobrepor aberta 4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	26
95	ilin - gabinetes professores - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	25
96	ilin - banheiro - calha sobrepor aberta 3 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	24

97	ilin - convivência - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	21
98	ilin - refeitório - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	2	20
99	ilin - laboratório - calha sobrepor aberta 3 x (T8 120cm - LED - 18W)	2	19
100	ilin - sala de aula - calha sobrepor aberta 3 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	18
101	ilin - auditório - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	2	16
102	ilin - administrativo - calha sobrepor aberta 3 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	16
103	ilin - administrativo - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	1	16
104	ilin - circulação - calha embutida c/ refletor aletada 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	1	16
105	ilin - lab de informática - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	1	16
106	ilin - lab de informática - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	1	16
107	ilin - outros - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	2	15
108	ilin - laboratório - calha sobrepor aberta 2 x (T8 60cm - fluorescente - 18W) + reat.	1	15
109	ilin - banheiro - calha embutida c/ refletor 2 x (T5 55cm - fluorescente - 14W) + reat.	2	14
110	ilin - sala de aula - calha sobrepor aberta 1 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	2	13
111	ilin - auditório - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	12
112	ilin - outros - calha sobrepor aberta 3 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	12
113	ilin - auditório - pendente 1 x (bulbo - fluorescente - 70W) + reat.	1	12
114	ilin - outros - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T5 55cm - fluorescente - 14W) + reat.	1	11
115	ilin - sala de estudo - calha sobrepor aberta 4 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	10
116	ilin - laboratório - calha sobrepor aberta 1 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	2	10

117	ilin - convivência - calha sobrepor c/ refletor aletada 2 x (T8 60cm - LED - 9W)	1	9
118	ilin - refeitório - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 60cm - fluorescente - 18W) + reat.	1	8
119	ilin - outros - calha sobrepor c/ refletor aletada 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	8
120	ilin - bandejão - calha sobrepor aberta 1 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	7
121	ilin - bandejão - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	1	7
122	ilin - banheiro - pendente 1 x (bulbo - fluorescente - 15W)	2	7
123	ilin - convivência - calha embutida c/ refletor 2 x (T8 60cm - fluorescente - 18W) + reat.	1	6
124	ilin - convivência - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	5
125	ilin - sala de estudo - calha sobrepor aberta 2 x (T8 120cm - fluorescente - 32W) + reat.	1	5
126	ilin - outros - calha sobrepor aberta 2 x (T8 60cm - fluorescente - 18W) + reat.	1	5
127	ilin - auditório - pendente 1 x (T8 120cm - LED - 18W)	1	4
128	ilin - outros - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	1	4
129	ilin - sala de estudo - calha sobrepor c/ refletor 2 x (T8 120cm - LED - 18W)	1	3
Total		544	32016

É importante destacar que na fase de desenvolvimento do projeto de eficiência energética, certamente os 129 sistemas consolidados serão reduzidos significativamente em função da padronização dos equipamentos que naturalmente ocorrem na fase de estudos de engenharia.

5.5 Consumo dos Sistemas de Iluminação

Uma vez estabelecido os sistemas, foi possível obter os dados de consumo divididos por tipologias, ambientes, condições de uso. Sendo que, há várias possibilidades para se filtrar os dados, em razão do alto volume de informações que cada sistema carrega consigo a partir do diagnóstico executado através da ferramenta desenvolvida. Na Figura 15, segue listado o percentual acumulado de consumo dos sistemas, destaca-se o fato de que apenas 9 sistemas representam 50% (192,1 MWh/ano) do consumo total, 19 sistemas representam 80% (115,3 MWh/ano) e 101 sistemas que representam os 100% (384,2 MWh/ano) restantes, totalizando 384,2 MWh/ano.

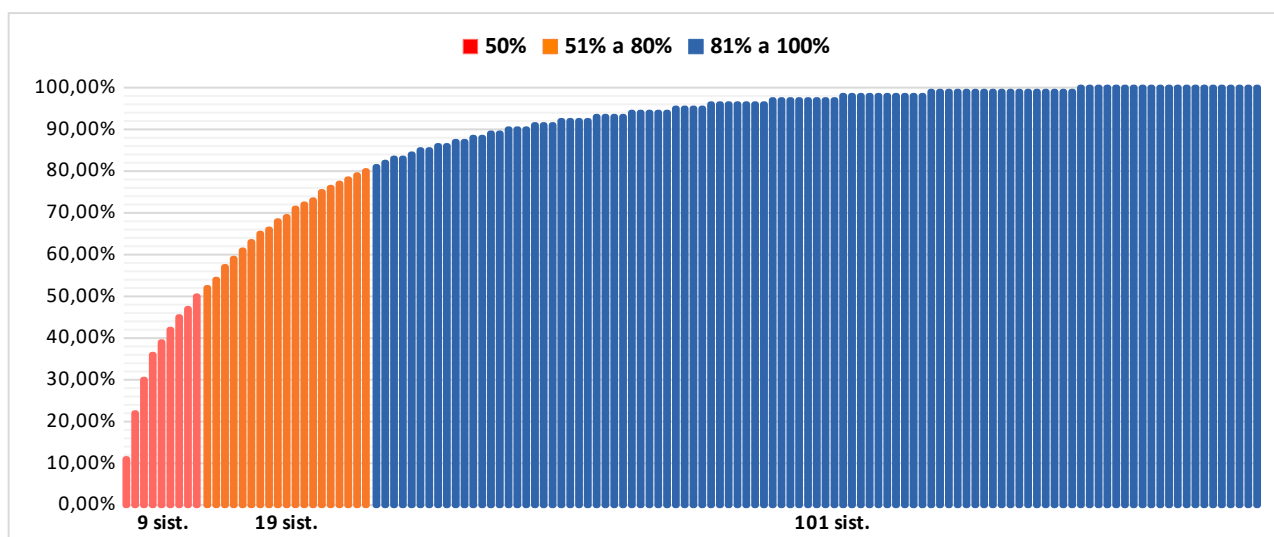


Figura 15: Distribuição do consumo energético dos sistemas de iluminação mapeados.

Para o desenvolvimento de um projeto de eficiência energética, é importante priorizar os sistemas críticos, desta forma, através da Figura 15, conclui-se que apenas 28 sistemas representam 80% do consumo total dos sistemas de iluminação mapeados, ou seja, concentrar esforços para efficientização apenas destes sistemas possui um grande impacto com elevado nível de viabilidade econômica.

Ao analisar o consumo dividido por tipologias na Figura 16, percebe-se que os sistemas associados a iluminação externa, representam um consumo de 29% do montante total. Por outro lado, os quatro maiores sistemas representam 82% do consumo total.

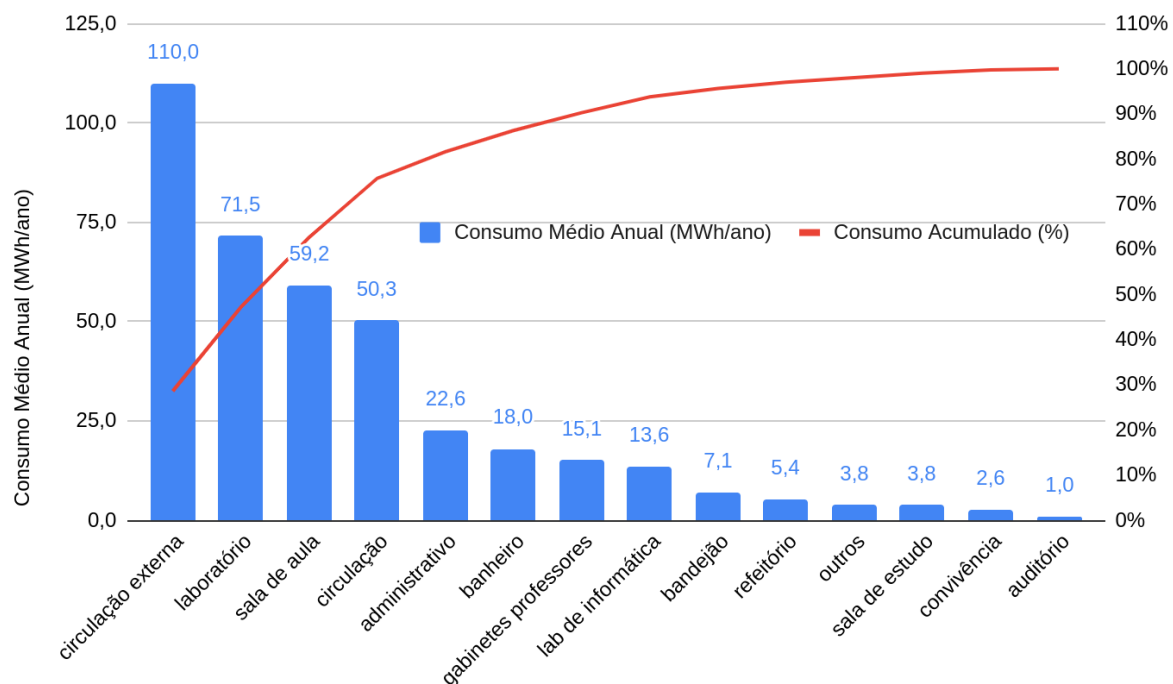


Figura 16: Consumo categorizado por tipologias em um ano típico vs consumo percentual acumulado.

Em um ano típico, 19,1% (73,2 MWh/ano) do consumo ocorre durante o horário de ponta H.P. (17h – 20h) e o restante durante o horário fora de ponta H.F.P. 80,9% (311,0 MWh/ano).

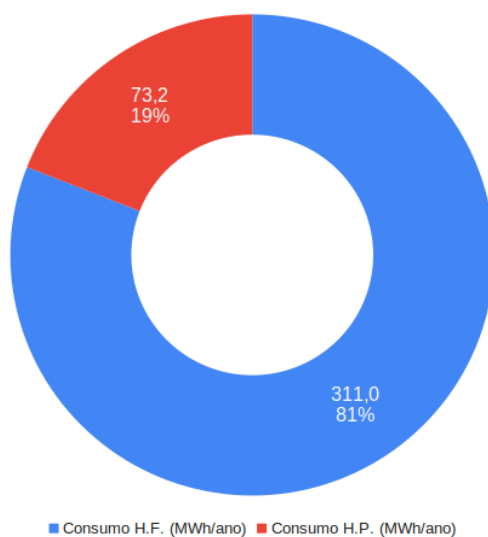
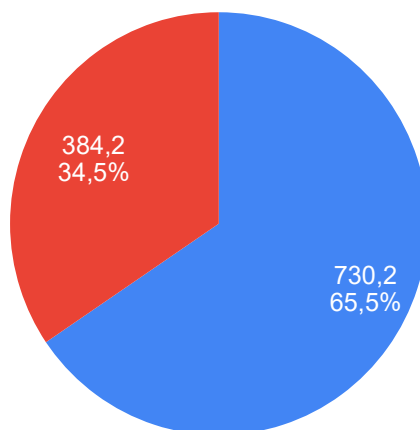


Figura 17: Consumo médio anual H.F. vs H.P. (MWh/ano)

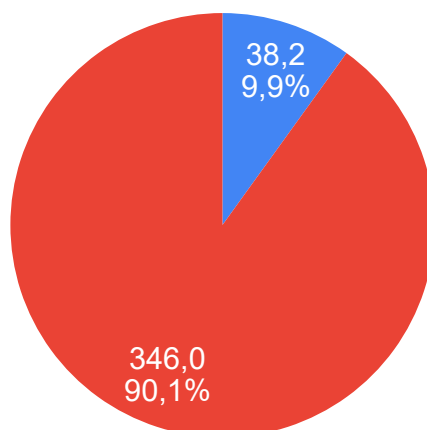
Ao analisar o percentual do consumo dos sistemas de iluminação em relação ao total da instalação (ver Figura 18), tem-se que 34,5% (384,2 MWh/ano) do consumo em um ano típico é referente aos sistemas de iluminação, enquanto 65,5% (730,2 MWh/ano) refere-se aos demais usos finais de energia (motores elétricos, ar-condicionado, ventiladores, aquecedores e resistências), totalizando 1114,4 MWh/ano de consumo em um ano típico.



■ Outros (730,2 MWh/ano) ■ Iluminação (384,2 MWh/ano)

Figura 18: Consumo dos sistemas de iluminação em relação ao total da instalação.

Ao analisar a Figura 18, constata-se o quão relevante é o consumo dos sistemas de iluminação, desta forma, ações de eficiência energética efetivas, podem contribuir com uma redução significativa. Outro ponto que merece destaque, é o elevado consumo anual associado as perdas nos reatores, estimado em 9,9% (38,2MWh/ano) do consumo total da instalação, ao considerar luminárias LED, este consumo adicional será poupado.



■ Perdas Reatores (MWh/ano) ■ Consumo Lâmpadas (MWh/ano)

Figura 19: Análise do consumo das lâmpadas em relação as perdas dos reatores.

5.6 Análise da Demanda dos Sistemas de Iluminação

A carga total dos sistemas de iluminação instalada é de 228,6 kW, sendo que, no horário de ponta, a demanda é de 86,4 kW (37,8% do total da carga instalada), conforme apresentado na Figura 20. Por outro lado, ao analisar o percentual de demanda das tipologias da instalação, na Figura 21, tem-se que as cinco tipologias com as maiores demandas, representam 82,3% (71,3 kW) da demanda total. É interessante observar que na Figura 21, nem todos os sistemas que apresentam as maiores potências instaladas, representam as maiores demandas, por exemplo, a tipologia dos laboratórios, que de fato, não possuem grande uso durante o horário de ponta.

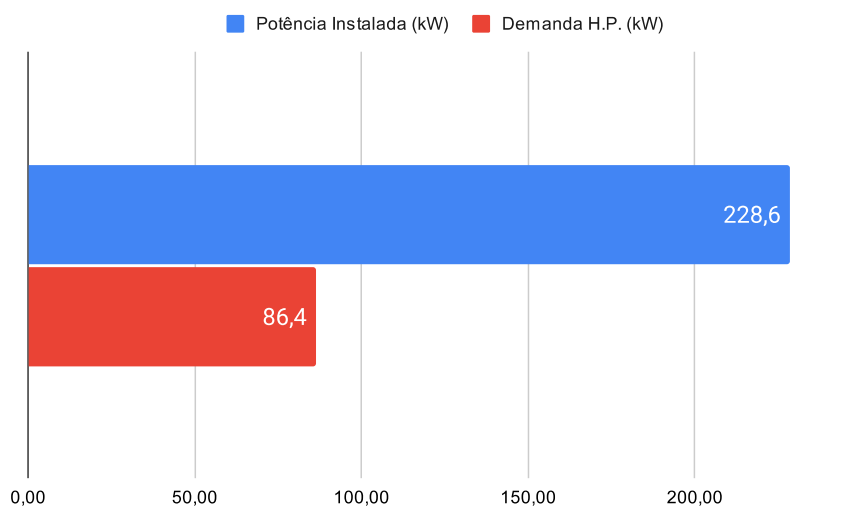


Figura 20: Carga total instalada e demanda (H.P.) dos sistemas de iluminação.

A ferramenta de diagnóstico energético foi capaz de estimar com um alto nível de detalhe os sistemas que possuem grande uso durante o horário de ponta. Esta informação é importante para o processo de definição da estratégia de priorização das tipologias e sistemas que deverão ser objetos de estudo para implementação de ações de eficiência energética.

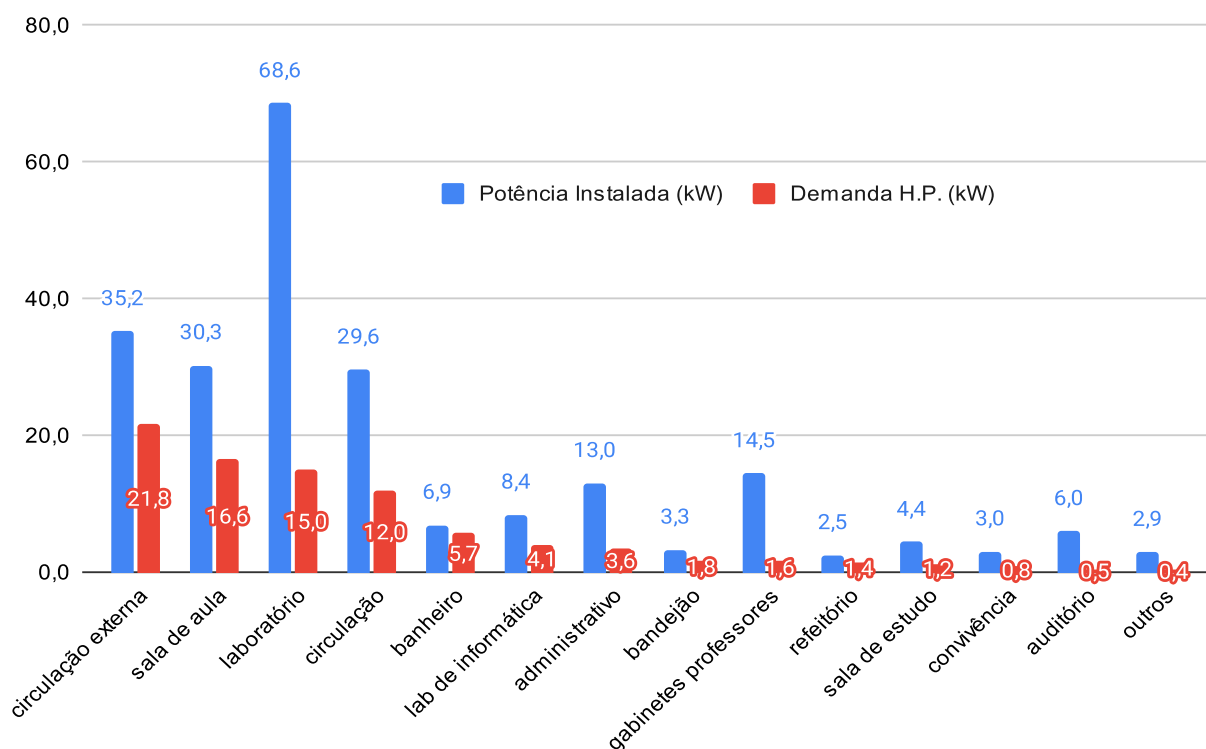


Figura 21: Demanda dividida por tipologia (kW).

O impacto da demanda dos sistemas de iluminação durante o horário de ponta é de 32,9% (86,4kW) de um total de 263kW (ver Figura 22). Desta forma, destaca-se a relevância destes sistemas na constituição da demanda total da instalação, além de que quaisquer ações de melhoria que resultem na redução da potência dos equipamentos de iluminação, certamente reduzirão significativamente a demanda no horário de ponta. Tais ações elevam a taxa de retorno do capital investido na implementação de um projeto de eficiência energética.

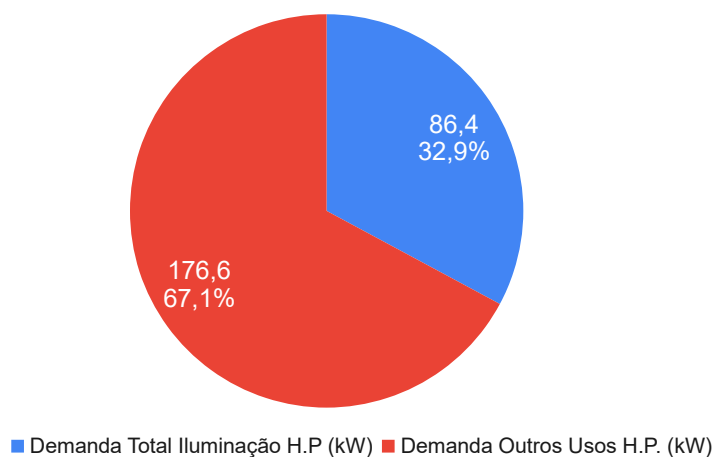


Figura 22: Participação da demanda dos sistemas de iluminação na instalação.

5.7 Quantidades e Tipos de Equipamentos de Iluminação

Ao avaliar o quantitativo de equipamentos de iluminação, em toda a instalação há um total de 3356 luminárias, no qual há 7861 lâmpadas instaladas e 3003 reatores. Desta forma, ao considerar um amplo programa de eficiência energética em relação aos sistemas de iluminação é importante elaborar um plano de descarte em conformidade com as regulamentações ambientais, pois a quantidade de lixo eletrônico gerado em função da substituição dos equipamentos será significativo.

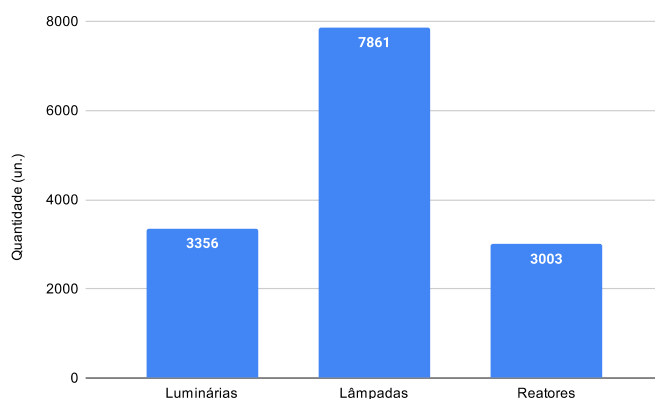


Figura 23: Quantitativo total das luminárias, lâmpadas e reatores.

Ao avaliar a quantidade de lâmpadas por tipologias, os laboratórios possuem a maior quantidade, em linha com a maior potência total instalada (68,6kW) dentre os sistemas de iluminação interna, apresentada na Figura 21. Os demais quantitativos por tipologia seguem apresentados na Figura 24.

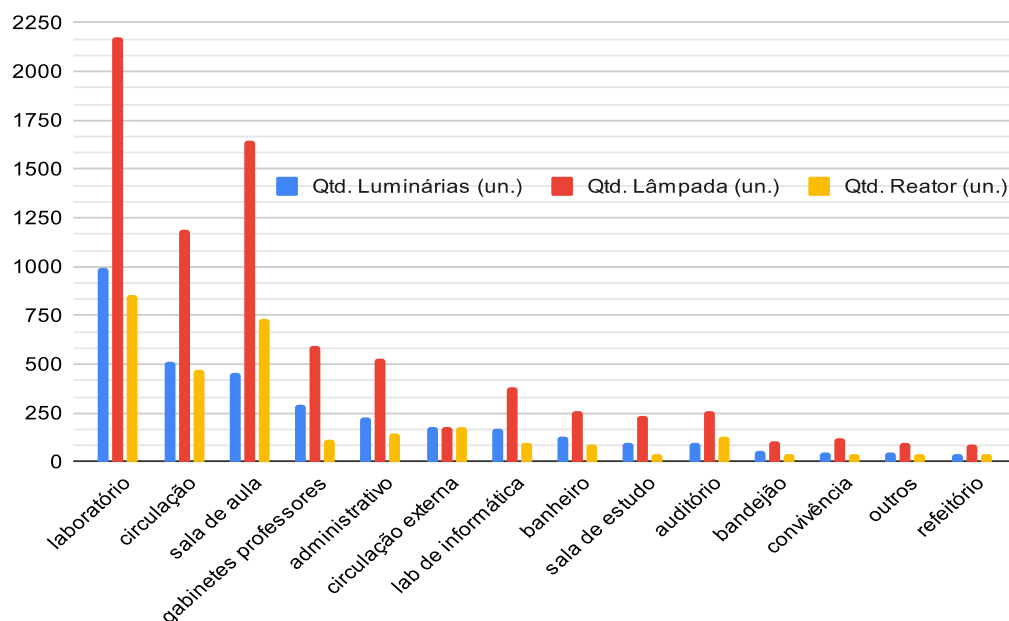


Figura 24: Qtd. de luminárias, lâmpadas e reatores divididos por tipologias.

5.7.1 Quantidades e Modelos de Luminárias

Ao analisar os modelos de luminárias presentes em cada tipologia é possível verificar se os mesmos são apropriados ao ambiente iluminado, bem como, propor alterações do modelo ou apenas a substituição das lâmpadas por modelos mais eficientes energeticamente. Desta forma, a ferramenta é capaz de levantar o quantitativo, bem como, modelo de luminárias presentes em cada sistema. A seguir são apresentados os quantitativos e modelos divididos por tipologias.

Tabela 9: Quantidade e modelos de luminárias por tipologia (1/3).

TIPOLOGIA / MODELO	calha embutida c/ difusor	calha embutida c/ refletor	calha embutida c/ refletor aletada	calha embutida c/refletor aletada	TOTAL
administrativo		34	33	18	85
auditório		16		44	60
banheiro		70			70
circulação		192	3	78	273
convivência		6		7	13
gabinetes prof.		78			78
lab de informática		3	16	24	43

laboratório		69	424		493
outros		11			11
refeitório	15	16			31
sala de aula		16		329	345
sala de estudo				15	15
TOTAL	15	511	476	515	1517

Tabela 10: Quantidade e modelos de luminárias por tipologia (2/3).

TIPOLOGIA / MODELO	cúpula pendente	pendente	poste IP	projektor	TOTAL
auditório		26			26
banheiro		2			2
circulação		4			4
circulação ext.			89	86	175
laboratório		12			12
refeitório	6				6
TOTAL	6	44	89	86	225

Tabela 11: Quantidade e modelos de luminárias por tipologia (3/3).

TIPOLOGIA / MODELO	calha sobrepor aberta	calha sobrepor c/ refletor	calha sobrepor c/ refletor aletada	calha embutida c/ difusor	TOTAL
administrativo	128	14			142
auditório		12			12
bandeirão	4		51		55
banheiro	52	6			58
circulação	144	90		4	238
convivência	21	1	17		39
gabinetes professores	159	18			177
lab de informática	90	8	28		126
laboratório	374	117			491
outros	24	10	1		35
refeitório	7				7
sala de aula	106	6			112

sala de estudo	80	6			86
TOTAL	1189	288	97	4	1578

6 CONCLUSÕES

Um diagnóstico energético assertivo e completo, contribui para minimizar os riscos associados a análise de investimento e ao desenvolvimento das ações de eficiência energética na fase de projeto. Desta forma, a ferramenta desenvolvida demonstrou a sua efetividade ao atender aos requisitos técnicos propostos inicialmente, ou seja, ser objetiva e de fácil assimilação e operação pelo usuário. Além de possuir um fluxo de trabalho bem definido e otimizado para a execução de diagnósticos energéticos em edificações administrativas de uso público.

Para fins de validação das funcionalidades propostas nos objetivos específicos (ver Capítulo 1.2.2), a aplicação da ferramenta para execução do diagnóstico energético dos sistemas de iluminação das instalações do CEFET-MG Nova Gameleira, entregou resultados concisos e funcionais para o desenvolvimento de um projeto de eficiência energética. O elevado nível de detalhamento obtido através do levantamento realizado, associado aos sistemas gerados automaticamente, facilitaram o processo de estudo e análise de adoção de potenciais medidas de melhoria de desempenho energético de cada sistema mapeado. Ao analisar os ganhos operacionais durante a atividade de coleta de dados em campo, para fins de comparação, se o processo inteiro ocorresse via preenchimento manual de formulários impressos, seriam necessários a impressão e preenchimento de 544 fichas (folhas tamanho A4) para execução dos registros. Sendo um processo extremamente demorado e com baixo sincronismo operacional entre os envolvidos durante a coleta de dados, pois cada qual iria preencher as fichas individualmente, após esta etapa, os dados coletados precisariam ser replicados um a um, manualmente, em planilhas digitais de cálculo. Outro ganho significativo é em relação ao agrupamento automático dos 544 registros em apenas 129 sistemas, que representam como elevado nível de detalhamento os equipamentos e suas condições de uso. Sendo que, este agrupamento apresenta um enorme salto de ganhos qualitativos e operacionais do processo de execução de um diagnóstico energético, pois possibilita o estudo de ações de melhorias personalizadas para cada sistema e o levantamento do tempo de retorno do investimento individualizado para cada sistema avaliado.

Além da automação de um processo manual, o preenchimento dos campos na ferramenta é totalmente compatível com a realidade operacional na fase de execução do

diagnóstico, ou seja, segue uma ordem fluida que minimiza a fricção em relação a experiência do usuário com a usabilidade da ferramenta.

Em relação as estimativas de consumo, a ferramenta demonstrou um grande trunfo ao estimar com sucesso os consumos de cada sistema, bem como condições de uso, demanda, potência instalada, dentre outras informações relevantes para a análise de retorno do investimento em função do impacto obtido a partir da relação redução do consumo energético *versus* investimentos necessários para implementação das ações de melhorias propostas. Quanto ao levantamento dos potenciais de ganhos energéticos, é importante destacar que a descrição de cada sistema, facilitou substancialmente o processo de análise das características técnicas e dimensões de cada equipamento de iluminação.

É importante destacar que foi realizado um estudo de caso considerando apenas o uso final de energia associado aos sistemas de iluminação, por outro lado, o mesmo processo de diagnóstico energético é capaz de ser realizado para outros usos finais de energia após parametrização da ferramenta na fase de planejamento do diagnóstico energético.

7 TRABALHOS FUTUROS

Propõe-se o desenvolvimento de uma ferramenta para análise de viabilidade econômica segmentada para efficientização de cada sistema mapeado na fase de diagnóstico energético. Também propõe-se o desenvolvimento de um módulo adicional para análise da demanda contratada para as unidades consumidoras pertencentes ao Grupo A.

8 REFERÊNCIAS

- ANDERSON, S. P. **Seductive Interaction Design: Creating Playful, Fun, and Effective User Experiences, Portable Document**. [s.l.] Pearson Education, 2011.
- ANEEL. PROPEE. **Aprovar os Procedimentos do Programa de Eficiência Energética –PROPEE**, 2013.
- AYRES, R. U.; TURTON, H.; CASTEN, T. Energy efficiency, sustainability and economic growth. **Energy**, v. 32, n. 5, p. 634–648, 1 maio 2007.
- BONNIE A. NARDI; JAMES R. MILLER. **Spreadsheets and end-user programming: Jim Miller / Miramontes Interactive**. Disponível em: <<https://www.miramontes.com/writing/spreadsheet-eup/>>. Acesso em: 21 jun. 2022.
- BOYD, G. A.; PANG, J. X. Estimating the linkage between energy efficiency and productivity. **Energy Policy**, v. 28, n. 5, p. 289–296, 1 maio 2000.
- BRASIL. 10.295. Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Brasília. 17 out. 2001.
- BUSTAMANTE, J. F. V.; BAJAY, D. S. V. Políticas e programas de eficiência energética para a indústria no Brasil: uma avaliação crítica e rotas para avanços. p. 148, 2018.
- CAUSO, A. F. T. Mecanismos políticos para promoção da eficiência energética e geração renovável em edificações : um estudo de caso da Alemanha e aplicações para o Brasil. 2013.
- COOREMANS, C. Investment in energy efficiency: do the characteristics of investments matter? **Energy Efficiency**, v. 5, n. 4, p. 497–518, 1 nov. 2012.
- CUNHA, J. et al. Model-based programming environments for spreadsheets. **Science of Computer Programming**, v. 96, p. 254–275, dez. 2014.
- ELETROBRÁS; PROCEL; UNIFEI. **Eficiência Energética - Teoria & Prática**. Itajuba: FUPAI, 2007.
- ENERDATA. **World Energy Primary Production | Energy Production | Enerdata**. Disponível em: <<https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-production.html>>. Acesso em: 22 fev. 2021.
- EPE. **Estudos de Demanda – Nota Técnica 16/12 – Avaliação da Eficiência Energética (2012-2021)**. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética, dez. 2012. Disponível em: <www.procelinfo.com.br/services/procel-info/Simuladores/DownloadSimulator.asp?DocumentID=%7BD6977DC1-18A5-43C2-9071-F94401FC3BBF%7D&ServiceInstUID=%7B5E202C83-F05D-4280-9004-3D59B20BEA4F%7D>. Acesso em: 4 nov. 2020.

GELLER, H. et al. Policies for advancing energy efficiency and renewable energy use in Brazil. **Energy Policy**, v. 32, n. 12, p. 1437–1450, 1 ago. 2004.

HAKAN BERUMENT, M.; BASAK CEYLAN, N.; DOGAN, N. The Impact of Oil Price Shocks on the Economic Growth of Selected MENA1 Countries. **The Energy Journal**, v. 31, n. 1, 1 jan. 2010.

IANNI, O. GLOBALIZAÇÃO E NEOLIBERALISMO. **SÃO PAULO EM PERSPECTIVA**, p. 6, 1998.

Issues Monitor 2020: Decoding New Signals of Change. Disponível em: <<https://www.worldenergy.org/publications/entry/issues-monitor-2020-signals-change>>. Acesso em: 24 fev. 2021.

KOLLMUSS, A. DOHA DECISIONS ON THE KYOTO SURPLUS EXPLAINED. p. 15, mar. 2013.

MME. **Plano Nacional de Eficiência Energética**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 18 nov. 2011. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/36208/469534/Plano+Nacional+Efici%C3%A2ncia+Energ%C3%A9tica+%28PDF%29.pdf/899b8676-ebfd-c179-8e43-5ef5075954c2?version=1.0>>. Acesso em: 4 nov. 2020.

NORDHAUS, W. D.; BOYER, J. G. Requiem for Kyoto: An Economic Analysis of the Kyoto Protocol. **The Energy Journal**, v. 20, n. 01, 1 set. 1999.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | Agenda 2030**. Disponível em: <<https://odsbrasil.gov.br/>>. Acesso em: 24 fev. 2021.

OUEDRAOGO, N. S. Energy consumption and human development: Evidence from a panel cointegration and error correction model. **Energy**, v. 63, p. 28–41, 15 dez. 2013.

Políticas Públicas | Abesco. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/novidade/eficiencia-energetica-precisa-de-politicas-publicas-para-crescer-affirma-abesco/>>. Acesso em: 23 fev. 2021.

PROCEL. **Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2015. Disponível em: <<https://bitlybr.com/uK96go>>. Acesso em: 4 nov. 2020.

RONEN, B.; PALLEY, M. A.; LUCAS, H. C. Spreadsheet analysis and design. **Communications of the ACM**, v. 32, n. 1, p. 84–93, 1 jan. 1989.

SESANA, M. M.; SALVALAI, G. Overview on life cycle methodologies and economic feasibility for nZEBs. **Building and Environment**, v. 67, p. 211–216, 1 set. 2013.

SHEWHART, W. A.; DEMING, W. E. **Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control**. [s.l.] Courier Corporation, 1986.

SOARES, F. K.; LOUREIRO, M. H. C.; MATOS, R. A. DA S. BEN 2020 | Relatório Síntese| Ano Base 2019. **BEN 2020**, p. 73, 2020.

SOLOMON, B. D.; KRISHNA, K. The coming sustainable energy transition: History, strategies, and outlook. **Energy Policy**, Asian Energy Security. v. 39, n. 11, p. 7422–7431, 1 nov. 2011.

TEIXEIRA, F. **Introdução e boas práticas em UX Design**. [s.l.] Editora Casa do Código, 2014.

TSENG, Y. C. et al. A novel sensor platform matching the improved version of IPMVP option C for measuring energy savings. **Sensors (Switzerland)**, v. 13, n. 5, p. 6811–6831, 2013.

WANG, H. et al. Methodology of comprehensive building energy performance diagnosis for large commercial buildings at multiple levels. **Applied Energy**, v. 169, p. 14–27, 1 maio 2016.

WEC. **Energy Efficiency: A straight path towards energy sustainability**. Disponível em: <<https://www.worldenergy.org/publications/entry/energy-efficiency-a-straight-path-towards-energy-sustainability>>. Acesso em: 24 fev. 2021.

WERNECK, R. L. F. **Privatização do setor elétrico: Especificidades do caso brasileiro**. [s.l.] Texto para discussão, 1997. Disponível em: <<https://www.econstor.eu/handle/10419/186618>>. Acesso em: 24 fev. 2021.

9 APÊNDICES

9.1 Apêndice A – Registros do Diagnóstico Energético

#	1	2	3	4	5	6
Etiqueta de Identificação	IL1-IN-P20-OUT	IL2-IN-P1-SAL	IL3-IN-P1-SAL	IL4-IN-P1-SAL	IL5-IN-P1-SAL	IL6-IN-P1-SAL
Status	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado
Uso Final	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin
Tipologia	outros	sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula
Edifício	P	P	P	P	P	P
Nº do Edifício	20	1	1	1	1	1
Andar						
Sub Local 1	111	114	114	114	116	116
Sub Local 2	ST					
SubLocal 3						
Local	P20/111/ST	P1/114	P1/114	P1/114	P1/116	P1/116
Ambiente						
Expediente (h)						
Observações						
Funciona	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Em Uso	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Qtd. Luminária (un.)	2	1	2	5	1	1
Selo Procel	não	não	não	não	não	não
Descrição	3007 2xT5 Fluor 115 cm	4010 2xT8 LED 120 cm	4010 2xT8 Fluor 120 cm	4010 4xT8 Fluor 120 cm	4010 1xT8 Fluor 120 cm	4010 2xT8 Fluor 120 cm
Modelo Luminária	calha sobrepor c/ refletor	calha sobrepor aberta	calha sobrepor aberta	calha sobrepor aberta	calha sobrepor aberta	calha sobrepor aberta
Tensão (V)	127	127	127	127	127	127
Ligação	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica
Tipo Lâmpada	T5 115cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm
Tecnologia	fluorescente	LED	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente
Potência (W)	28	18	32	32	32	32
Qtd. Lâmpada (un.)	2	2	2	4	1	2
Modelo Reator	eletrônico		eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico
Perdas Reator (W)	8		7	7	7	7
Qtd. Reator (un.)	1		1	2	1	1
Uso Total Semanal (h)	30	45	45	45	45	45
Uso Corrido Semanal (dias)	5	5	5	5	5	5
Uso Útil Semanal (dias)	5	5	5	5	5	5
Uso H.P. (h/dia)	0,5	2	2	2	2	2
Uso Anual (meses)	10	10	10	10	10	10
Uso Anual Total (dias/ano)	217	217	217	217	217	217
Uso Médio Diário (h/dia)	6	9	9	9	9	9
FCP	0,14	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Consumo Médio	13,9	5,9	23,1	115,7	6,4	11,6

**Mensal
(kWh/mês)**

7	8	9	10	11	12
IL7-IN-P1-SAL	IL8-IN-P1-SAL	IL9-IN-P1-SAL	IL10-IN-P7-SAL	IL11-IN-P7-SAL	IL12-IN-P7-SAL
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado
ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin
sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula
P	P	P	P	P	P
1	1	1	1	7	7
116	116	119	LS1	LS2	A
P1/116	P1/116	P1/119	P7/LS1	P7/LS2	P7/A
sim	sim	sim	sim	sim	sim
sim	sim	sim	sim	sim	sim
1	4	8	8	8	8
não	não	não	não	não	não
4010 3xT8 Fluor	4010 4xT8 Fluor	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED
120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm
calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor
aberta	aberta	aberta	aberta	aberta	aberta
127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica
T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm
fluorescente	fluorescente	LED	LED	LED	LED
32	32	18	18	18	18
3	4	2	2	2	2
eletrônico	eletrônico				
7	7				
2	2				
45	45	45	45	45	45
5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
2	2	2	2	2	2
10	10	10	10	10	10
217	217	217	217	217	217
9	9	9	9	9	9
0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
17,9	92,6	46,9	46,9	46,9	46,9
13	14	15	16	17	18
IL13-IN-P7-SAL	IL14-IN-P12-SAL	IL15-IN-P12-SAL	IL16-IN-P1-SAL	IL17-IN-P1-SAL	IL18-IN-P1-SAL
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado
ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin
sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula
P	P	P	P	P	P
7	12	12	1	1	1
B	5	7	123	125	121B
P7/B	P12/5	P12/7	P1/123	P1/125	P1/121B

sim	sim	sim	sim	sim	sim	
sim	8	8	8	8	1	1
não	não	não	não	não	não	
4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 3xT8 LED	4010 3xT8 LED	4010 1xT8 Fluor	
120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	
calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	
aberta	aberta	aberta	aberta	aberta	aberta	
127	127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	
T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	
LED	LED	LED	LED	LED	fluorescente	
18	18	18	18	18	18	32
2	2	2	2	3	3	1
					eletrônico	
						7
						1
	45	45	45	45	45	45
	5	5	5	5	5	5
	5	5	5	5	5	5
	2	2	2	2	2	2
	10	10	10	10	10	10
	217	217	217	217	217	217
	9	9	9	9	9	9
	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
	46,9	46,9	46,9	70,4	8,8	6,4

19	20	21	22	23	24	
IL19-IN-P1-SAL	IL20-IN-P1-SAL	IL21-IN-P1-SAL	IL22-IN-P1-SAL	IL23-IN-P1-SAL	IL24-IN-P18-SAL	
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	
ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	
sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula	
P	P	P	P	P	P	
1	1	1	1	1	1	18
118	125	121B		118	122	106
P1/118	P1/125	P1/121B	P1/118	P1/122	P18/106	

sim	sim	sim	sim	sim	sim	
sim	3	5	4	5	8	9
não	não	não	não	não	não	
4010 2xT8 Fluor	4010 4xT8 LED	4010 4xT8 Fluor	4010 4xT8 Fluor	4010 4xT8 Fluor	2320 2xT8 Fluor	
120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	
calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha embutida c/	
aberta	aberta	aberta	aberta	aberta	refletor	
127	127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	
T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	
fluorescente	LED	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	

	32	18	32	32	32	32
	2	4	4	4	4	2
eletrônico		eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	
	7		7	7	7	7
	1		2	2	2	1
	45	45	45	45	45	45
	5	5	5	5	5	5
	5	5	5	5	5	5
	2	2	2	2	2	2
	10	10	10	10	10	10
	217	217	217	217	217	217
	9	9	9	9	9	9
	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
	34,7	58,7	92,6	115,7	185,1	104,1

25	26	27	28	29	30
IL25-IN-P18-SAL	IL26-IN-P1-SAL	IL27-IN-P20-SAL	IL28-IN-P20-SAL	IL29-IN-P20-SAL	IL30-IN-P20-SAL
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado
ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin
sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula
P	P	P	P	P	P
18	1	20	20	20	20
206	121	101	102	103	115
P18/206	P1/121	P20/101	P20/102	P20/103	P20/115

sim	sim	sim	sim	sim	sim
sim	sim	sim	sim	sim	sim
7	7	6	12	12	9
16	16	16	16	16	16
não	não	não	não	não	não
2320 2xT8 Fluor	3320 2xT8 LED	2003 4xT5 Fluor	2003 4xT5 Fluor	2003 4xT5 Fluor	2003 4xT5 Fluor
120 cm	120 cm	55 cm	55 cm	55 cm	55 cm
calha embutida	calha sobrepor	calha embutida	calha embutida	calha embutida	calha embutida
c/ refletor	c/ refletor	c/refletor aletada	c/refletor aletada	c/refletor aletada	c/refletor aletada
127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica
T8 120cm	T8 120cm	T5 55cm	T5 55cm	T5 55cm	T5 55cm
fluorescente	LED	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente
32	18	14	14	14	14
2	2	4	4	4	4
eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico
7		5	5	5	5
1		2	2	2	2
45	45	45	45	45	45
5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
2	2	2	2	2	2
10	10	10	10	10	10
217	217	217	217	217	217
9	9	9	9	9	9
0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
81,0	35,2	129,1	129,1	96,8	172,1

31	32	33	34	35	36
IL31-IN-P20-SAL	IL32-IN-P20-SAL	IL33-IN-P20-SAL	IL34-IN-P20-SAL	IL35-IN-P20-SAL	IL36-IN-P20-SAL
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado
ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin
sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula	sala de aula
P	P	P	P	P	P
20	20	20	20	20	20
301	302	303	305	307	308
P20/301	P20/302	P20/303	P20/305	P20/307	P20/308

sim	sim	sim	sim	sim	sim
sim	sim	sim	sim	sim	sim
12	12	9	12	12	9
não	não	não	não	não	não
2003 4xT5 Fluor	2003 4xT5 Fluor	2003 4xT5 Fluor	2003 4xT5 Fluor	2003 4xT5 Fluor	2003 4xT5 Fluor
55 cm	55 cm	55 cm	55 cm	55 cm	55 cm
calha embutida	calha embutida	calha embutida	calha embutida	calha embutida	calha embutida
c/refletor aletada	c/refletor aletada	c/refletor aletada	c/refletor aletada	c/refletor aletada	c/refletor aletada
127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica
T5 55cm	T5 55cm	T5 55cm	T5 55cm	T5 55cm	T5 55cm
fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente
14	14	14	14	14	14
4	4	4	4	4	4
eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico
5	5	5	5	5	5
2	2	2	2	2	2
45	45	45	45	45	45
5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
2	2	2	2	2	2
10	10	10	10	10	10
217	217	217	217	217	217
9	9	9	9	9	9
0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
129,1	129,1	96,8	129,1	129,1	96,8

439	440	441	442	443	444
IL439-IN5-LAB	IL440-IN8-LAB	IL441-IN8-LAB	IL442-IN8-LAB	IL443-IN5-LAB	IL444-IN9-LAB
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado
ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin
laboratório	laboratório	laboratório	laboratório	laboratório	laboratório
5	8	8	8	5	9
Usinagem CNC	laboratório Leacopi	Sala controle Leacopi	laboratório Leacopi	Dinamômetro	Galpao
5/Usinagem CNC	8/laboratório/ Leacopi	8/Sala controle/Leacopi	8/laboratório/ Leacopi	5/Dinamômetro	9/Galpao

sim	sim	sim	sim	sim	sim	
sim	sim	sim	sim	sim	sim	
	30	9	3	4	2	4
não	não	não	não	não	não	
4650 2xT8	4650 2xT8	4650 2xT8	4650 2xT8	VM 250W	VM 250W	
120cm	120cm	120cm	120cm			
calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	pendente	pendente	
aberta	aberta	aberta	aberta			
	127	127	127	127	220	220
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	bifásica	bifásica	
T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	bulbo	bulbo	
fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	vapor metálico	vapor metálico	
	32	32	32	32	250	250
	2	2	2	2	1	1
eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletromagnético	eletromagnético	
	7	7	7	7	25	25
	1	1	1	1	1	1
	24	24	24	24	24	24
	4	4	4	4	4	4
	4	4	4	4	4	4
	1	1	1	1	1	1
	10	10	10	10	10	10
	174	174	174	174	174	174
	6	6	6	6	6	6
	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
	185,1	55,5	18,5	24,7	47,8	95,6

445	446	447	448	449	450
IL445-IN7-LAB	IL446-IN7-LAB	IL447-IN7-LAB	IL448-IN12-LAB	IL449-IN12-LAB	IL450-IN12-LAB
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado
ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin
lab de informática	lab de informática	lab de informática	lab de informática	lab de informática	lab de informática
	7	7	7	12	12
Sala A	Sala B	Sala C		106	208
CCC	CCC	CCC		Proj. Instal.	DECOM 1
7/Sala A/CCC	7/Sala B/CCC	7/Sala C/CCC	12/106	12/208/Proj. Instal.	12/DECOM 1

sim	sim	sim	sim	sim	sim	
sim	sim	sim	sim	sim	sim	
	6	6	6	8	8	8
não	não	não	não	não	não	
4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	
120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	
calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	
aberta	aberta	aberta	aberta	aberta	aberta	
	127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	
T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	
LED	LED	LED	LED	LED	LED	
	18	18	18	18	18	18

2	2	2	2	2	2
24	24	24	24	24	24
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
1	1	1	1	1	1
10	10	10	10	10	10
174	174	174	174	174	174
6	6	6	6	6	6
0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
18,8	18,8	18,8	25,0	25,0	25,0
451	452	453	454	455	456
IL451-IN12-LAB	IL452-IN12-LAB	IL453-IN12-LAB	IL454-IN12-LAB	IL455-IN12-LAB	IL456-IN12-LAB
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado
ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin
lab de informática	lab de informática	lab de informática	lab de informática	lab de informática	lab de informática
12	12	12	12	12	12
DECOM 2	DECOM 3	DECOM 4	DECOM 5	DECOM 6	DECOM 7
12/DECOM 2	12/DECOM 3	12/DECOM 4	12/DECOM 5	12/DECOM 6	12/DECOM 7
sim	sim	sim	sim	sim	sim
sim	sim	sim	sim	sim	sim
8	8	8	8	8	8
não	não	não	não	não	não
4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED
120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm
calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor
aberta	aberta	aberta	aberta	aberta	aberta
127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica
T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm
LED	LED	LED	LED	LED	LED
18	18	18	18	18	18
2	2	2	2	2	2
40	40	40	40	40	40
5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
2	2	2	2	2	2
10	10	10	10	10	10
217	217	217	217	217	217
8	8	8	8	8	8
0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7
457	458	459	460	461	462
IL457-IN1-LAB	IL458-IN4-LAB	IL459-IN4-LAB	IL460-IN1-LAB	IL461-IN1-LAB	IL462-IN1-LAB

verificado ilin lab de informática	verificado ilin lab de informática	verificado ilin lab de informática	verificado ilin lab de informática	verificado ilin lab de informática	verificado ilin lab de informática	
1	4	4	1	1	1	
232LSN	c	113A	113B	113C		
DEE						
1/232/DEE	4/LSN	4/c	1/113A	1/113B	1/113C	

sim sim	sim sim	sim sim	sim sim	sim sim	sim sim	
3	3	5	4	6	4	
não	não	não	não	não	não	
2320 2xT8 LED	3320 2xT8 LED	3320 2xT8 Fluor	3001 2xT8 Fluor	3001 2xT8 Fluor	3001 2xT8 Fluor	
120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	
calha embutida	calha sobrepor	calha sobrepor	c/calha sobrepor	c/calha sobrepor	c/calha sobrepor	
c/ refletor	c/ refletor	c/ refletor	c/ refletor aletada	c/ refletor aletada	c/ refletor aletada	
127	127	127	127	127	127	
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	
T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	
LED	LED	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	
18	18	32	32	32	32	
2	2	2	2	2	2	
	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	
		7	7	7	7	
		1	1	1	1	
40	40	40	40	40	40	
5	5	5	5	5	5	
5	5	5	5	5	5	
2	2	2	2	2	2	
10	10	10	10	10	10	
217	217	217	217	217	217	
8	8	8	8	8	8	
0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	
15,6	15,6	51,4	41,1	61,7	41,1	

463	464	465	466	467	468	
IL463-IN1-LAB	IL464-IN1-LAB	IL465-IN1-LAB	IL466-IN20-LAB	IL467-IN20-LAB	IL468-IN19-LAB	
verificado ilin lab de informática	verificado ilin lab de informática	verificado ilin lab de informática	verificado ilin lab de informática	verificado ilin lab de informática	verificado ilin lab de informática	
1	1	1	20	20	19	
113D	113E	DCSA	105	107	406	
				CAELE		
1/113D	1/113E	1/DCSA	20/105	20/107	19/406/CAELE	
sim	sim	sim	sim	sim	sim	

sim	sim	sim	sim	sim	sim	
	2	6	6	12	12	16
não	não	não	não	não	não	
3001 2xT8 Fluor	3001 2xT8 Fluor	3001 2xT8 Fluor	2003 4xT5 Fluor	2003 4xT5 Fluor	2006 2xT5 Fluor	
120 cm	120 cm	120 cm	55 cm	55 cm	115 cm	
calha sobrepor c/	calha sobrepor c/	calha sobrepor c/	calha embutida	calha embutida	calha embutida c/	
refletor aletada	refletor aletada	refletor aletada	c/refletor aletada	c/refletor aletada	refletor aletada	
	127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	
T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T5 55cm	T5 55cm	T5 115cm	
fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	
	32	32	32	14	14	28
	2	2	2	4	4	2
eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	
	7	7	7	5	5	8
	1	1	1	2	2	1
	40	40	40	40	40	40
	5	5	5	5	5	5
	5	5	5	5	5	5
	2	2	2	2	2	2
	10	10	10	10	10	10
	217	217	217	217	217	217
	8	8	8	8	8	8
	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
	20,6	61,7	61,7	114,7	114,7	148,3

469	470	471	472	473	474	
IL469-IN6-SAL	IL470-IN6-SAL	IL471-IN7-SAL	IL472-IN7-SAL	IL473-IN1-SAL	IL474-IN1-SAL	
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	
ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	
sala de estudo	sala de estudo	sala de estudo	sala de estudo	sala de estudo	sala de estudo	
	6	6	7	7	1	1
Térreo	Mezzanino	CCC PPGMMC	4 andar PPGMMC	PPGEL	228 PPGEL	228
6/Térreo	6/Mezzanino	7/CCC/PPGMMC	7/4 andar/PPGMMC	1/228/PPGEL	1/228/PPGEL	

sim	sim	sim	sim	sim	sim	
sim	sim	sim	sim	sim	sim	
	36	36	2	4	1	1
não	não	não	não	não	não	
4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 Fluor	4010 4xT8 Fluor	
120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	
calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	
aberta	aberta	aberta	aberta	aberta	aberta	
	127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	
T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	
LED	LED	LED	LED	fluorescente	fluorescente	
	18	18	18	18	32	32
	2	2	2	2	2	4
				eletrônico	eletrônico	

				7	7
				1	2
20	20	20	20	20	20
5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
1	1	1	1	1	1
10	10	10	10	10	10
217	217	217	217	217	217
4	4	4	4	4	4
0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
93,9	93,9	5,2	10,4	5,1	10,3

475	476	477	478	479	480
IL475-IN4-SAL	IL476-IN4-SAL	IL477-IN4-SAL	IL478-IN4-SAL	IL479-IN20-SAL	IL480-IN2-BAN
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado
ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin
sala de estudo	sala de estudo	sala de estudo	sala de estudo	sala de estudo	bandeirão
4	4	4	4	20	2
Professores	Mestrado 1	Mestrado 2	Professores	203Restaurante	
			Monitoria		
4/Professores	4/Mestrado 1	4/Mestrado 2	4/Professores	20/203/Monitoria	2/Restaurante

sim	sim	sim	sim	sim	sim
sim	sim	sim	sim	sim	sim
	1	2	2	1	15
não	não	não	não	não	não
3320 2xT8 LED	3320 2xT8 Fluor	3320 2xT8 Fluor	3320 2xT8 Fluor	2003 4xT5 Fluor	4010 2xT8 LED
120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	55 cm	120 cm
calha sobrepor c/ refletor	calha sobrepor c/ refletor	calha sobrepor c/ refletor	calha sobrepor c/ refletor	calha embutida c/refletor aletada	calha sobrepor aberta
127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica
T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T5 55cm	T8 120cm
LED	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	LED
18	32	32	32	32	14
2	2	2	2	2	4
eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	
	7	7	7	7	5
	1	1	1	1	2
20	20	20	20	20	20
5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
1	1	1	1	1	1
10	10	10	10	10	10
217	217	217	217	217	217
4	4	4	4	4	10
0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,55
2,6	10,3	10,3	5,1	71,7	6,5

481	482	483	484	485	486
IL481-IN2-BAN	IL482-IN2-BAN	IL483-IN2-BAN	IL484-IN2-BAN	IL485-IN7-REF	IL486-IN12-REF

verificado ilin bandeirão	verificado ilin bandeirão	verificado ilin bandeirão	verificado ilin bandeirão	verificado ilin refeitório	verificado ilin refeitório	
2	2	2	2	2	7	12
Restaurante	Restaurante	Restaurante	Restaurante	1 andar DF	Professores	
2/Restaurante	2/Restaurante	2/Restaurante	2/Restaurante	7/1 andar/DF	12/Professores	
sim sim	sim sim	sim sim	sim sim	sim sim	sim sim	
1	1	2	16	35	2	1
não 4010 1xT8 Fluor 120 cm calha sobrepor aberta	não 4010 2xT8 Fluor 120 cm calha sobrepor aberta	não 3001 2xT8 LED 120 cm calha sobrepor c/ refletor aletada	não 3001 2xT8 Fluor 120 cm calha sobrepor c/ refletor aletada	não 4010 2xT8 LED 120 cm calha sobrepor aberta	não 4010 2xT8 LED 120 cm calha sobrepor aberta	
127	127	127	127	127	127	127
monofásica T8 120cm fluorescente	monofásica T8 120cm fluorescente	monofásica T8 120cm LED	monofásica T8 120cm fluorescente	monofásica T8 120cm LED	monofásica T8 120cm LED	
32	32	32	18	32	18	18
1	2	2	2	2	2	2
eletrônico	eletrônico		eletrônico			
7	7			7		
1	1			1		
50	50		50	50	50	50
5	5		5	5	5	5
5	5		5	5	5	5
2	2		2	2	2	2
10	10		10	10	10	10
217	217		217	217	217	217
10	10		10	10	10	10
0,55	0,55		0,55	0,55	0,55	0,55
7,1	25,7		104,3	449,9	13,0	6,5
487 IL487-IN1-REF	488 IL488-IN9-REF	489 IL489-IN1-REF	490 IL490-IN1-REF	491 IL491-IN17-REF	492 IL492-IN19-REF	
verificado ilin refeitório	verificado ilin refeitório	verificado ilin refeitório	verificado ilin refeitório	verificado ilin refeitório	verificado ilin refeitório	
1	9	1	1	17	19	
111G		111G	DCSA		Lanchonete	
1/111G	9	1/111G	1/DCSA	17	19/Lanchonete	
sim sim	sim sim	sim sim	sim sim	sim sim	sim sim	

	1	2	1	1	2	6
não	não	não	não	não	não	
4010 2xT8 Fluor	4010 2xT8 Fluor	4010 4xT8 Fluor	2320 2xT8 Fluor	2320 2xT8 Fluor	2320 2xT8 Fluor	
120 cm	120 cm	120 cm	60 cm	120 cm	120 cm	
calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha embutida c/	calha embutida c/	calha embutida c/	
aberta	aberta	aberta	refletor	refletor	refletor	
	127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	
T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 60cm	T8 120cm	T8 120cm	
fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	
	32	32	32	18	32	32
	2	2	4	2	2	2
eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	
	7	7	7	7	7	7
	1	1	2	1	1	1
	50	50	50	50	50	50
	5	5	5	5	5	5
	5	5	5	5	5	5
	2	2	2	2	2	2
	10	10	10	10	10	10
	217	217	217	217	217	217
	10	10	10	10	10	10
	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
	12,9	25,7	25,7	7,8	25,7	77,1

493	494	495	496	497	498
IL493-IN19-REF	IL494-IN20-REF	IL495-IN19-REF	IL496-IN19-REF	IL497-IN20-REF	IL498-IN1-CON
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado
ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin
refeitório	refeitório	refeitório	refeitório	refeitório	convivência
	19	20	19	19	20
					1
CAELE	307 Cantina	208Lanchonete	Lanchonete	Cantina	208Professores
19/307/CAELE	20/208/Cantina	19/Lanchonete	19/Lanchonete	20/208/Cantina	1/Professores

sim	sim	sim	sim	sim	sim	
sim	sim	sim	sim	sim	sim	
	4	3	6	9	6	6
não	não	não	não	não	não	
2007 2xT5 Fluor	2007 2xT5 Fluor	8021 2xLFC	7400 2xT5 Fluor	7400 2xT5 Fluor	4010 2xT8 LED	
115 cm	115 cm	15W	115cm	115cm	120 cm	
calha embutida c/	calha embutida c/	cúpula	calha embutida c/	calha embutida c/	calha sobrepor	
refletor	refletor	pendente	difusor	difusor	aberta	
	127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	
T5 115cm	T5 115cm	bulbo	T5 115cm	T5 115cm	T8 120cm	
fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	LED	
	28	28	15	28	14	18
	2	2	2	2	2	2
eletrônico	eletrônico		eletrônico	eletrônico		
	8	8		8	5	

1	1		1	1	
50	50	50	50	50	20
5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
2	2	2	2	2	1
10	10	10	10	10	10
217	217	217	217	217	217
10	10	10	10	10	4
0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,27
46,3	34,8	32,6	104,3	35,8	15,6

499	500	501	502	503	504
IL499-IN2-CON	IL500-IN12-CON	IL501-IN1-CON	IL502-IN2-CON	IL503-IN2-CON	IL504-IN1-CON
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado
ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin
convivência	convivência	convivência	convivência	convivência	convivência
2	12	1	2	2	1
Conservo	Professores	DEE	226 DCE	Conservo	DCSA Reuniões
2/Conservo	12/Professores	1/226/DEE	2/DCE	2/Conservo	1/DCSA/Reuniões
sim	sim	sim	sim	sim	sim
sim	sim	sim	sim	sim	sim
1	5	2	4	3	2
não	não	não	não	não	não
4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 Fluor	4010 2xT8 Fluor	4010 4xT8 Fluor	2320 2xT8 Fluor
120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	60 cm
calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha embutida c/
aberta	aberta	aberta	aberta	aberta	refletor
127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica
T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 60cm
LED	LED	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente
18	18	32	32	32	18
2	2	2	2	4	2
	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico
		7	7	7	7
		1	1	2	1
20	20	20	20	20	20
5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
1	1	1	1	1	1
10	10	10	10	10	10
217	217	217	217	217	217
4	4	4	4	4	4
0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
2,6	13,0	10,3	20,6	30,9	6,2

505	506	507	508	509	510
IL505-IN18-CON	IL506-IN4-CON	IL507-IN2-CON	IL508-IN2-CON	IL509-IN20-CON	IL510-IN1-OUT
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado

ilin convivência	ilin convivência	ilin convivência	ilin convivência	ilin convivência	ilin outros	
	18	4	2	2	20	1
2 andar Reuniões	Reuniões	DCE	DCE	Professores	202 Vigilancia	
18/2 andar/Reuniões	4/Reuniões	2/DCE	2/DCE	20/202/ Professores	1/Vigilancia	
sim sim	sim sim	sim sim	tempo de uso sim sim	tempo de uso sim sim	sim sim	
não	não	não	não	não	não	
2320 2xT8 Fluor 120 cm	3320 2xT8 Fluor 120 cm	3001 2xT8 LED 60 cm	3001 2xT8 Fluor 120 cm	2003 4xT5 Fluor 55 cm	4010 2xT8 LED 120 cm	
calha embutida c/ refletor	calha sobrepor c/ refletor	calha sobrepor c/ refletor aletada	calha sobrepor c/ refletor aletada	calha embutida c/refletor aletada	calha sobrepor aberta	
127	127	127	127	127	127	127
monofásica T8 120cm fluorescente	monofásica T8 120cm fluorescente	monofásica T8 60cm LED	monofásica T8 120cm fluorescente	monofásica T5 55cm fluorescente	monofásica T8 120cm LED	
32	32	9	32	14	18	
2	2	2	2	4	2	
eletrônico	eletrônico		eletrônico	eletrônico		
7	7		7	5		
1	1		1	2		
20	20	20	20	20	30	
5	5	5	5	5	5	
5	5	5	5	5	5	
1	1	1	1	1	0,5	
10	10	10	10	10	10	
217	217	217	217	217	217	
4	4	4	4	4	6	
0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,14	
20,6	5,1	9,1	51,4	33,5	3,9	

511 IL511-IN1-OUT	512 IL512-IN1-OUT	513 IL513-IN2-OUT	514 IL514-IN7-OUT	515 IL515-IN12-OUT	516 IL516-IN1-OUT	
verificado ilin outros	verificado ilin outros	verificado ilin outros	verificado ilin outros	verificado ilin outros	verificado ilin outros	
1	1	2	7	12	1	
Limpeza	Depósito	Reprografia	2 andar Doc. PPGET	2 andar	Depósito	
1/Limpeza	1/Depósito	2/Reprografia	7/2 andar/Doc. PPGET	12/2 andar	1/Depósito	
tempo de uso sim	tempo de uso sim	tempo de uso sim	tempo de uso sim	tempo de uso sim	tempo de uso sim	

sim	sim	sim	sim	sim	sim	1
não	não	não	não	não	não	
4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 LED	4010 2xT8 Fluor	
120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	60 cm	
calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	
aberta	aberta	aberta	aberta	aberta	aberta	
	127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	
T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 60cm	
LED	LED	LED	LED	LED	fluorescente	
	18	18	18	18	18	18
	2	2	2	2	2	2
					eletrônico	
						7
						1
	30	30	30	30	30	30
	5	5	5	5	5	5
	5	5	5	5	5	5
	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	10	10	10	10	10	10
	217	217	217	217	217	217
	6	6	6	6	6	6
	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
	3,9	3,9	11,7	7,8	3,9	4,7

517	518	519	520	521	522	
IL517-IN1-OUT	IL518-IN1-OUT	IL519-IN1-OUT	IL520-IN2-OUT	IL521-IN1-OUT	IL522-IN2-OUT	
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	
ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	
outros	outros	outros	outros	outros	outros	
	1	1	1	2	1	2
	126		Restaurante		Restaurante	
Topografia	Depósito	Arquivo	Almox./limp.	Depósito	Almox./limp.	
1/126/Topografia	1/Depósito	1/Arquivo	2/Restaurante/ Almox./limp.	1/Depósito	2/Restaurante/ Almox./limp.	
tempo de uso	tempo de uso	tempo de uso	tempo de uso	tempo de uso	tempo de uso	
sim	sim	sim	sim	sim	sim	
sim	sim	sim	sim	sim	sim	
	2	3	5	1	2	1
não	não	não	não	não	não	
4010 2xT8 Fluor	4010 2xT8 Fluor	4010 2xT8 Fluor	4010 3xT8 Fluor	4010 4xT8 Fluor	4010 4xT8 Fluor	
120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	
calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	calha sobrepor	
aberta	aberta	aberta	aberta	aberta	aberta	
	127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	
T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	
fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	
	32	32	32	32	32	32
	2	2	2	3	4	4
eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	

7	7	7	7	7	7
1	1	1	2	2	2
30	30	30	30	30	30
5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
10	10	10	10	10	10
217	217	217	217	217	217
6	6	6	6	6	6
0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
15,4	23,1	38,6	11,9	30,9	15,4

523	524	525	526	527	528
IL523-IN17-OUT	IL524-IN17-OUT	IL525-IN18-OUT	IL526-IN1-OUT	IL527-IN2-OUT	IL528-IN1-OUT
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado
ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin
outros	outros	outros	outros	outros	outros
17	17	18	1	2	1
106	4022 andar		111	Restaurante	111
Almox	IETI	Dispensa	CPD	Almox./limp.	CPD
17/106/Almox	17/402/IETI	18/2 andar/Dispensa	1/111/CPD	2/Restaurante/ Almox./limp.	1/111/CPD
tempo de uso	tempo de uso	tempo de uso	tempo de uso	tempo de uso	tempo de uso
sim	sim	sim	sim	sim	sim
sim	sim	sim	sim	sim	sim
2	2	1	1	1	1
não	não	não	não	não	não
2320 2xT8 Fluor	2320 2xT8 Fluor	3320 2xT8 LED	3320 2xT8 Fluor	3320 2xT8 Fluor	3001 2xT8 Fluor
120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm	120 cm
calha embutida c/ refletor	calha embutida c/ refletor	calha sobrepor c/ refletor	calha sobrepor c/ refletor	calha sobrepor c/ refletor	calha sobrepor c/ refletor
					aletada*2019
					HVAC and Building
					Automation
					System Study:
					HVAC, BAS in
					college, university
					buildings
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica
T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm	T8 120cm
fluorescente	fluorescente	LED	fluorescente	fluorescente	fluorescente
32	32	18	32	32	32
2	2	2	2	2	2
eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico
7	7		7	7	7
1	1		1	1	1
30	30	30	30	30	30
5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
10	10	10	10	10	10

217	217	217	217	217	217
6	6	6	6	6	6
0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
15,4	15,4	3,9	7,7	7,7	7,7

529	530	531	532	533	534
IL529-IN19-OUT	IL530-IN19-OUT	IL531-IN19-OUT	IL532-IN19-OUT	IL533-IN19-OUT	IL534-IN19-OUT
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado
ilin	ilin	ilin	ilin	ilin	ilin
outros	outros	outros	outros	outros	outros
19	19	19	19	19	19
1 andar	2 andar	3 andar	4 andar	5 andar	6 andar
ST	ST	ST	ST	ST	ST
19/1 andar/ST	19/2 andar/ST	19/3 andar/ST	19/4 andar/ST	19/5 andar/ST	19/6 andar/ST
tempo de uso	tempo de uso	tempo de uso	tempo de uso	tempo de uso	tempo de uso
sim	sim	sim	sim	sim	sim
sim	sim	sim	sim	sim	sim
1	1	1	1	1	1
não	não	não	não	não	não
2007 2xT5 Fluor	2007 2xT5 Fluor	2007 2xT5 Fluor	2007 2xT5 Fluor	2007 2xT5 Fluor	2007 2xT5 Fluor
115 cm	115 cm	115 cm	115 cm	115 cm	115 cm
calha embutida c/ refletor	calha embutida c/ refletor	calha embutida c/ refletor	calha embutida c/ refletor	calha embutida c/ refletor	calha embutida c/ refletor
127	127	127	127	127	127
monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica	monofásica
T5 115cm	T5 115cm	T5 115cm	T5 115cm	T5 115cm	T5 115cm
fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente	fluorescente
28	28	28	28	28	28
2	2	2	2	2	2
eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletrônico
8	8	8	8	8	8
1	1	1	1	1	1
30	30	30	30	30	30
5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
10	10	10	10	10	10
217	217	217	217	217	217
6	6	6	6	6	6
0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0

535	536	537	538	539	540
IL535-IN19-OUT	IL536-IN20-OUT	IL537-IN20-OUT	IL538-EX-CIR	IL539-EX-CIR	IL540-EX-CIR
verificado	verificado	verificado	verificado	verificado	verificado
ilin	ilin	ilin	ilex	ilex	ilex
outros	outros	outros	circulação externa	circulação externa	circulação externa
19	20	20			

7 andar		111	109
ST	ST	ST	

19/7 andar/ST	20/111/ST	20/109/ST
---------------	-----------	-----------

tempo de uso	tempo de uso	tempo de uso				
sim	sim	sim	sim	sim	sim	
sim	sim	sim	sim	sim	sim	
	1	3	2	32	26	30
não	não	não	não	não	não	
2007 2xT5	3007 2xT5	3007 2xT5				
Fluor 115 cm	Fluor 55 cm	Fluor 115 cm				
calha embutida	calha sobrepor	calha sobrepor	projeto	projeto	poste IP	
c/ refletor	c/ refletor	c/ refletor				
	127	127	127	220	220	220
monofásica	monofásica	monofásica	bifásica	bifásica	bifásica	
T5 115cm	T5 55cm	T5 115cm	bulbo	bulbo	bulbo	
fluorescente	fluorescente	fluorescente	vapor metálico	vapor metálico	vapor de sódio	
	28	14	28	150	250	70
	2	2	2	1	1	1
eletrônico	eletrônico	eletrônico	eletromagnético	eletromagnético	eletromagnético	
	8	5	8	20	25	12
	1	1	1	1	1	1
	30	30	30	50	50	70
	5	5	5	5	5	7
	5	5	5	5	5	5
	0,5	0,5	0,5	2	2	2
	10	10	10	10	10	12
	217	217	217	217	217	365
	6	6	6	10	10	10
	0,14	0,14	0,14	0,55	0,55	0,66
	7,0	10,8	13,9	984,9	1294,5	748,3

541	542	543	544
IL541-EX-CIR	IL542-EX-CIR	IL543-EX-CIR	IL544-EX-CIR
verificado	verificado	verificado	verificado
ilex	ilex	ilex	ilex
circulação externa	circulação externa	circulação externa	circulação externa

sim	sim	sim	sim	
sim	sim	sim	sim	
	18	24	17	28
não	não	não	não	
poste IP	poste IP	poste IP	projeto	
	220	220	220	220
bifásica	bifásica	bifásica	bifásica	

bulbo vapor de sódio	bulbo vapor de sódio	bulbo vapor metálico	bulbo vapor metálico	
150	150	250	150	250
1	1	1	1	1
eletromagnético	eletromagnético	eletromagnético	eletromagnético	
18	24	20	25	
1	1	1	1	
70	70	70	70	
7	7	7	7	
5	5	5	5	
2	2	2	2	
12	12	12	12	
365	365	365	365	
10	10	10	10	
0,66	0,66	0,66	0,66	
919,8	2000,2	879,0	2342,1	