



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UniCEUB

PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

PERLA BORGES ROCHA

**EDIFICAÇÕES COM CONSUMO DE ENERGIA PRÓXIMO A ZERO (NZEB): MODELAGEM DE
DESEMPENHO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ANÁLISE DO IMPACTO NO SISTEMA DE
DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DO DISTRITO FEDERAL**

BRASÍLIA

2020



PERLA BORGES ROCHA

**EDIFICAÇÕES COM CONSUMO DE ENERGIA PRÓXIMO A ZERO (NZEB): MODELAGEM DE
DESEMPENHO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ANÁLISE DO IMPACTO NO SISTEMA DE
DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DO DISTRITO FEDERAL**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e Pesquisa

Orientação: Rogério Diogne de Souza e Silva

BRASÍLIA

2020

RESUMO

O setor de distribuição de energia elétrica encontra-se em plena evolução, apresentando avanços tecnológicos e regulatórios, além de atender a necessidade de redução de emissões prejudiciais ao meio ambiente, contribuindo para alterações dos modelos de mercado observados atualmente. Com a disseminação da geração distribuída, o consumidor do sistema de distribuição passa a agregar a função de fornecedor do excedente de energia para a rede (prosumidor). Nesse contexto, situa-se o presente projeto de pesquisa, em que utilizamos como Laboratório Vivo uma edificação em um campus universitário, para estudar o comportamento do edifício em termos de sustentabilidade e analisar a sua readequação para alcançar um desempenho energético próximo a neutralidade de energia ou a posição de Net Zero Energy Building (NZEB). O sistema estudado localiza-se no campus do UniCeub na asa norte e consiste em um edifício de três pavimentos com laboratórios de informática, além de possuir em seu telhado uma usina solar fotovoltaica com 152 painéis totalizando 40 kWp. Identificamos e caracterizamos os principais usos finais de energia, com destaque para a climatização (65%) e cargas de informática (22%). O levantamento das curvas de demanda de energia elétrica foi realizado, permitindo a caracterização da rotina de consumo da edificação, e a partir dessas variáveis ações de eficiência energética foram propostas. A modelagem das características de tensão elétrica em regime permanente e distorção harmônica foi realizada, e a análise dos prováveis impactos no sistema de distribuição de energia elétrica foi realizada. Observou-se uma variação no comportamento da tensão, chegando a atingir reduções em regime permanente de 7,83%, ou seja, abaixo do recomendado pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Em relação a distorção harmônica de tensão, identificou-se as frequências mais significativas como as de 5ª, 11ª, 7ª e 3ª ordens respectivamente, com variações de significância ao longo do dia e tipos de cargas utilizadas no período. Em relação a distorção harmônica total, identificou-se valores que ultrapassam os limites da norma IEEE 519/2014, atingindo até 9,3 % de THDV. A partir dos resultados, as influências da carga elétrica da edificação e dos inversores de tensão da usina fotovoltaica foram analisadas e resultando em inferências para contribuir com a caracterização e possíveis soluções do problema.

Palavras-Chave: Eficiência Energética. Qualidade da Energia. Distorção Harmônica.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1. OBJETIVOS	6
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
3. METODOLOGIA	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Diagnóstico Energético da Edificação	15
4.2. Impactos na Qualidade da Energia Elétrica	21
4.2.1. Análise de Tensão em Regime Permanente	21
4.2.2. Análise da Distorção Harmônica	22
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	33
APÊNDICE A – TABELAS LEVANTAMENTO DE DADOS – USO FINAL DE ENERGIA	37

1. INTRODUÇÃO

O setor de distribuição de energia elétrica evoluiu rapidamente nas últimas décadas, apresentando avanços tecnológicos e regulatórios, além de atender a necessidade de redução de emissões prejudiciais ao meio ambiente, contribuindo para alterações dos modelos de mercado observados atualmente. Diversos autores abordam a relação das redes inteligentes de energia e a mudança de paradigma dos sistemas de distribuição, considerando que energia limpa, segura e eficiente é um dos grandes desafios atualmente.

Com a disseminação da geração distribuída, o consumidor do sistema de distribuição passa a agregar a função de fornecedor do excedente de energia para a rede (prosumidor). No cenário futuro, o protagonismo dos consumidores será ampliado através de dispositivos de automação e controle, edificações inteligentes integrarão o sistema de distribuição de forma ativa.

De acordo com Kallakuri et al (2016), estima-se que as edificações utilizem 32 % da energia consumida em todo o mundo, justificando a execução de políticas e programas de eficiência energética direcionados a edifícios residenciais e comerciais. No contexto internacional, as políticas para o setor compreendem incentivos ou obrigações com retrofit de eficiência de energia para edifícios existentes e políticas que exigem certificação e rotulagem para edificações.

Para Wells et al. (2018) a tendência seria projetar edifícios residenciais e comerciais mais sustentáveis e readequar os edifícios existentes para alcançar a neutralidade de energia ou a posição de Net Zero Energy Building (NZEB). O Net Zero Energy Building é um termo que resume o estado atual das diferentes abordagens e indicadores utilizados em toda a Europa para a definição do NZEB de edifícios novos e existentes (BPIE, 2015). Um NZEB pode ser visto como uma iteração futurista de um prédio verde. Em geral, “edifícios verdes” são estruturas projetadas para promover o uso eficiente de recursos (por exemplo, energia, água e materiais) e sustentabilidade (WGBC, 2014).

No caso brasileiro, merecem destaque as certificações e programas governamentais tradicionais que fornecem recursos para a implementação de ações de eficiência e energia e desenvolvimento sustentável, que podem incorporar ações de automação e controle de sistemas prediais e contribuir para o avanço das este setor nos país.

A necessidade de estender a abordagem de edifícios sustentáveis e energeticamente eficientes e NZEBs para sistemas de controle e automação, especialmente para o uso final de energia e outras utilidades do edifício, semelhante ao que aconteceu com processos industriais, é observada. A partir do monitoramento das diversas variáveis, utilizar o banco de dados para sistemas de gerenciamento e suporte à decisão, incluindo contratação e geração própria de energia, bem como a implantação de sistemas de gerenciamento de energia.

Porém, com o surgimento e tendência de disseminação dos NZEB, tal mudança de padrão e relação de geração e consumo de energia veem despertando a atenção e receio por parte dos atores do setor elétrico, dessa forma, impactos provocados pelo aumento de ações distribuídas de geração de energia elétrica conectada a rede, bem como edificações inteligentes e com elevada eficiência energética devem ser estudadas.

Neste projeto as bases e pré-requisitos para uma edificação se tornar um NZEB, foram estudadas, além de discutir a participação ativa desses edifícios na rede de distribuição de energia elétrica, envolvendo e correlacionando os conceitos de tecnologias inteligentes, recursos energéticos distribuídos e eficiência energética, contextualizando com o caso do Distrito Federal, através de um estudo de caso com campus do UniCeub na Asa Norte, dado seu potencial para se tornar um NZEB.

1.1. OBJETIVOS

Diante do contexto apresentado, tem-se como objeto geral do projeto a caracterização e identificação do comportamento de edificações quanto ao desempenho energético. Com intuito de contribuir com o planejamento energético de edificações, bem como dimensionar o impacto distribuído de diversas unidades consumidoras com características de NZEB, na rede de distribuição de energia elétrica.

Este objetivo distribui-se nos seguintes objetivos específicos:

- Identificação e modelagem do desempenho energético de usos finais de energia em edificações comerciais;
- Modelagem das características de tensão em regime permanente e distorção harmônica e seu impacto no sistema de distribuição de energia elétrica;
- Elaboração de um estudo de caso.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Agüero et al. (2016), a indústria da eletricidade evoluiu a um ritmo que lembra as transformações ocorridas no início do século XX. Esta evolução é impulsionada por vários fatores, principalmente pelo surgimento da geração distribuída, para atender as preocupações da sociedade quanto à utilização de energias renováveis, redução das emissões de gases do efeito estufa e eficiência energética, bem como a introdução de uma infinidade de novas tecnologias e soluções de controle, automação e eletrônica de potência. Nesse contexto, Pérez-Arriaga et al. (2016) citam uma edificação inteligente, caracterizada com a utilização de painéis solares térmicos e fotovoltaicos, armazenamento elétrico e térmico e uma unidade de climatização de ciclo combinado, todas tecnologias existentes, porém, com o diferencial da conexão a um sistema de computação e gerenciamento armazenado em nuvem. Possibilitando, o gerenciamento dos usos finais de energia em regime permanente, por exemplo, controlar o funcionamento do ar condicionado de acordo com a carga térmica da edificação em tempo real.

Paralelo ao que Agüero et al (2016) e Pérez-Arriaga et al. (2016) inferem, Wells et al. (2018), afirma que atualmente o setor da construção está enfrentando desafios significativos em relação ao consumo de energia, mudanças climáticas, provocando o avanço da eficiência energética das edificações, bem como os limites para novos desenvolvimentos no ambiente construído. Um desses desenvolvimentos seria projetar edifícios residenciais e comerciais mais sustentáveis e readequar os edifícios existentes para alcançar a neutralidade de energia ou a posição de Net Zero Energy Building (NZEB).

Pless e Torcellini (2010) classificaram quatro tipos diferentes de NZEB (Net Zero Site Energy, Net Zero Source Energy, Net Zero Energy Costs and Net Zero Emissions) em ordem de preferência em termos de autossuficiência e sustentabilidade. Usando este sistema de classificação, um NZEB ideal iria compensar todos os requisitos de energia dentro da demanda da edificação (confinados à extensão da estrutura física) usando práticas de eficiência energética e recursos de energia renovável. Dado que cerca de um terço das emissões de GEE pode ser atribuído aos edifícios (Can et al, 2008), os ZEBs oferecem oportunidades significativas para reduzir as emissões de GEE e reduzir o uso de energia.

Segundo Boemi et al (2015), um período típico de retorno em termos de economia monetária em serviços públicos para um NZEB poderia variar entre 7 e 23 anos. Singh e Verma

(2014) estimaram que mais de 200 exemplos de projetos legítimos do NZEB existem em todo o mundo, com o rápido crescimento recente de projetos NZEB, impulsionados pela melhor disponibilidade de tecnologias de energia renovável e eficiência energética.

Um ZEB deve priorizar as estratégias de eficiência energética seguidas pela implementação de tecnologias de energia renovável para dar conta do déficit de energia. Um NZEB deve responder por suas demandas de energia de "fontes renováveis de baixo custo, disponíveis localmente, não poluentes" (Torcellini et al, 2006). Embora ainda haja ceticismo em torno de sua viabilidade, parece razoável considerar os NZEB como alternativas para edifícios padrão devido a questões como aumento da demanda de energia com o aumento da população e uso, diminuição de recursos energéticos não renováveis, custos elevados de energia e mudanças climáticas (Wells et al, 2018).

Ballarini et al. (2019) realizaram a modelagem e posterior simulação de desempenho energético de uma edificação comercial, um prédio de escritórios. Foi simulado o comportamento do sistema atual e a previsão de desempenho para a adequação da edificação a norma europeia 2010/31/EU, ou seja, para a edificação se tornar uma edificação com consumo de energia próximo a zero (nZEB), e atingiram uma redução no consumo de energia de 37%.

Painter et al (2016) desenvolveram um estudo abordando a utilização de modelos realistas do comportamento dos usuários de edificações, para a melhor análise da eficiência energética dessas edificações. Com a pesquisa, inferiram que a utilização de dados robustos, é essencial para a pesquisa em contextos reais, no entanto, citam que o planejamento da metodologia deve ser cuidadoso, sobretudo na coleta e tratamento de dados. Propondo ao final do trabalho uma metodologia híbrida envolvendo dados físicos e observação de dados auto relatados pelos usuários de uma edificação de escritórios com aplicação de novas tecnologias para eficiência energética.

Amasyali et al (2017) apresentam uma revisão de estudos sobre modelos de predição de consumo de energia baseados em dados, com um foco particular na revisão dos escopos de predição, as propriedades de dados e os métodos de pré-processamento de dados usados, os algoritmos de aprendizado de máquina utilizados para previsão e medidas de desempenho utilizadas para avaliação.

Tian et al (2018), consideram a análise de incerteza a abordagem mais adequada na avaliação energética de edificações, em função dos diversos fatores que influenciam o uso de

energia em edifícios serem inerentemente incertos. Apresentam uma revisão de trabalhos na área de avaliação de desempenho energético utilizando análise de incerteza, a partir das perspectivas, fontes de dados de incerteza, métodos direto e indireto e aplicação de análise de incerteza. Para análise prospectiva, avaliaram três tipos de abordagens (Monte Carlo, não amostragem e não probabilística), e inferiram que pesquisas recentes concentram-se mais na computação bayesiana porque os métodos inversos bayesianos podem fazer uso total de informações prévias sobre variáveis desconhecidas.

Ferdyn-Grygierek et al. (2018), utilizaram uma metodologia de modelagem do desempenho térmico de edificações através de medições de períodos curtos e o método de regressão linear para definição do modelo, possibilitando a análise e previsão de comportamento, auxiliando na tomada de decisão em relação ao consumo de energia para os sistemas de climatização considerando aspectos sazonais. O estudo de caso foi realizado em dois tipos de edificações, um prédio de apartamentos e uma escola.

Nesse contexto, a busca por eficiência energética nas edificações, seja com a geração distribuída de eletricidade, ou com ações de eficiência energética, convergindo para atendimento de padrões mínimos de desempenho, estão associadas a impactos físicos no sistema de distribuição de energia elétrica, e nos últimos anos estão sendo caracterizados pela comunidade científica.

MacBee e Simões (2014), citam que há décadas observa-se a crescente implementação de dispositivos não lineares em residências, representando um impacto significativo na distorção harmônica nos alimentadores do sistema de distribuição de energia elétrica, destacando que atualmente o impacto aumenta, em função de maiores penetrações de lâmpadas fluorescentes compactas, carregadores de veículos elétricos e dispositivos de energia renovável no sistema de distribuição. Os autores realizaram um estudo de caso no Colorado, EUA, e verificaram através das medições de campo que, mesmo com o baixo nível de penetração de dispositivos não lineares de hoje, a distorção de tensão pode exceder os níveis definidos pelo IEEE Std 519/2014. Descobriu-se que as características da distorção harmônica de tensão dependem da interação entre a impedância harmônica da unidade consumidora e a impedância harmônica do sistema, foi determinado que a impedância harmônica da unidade consumidora flutua de maneira não linear com a demanda de corrente harmônica da unidade consumidora

O impacto da geração distribuída na rede de distribuição também foi estudado por Nomm et al (2018), que observaram uma residência com geração de energia elétrica fotovoltaica nas topologias conectada e isolada à rede, caracterizando o comportamento da distorção harmônica, inferindo que no modo isolado os valores de distorção apresentaram-se superiores ao conectado, chegando a ultrapassar os limites da norma IEEE 519/2014, observaram também o aumento da distorção harmônica no período noturno com a redução da carga da residência.

Com a assinatura do Protocolo de Kyoto, a UE e os Estados Membros foram obrigados a definir metas na utilização racional de recursos energéticos para diminuir as emissões de GEE, pois o consumo residencial era responsável por mais de 40% do consumo final de energia na UE em 2002. Por causa dessa conjuntura, surgiu a diretiva europeia 2002/91/CE "*Energy Performance of Buildings Directive*" para tratar do desempenho dos edifícios e estabelecendo requisitos aos existentes e novos com fins de implementação de certificação energética. Sua duração seria até 2006. A aplicação da diretiva impulsionou medidas passivas, destacando a melhoria no conforto térmico/ energético dos edifícios, classificação energética em anúncios de imóveis, requisitos mínimos de viabilidade econômica na vida útil do edifício.

Posteriormente houve a publicação da diretiva 2010/31/EU. Dela que surgem os edifícios de consumo quase zero de energia (nZEB). Os edifícios, a partir daí, deveriam ter cobertura por fontes renováveis, objetivava-se a redução de consumo de energia e um balanço energético quase nulo. Porque na Europa, 40% do consumo de energia provém de edifícios e 36% das emissões de CO₂. A partir de 2021, todos os novos edifícios têm de ser nZEB's e a partir de 2018 todos os novos edifícios já terão de ser nZEB's.

3. METODOLOGIA

A metodologia para o desenvolvimento desse projeto consistiu em atividades práticas através de coleta de dados, modelagem dos dados, simulação e análise. Para obter maior eficácia da execução do projeto, optou-se por dividi-lo nas etapas descritas a seguir.

Etapa 1. Revisão da literatura.

Ampliar a revisão da literatura considerada no projeto, para ampliar a contextualização da pesquisa, bem como, caracterizar os métodos mais adequados à solução da hipótese proposta, e comparação e validação através de casos correlatos. Foram consultados artigos científicos internacionais e nacionais. E adotou-se normas e recomendações nacionais e internacionais como referência na pesquisa.

Etapa 2. Coleta de dados.

Nosso objeto de estudo foi uma edificação localizada no Distrito Federal, no bloco 5 do campus Asa Norte do UniCeub, optando por utilizar a infraestrutura física utilizada pelos discentes em seu dia a dia, como um Laboratório Vivo, proporcionando aos pesquisadores a experiência da vivência da pesquisa em problema de aplicação prática em um local frequentado diariamente.

Outro critério fundamental para a escolha do bloco 5 como objeto de estudo, foi a usina solar fotovoltaica instalada nesta edificação com 152 painéis totalizando 40 kWp, conforme a imagem da Figura 1.

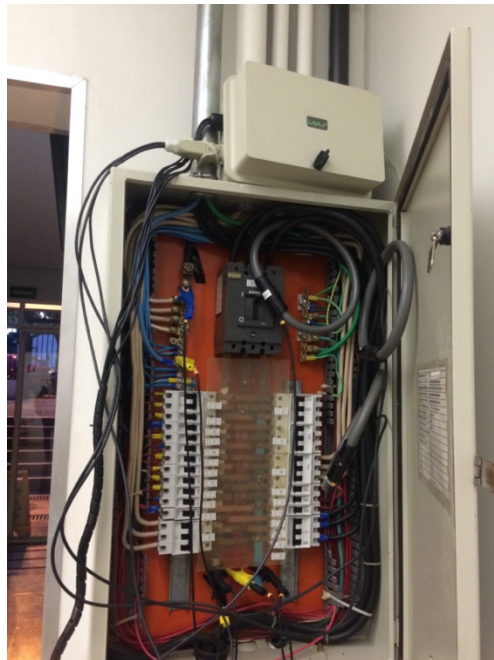
Figura 1. Usina Fotovoltaica do UniCeub.



Fonte: Autor, adaptado de Google Earth.

Foram coletadas grandezas elétricas no quadro geral de distribuição da edificação, as grandezas elétricas foram coletadas diretamente, com auxílio de um registrador/analizador de energia, modelo Powernet P-600 G4 do fabricante IMS Power Quality, conforme a Figura 2.

Figura 2. Analisador de energia elétrica instalado no quadro geral do bloco 5.



Fonte: Autor.

Os demais dados coletados, consistiram na coleta de informações para caracterização do uso final de energia, seguindo como base recomendação ISO 50.002 – Diagnósticos energéticos — Requisitos com orientação para uso (ABNT ISO, 2014).

A coleta destes dados foi realizada através de visita em todos os ambientes e levantamento e caracterização das cargas elétricas, resultando nas planilhas do Anexo A. Na Figura 3, um exemplo de ambiente visitado para catalogação das cargas.

Figura 3. Laboratório de Informática 5100, bloco 5.



Fonte: Autor.

Etapa 3. Formação de base de dados.

A partir da coleta de dados, a composição de uma base de dados foi realizada, consistindo no tratamento dos dados, filtragem de dados espúrios e definição de amostragem mínima para a modelagem a ser realizada.

Etapa 4. Modelagem e simulação.

Utilizando as normas e recomendações de limites de desempenho de eficiência energética atuais, inferências sobre ações de eficiência energética foram realizadas. Serão criados modelos de desempenho energético, ambiental (emissões) e econômico. Os dados de

medição das grandezas elétricas foram selecionados e organizados, através de tabelas e gráficos.

Etapa 5. Análise dos resultados.

Os resultados foram analisados, bem como dos cenários criados para extrapolação dos resultados.

Etapa 6. Divulgação dos resultados e transferência de conhecimento.

Esta é uma etapa transversal, que consiste na documentação do projeto, emissão de relatórios parcial e no presente relatório final. Um artigo científico encontra-se em fase de elaboração, para apresentação dos resultados em congresso.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado na metodologia, optou-se pela análise de dois aspectos diferentes, a caracterização do uso final de energia elétrica e a identificação de impactos na qualidade da energia elétrica, provocados ou não pelas características das cargas e da usina fotovoltaica da edificação escolhida para estudo. Em função do exposto, apresenta-se a seguir os resultados do diagnóstico energético da edificação na subseção 4.1, e na subseção 4.2 os resultados da análise dos impactos na qualidade da energia elétrica.

4.1. Diagnóstico Energético da Edificação

O diagnóstico energético foi conduzido de acordo com a norma ABNT ISO 50.002 (2014), a qual o define como:

“análise sistemática do uso de energia e do consumo de energia dentro do escopo do diagnóstico energético definido, a fim de identificar, quantificar e relatar as oportunidades para um melhor desempenho energético (ISO, 2014, p. 1).”

O levantamento de carga foi realizado através de coleta de dados *in loco*, em todos os ambientes da edificação do Bloco 5 do campus da Asa Norte. Toda a carga observada foi considerada a partir dos dados nominais informados no próprio equipamento, bem como a descrição da carga. No apêndice A, disponibilizamos a planilha obtida a partir deste levantamento, com a identificação dos ambientes e o detalhamento das cargas.

A edificação possui três pavimentos identificados como térreo, primeiro e segundo andar respectivamente. Totalizando nove salas utilizadas em sua maioria como laboratórios de informática.

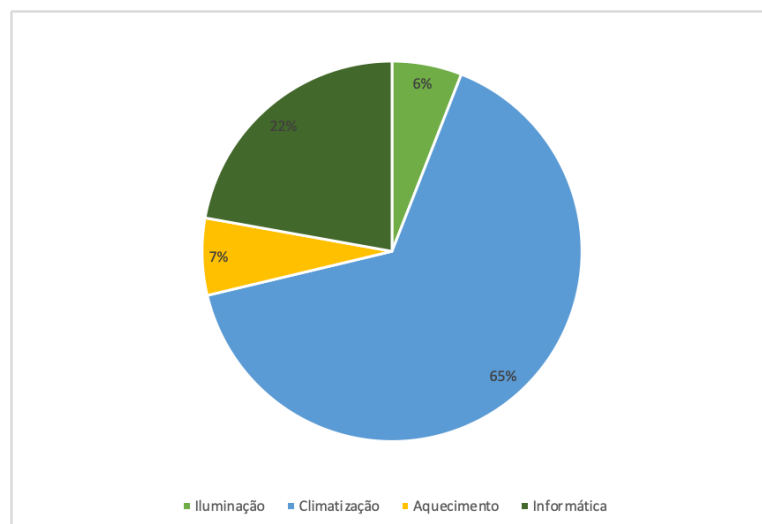
As cargas foram classificadas de acordo com o seu uso final de energia, tais como Iluminação, Climatização, Informática e Outros para as demais cargas, na Tabela 1 apresenta-se a distribuição do uso final totalizando 56,63 kW.

Tabela 1. Identificação da Carga Instalada Bloco 5.

Carga Instalada			
Descrição	Quantidade	Potência Total (W)	Contribuição %
Lâmpadas	267	3276,2	5,79%
Ar Condicionado	19	35948	63,48%
Monitor	209	4816,8	8,51%
CPU	209	5711,20	10,09%
Projektor	6	1620	2,86%
Televisor	1	87	0,15%
Micro-ondas	1	1270	2,24%
Refrigerador	1	33	0,06%
Impressora	2	60	0,11%
Bebedouro	2	6,90	0,01%
Amplificador de som	6	180	0,32%
Secador de Mão	2	3600	6,36%
Câmera de Monitoramento	16	19,2	0,03%
Total (kW)		56,63	100%

A partir do levantamento da carga instalada distribuimos por uso final de energia, identificando os usos com maior participação no consumo de energia elétrica, Figura 4.

Figura 4. Distribuição por uso final de energia - Bloco 5.



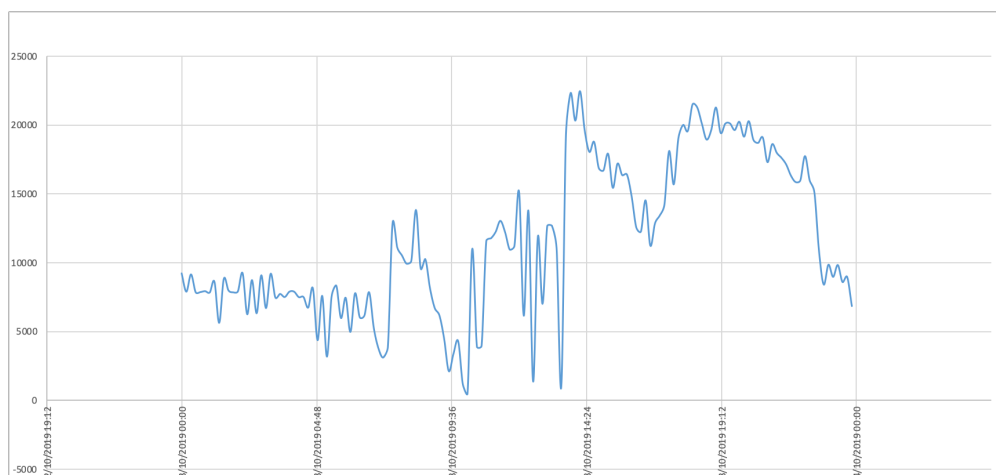
A partir da Figura 1, verifica-se que a carga mais significativa é são os aparelhos de ar condicionado, representando 65% do uso final de energia da edificação, seguido dos equipamentos de informática com 22%. Esta identificação é fundamental para análise e proposição de ações de eficiência energética, pois dada a elevada participação o retorno econômico, bem como a redução de emissões de gases estufa serão maiores.

Conforme a ABNT ISO 50.002 (2014), as medições de energia constituem uma etapa fundamental, dessa forma, no período da campanha de medições realizada na edificação, diversas curvas de carga forma elaboradas, conforme as Figuras de 5 a 11.

A campanha de medições foi realizada no quadro geral de distribuição do bloco 5, entre os dias 22 e 29 de outubro de 2019, em que o dia 22 foi em uma terça feira, com as medições sucessivas e ininterruptas encerrando na terça feira seguinte, dia 29.

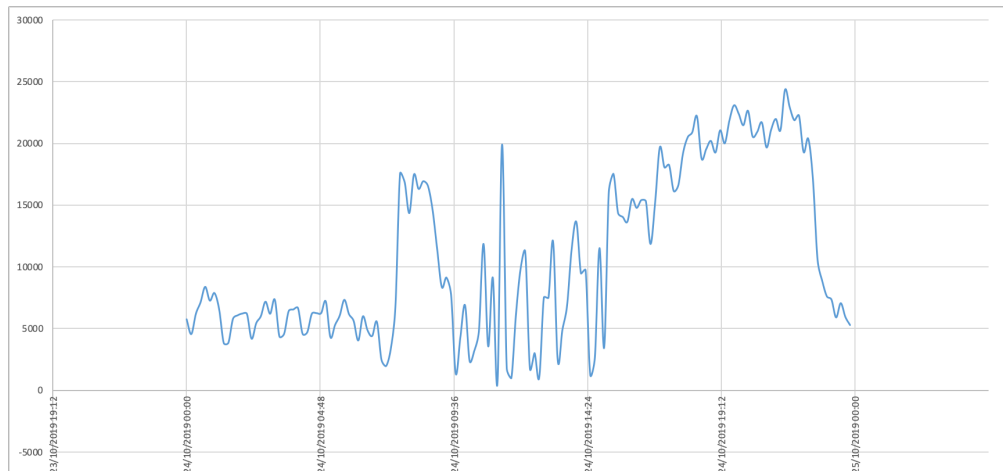
A análise inicia no dia 23/10, pois trata-se do primeiro dia com 24 horas de coleta de dados. Na Figura 5, pode-se observar o valor mais elevado de demanda de 22,45 kVA, ocorrendo às 14:10 h.

Figura 5. Curva de demanda dia 23/10/2019 – Quarta-Feira.



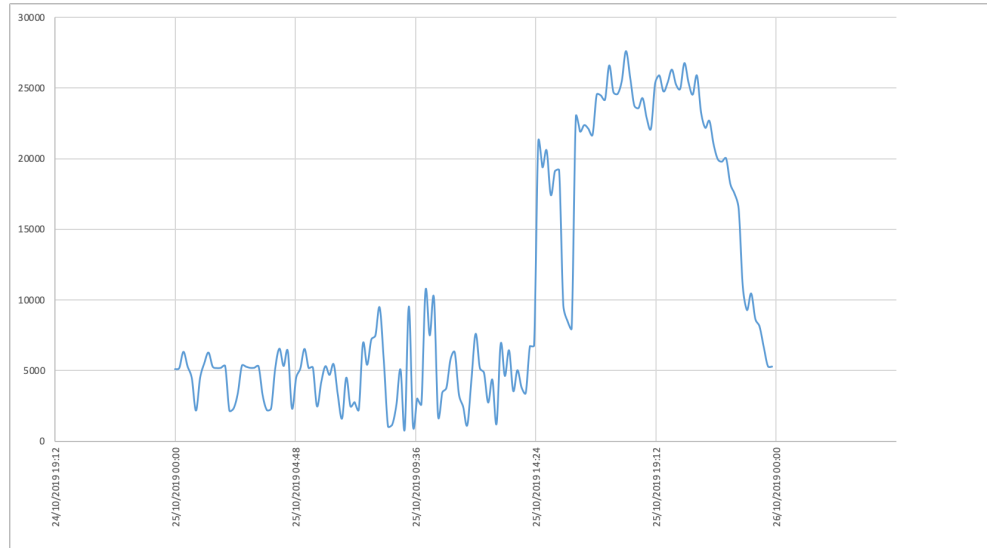
No dia 24, a maior demanda ocorreu as 21:30 h, totalizando 24,36 KVA, conforme a Figura 6.

Figura 6. Curva de demanda dia 24/10/2019 – Quinta-Feira.



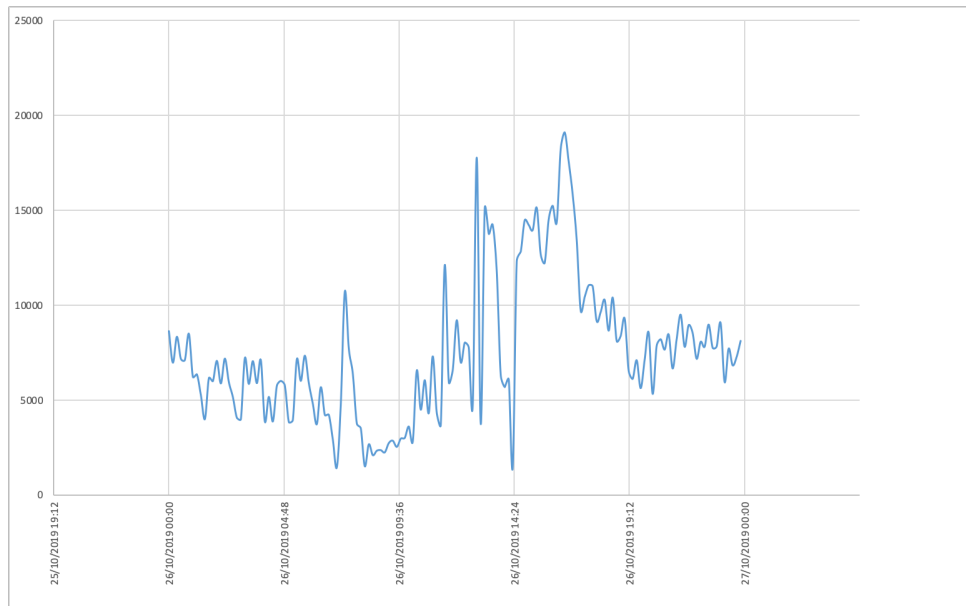
No dia 25 o valor de ponta da demanda foi de 27,61 kVA, as 18 h, Figura 7.

Figura 7. Curva de demanda dia 25/10/2019 – Sexta-Feira.



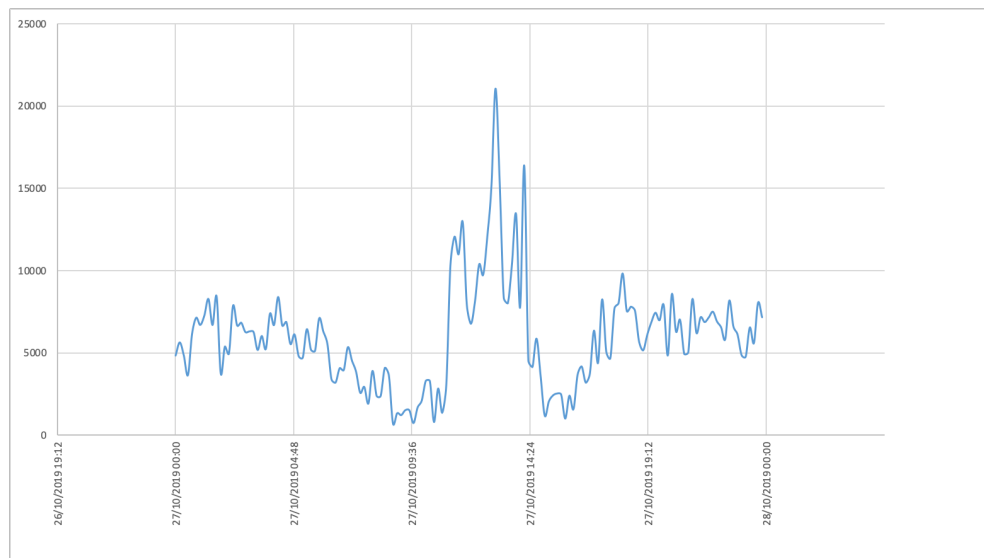
Conforme observa-se na Figura 8, o maior valor de demanda foi de 19,12 kVA, as 16:30.

Figura 8. Curva de demanda dia 26/10/2019 – Sábado.



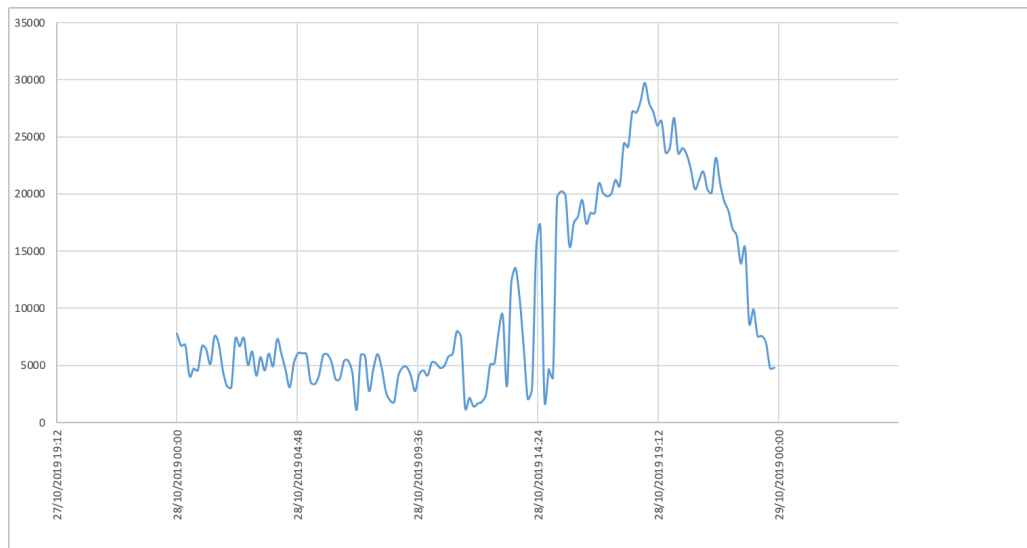
No dia 27, o pico de demanda ocorreu as 13h, atingindo 21,05 kVA.

Figura 9. Curva de demanda dia 27/10/2019– Domingo.



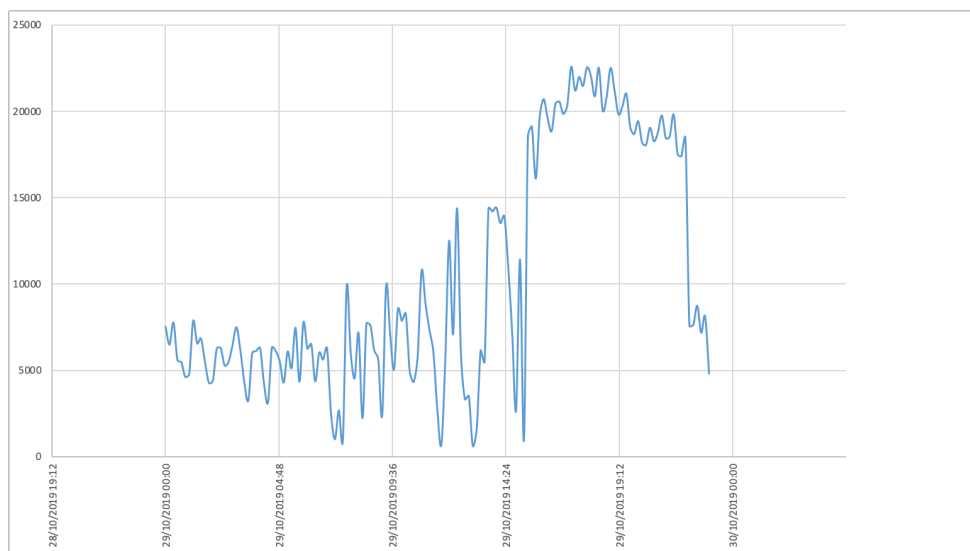
Na Figura 10, dados do dia 28, ocorreu o pico de demanda de todo o período de medição, atingindo 29,71 kVA, às 18:40h.

Figura 10. Curva de demanda dia 28/10/2019 – Segunda-Feira.



Na terça-feira dia 29, a demanda de pico foi de 22,50 kVA às 18:50 h, conforme pode-se observar na Figura 11.

Figura 11. Curva de demanda dia 29/10/2019 – Terça-Feira.



Observou-se que os maiores valores de demanda na edificação estudada, no período da campanha de medições durante os dias de semana (segunda à sexta feira), ocorreram após as 18 h, horário coincidente com o horário de ponta.

4.2. Impactos na Qualidade da Energia Elétrica

No período houve coleta de dados para a elaboração do estudo de caso proposto. Este estudo de caso está sendo realizado em uma edificação no campus do UniCeub na Asa norte de Brasília. Para o estudo de caso, instalou-se um analisador de energia no quadro geral de distribuição do Bloco 5 (Figura 1). As medições foram realizadas do dia 22/10 a 29/10/2019, sendo coletadas 1012 amostras.

Conforme proposto nos objetivos do projeto, investigaremos o comportamento da tensão em regime permanente e distorção harmônica de tensão. Para tanto, precisamos analisar as medições de tensão, distorção harmônica total de tensão e corrente, componentes harmônicas individuais de tensão e corrente, além de correlacionar e analisar as medições de corrente em regime permanente, demanda e potência reativa.

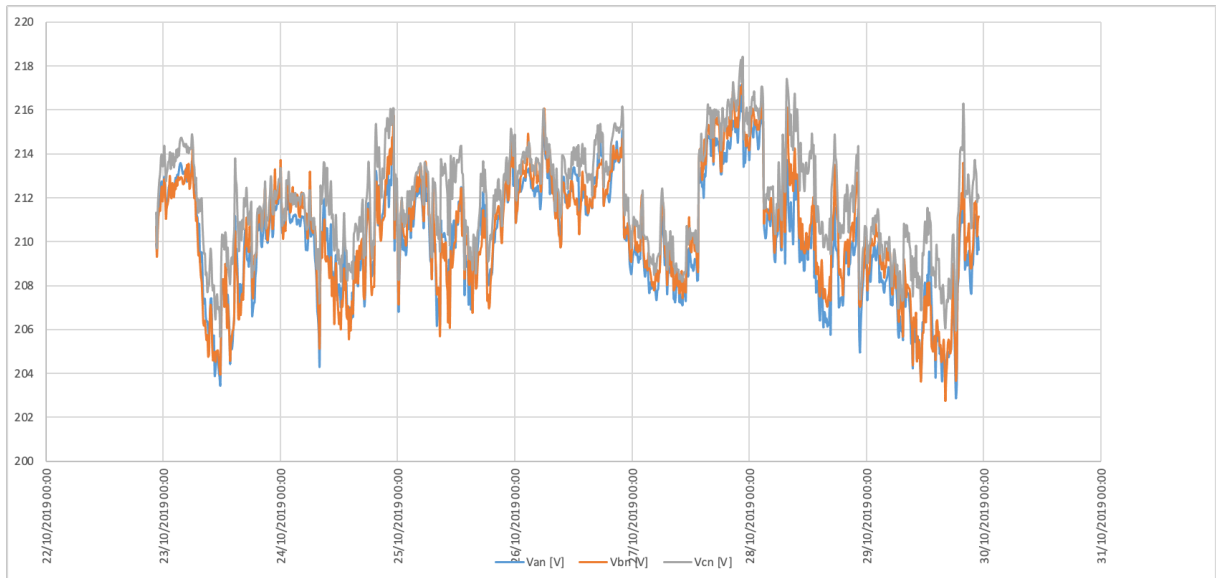
4.2.1. Análise de Tensão em Regime Permanente

A análise foi realizada através da base de dados de medição consolidada, para isso, os valores de máximo e mínimo forma determinados, além da avaliação dos intervalos de medição para cada dia da semana.

Utilizou-se como referência para avaliação de conformidade de tensão o Módulo 8 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, a qual estabelece o intervalo de tensão adequada de $0,92$ da Tensão Nominal \leq *Tensão de Leitura* $\leq 1,05$ da Tensão Nominal (ANEEL, 2018).

Para uma visualização geral, apresenta-se na Figura 12 as tensões de fase medidas em todo o período da campanha de medições.

Figura 12. Tensões em regime permanente no período de 22 a 29/10.



As tensões variaram de 202,77 a 218,35 V, não atingindo em nenhum momento o valor nominal de tensão de 220 V.

Na fase A, o valor máximo medido foi de 217,12 V e o mínimo de 202,80 V. Na fase B, o valor máximo foi de 217,25 V e o mínimo de 202,77 V. Na fase C, o valor máximo foi de 218,35 V e o mínimo de 205,75 V.

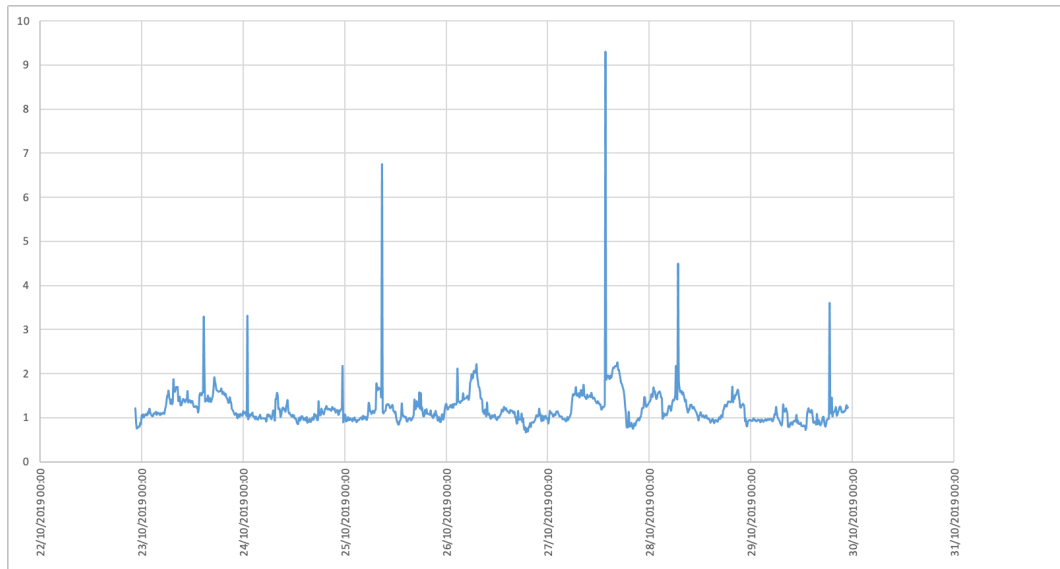
De acordo com as medições realizadas, a tensão em regime permanente em todo o período é considerada adequada. Embora o valor mínimo seja próximo do intervalo considerado como precário, pois 202,77 V representa 0,922 da tensão nominal.

4.2.2. Análise da Distorção Harmônica

Para análise da distorção harmônica, utilizamos as variáveis de distorção harmônica total de tensão (THD_V), distorção harmônica total de corrente (THD_I), as componentes harmônicas individuais também foram estudadas, para identificar as componentes mais significativas e entender a dinâmica do sistema.

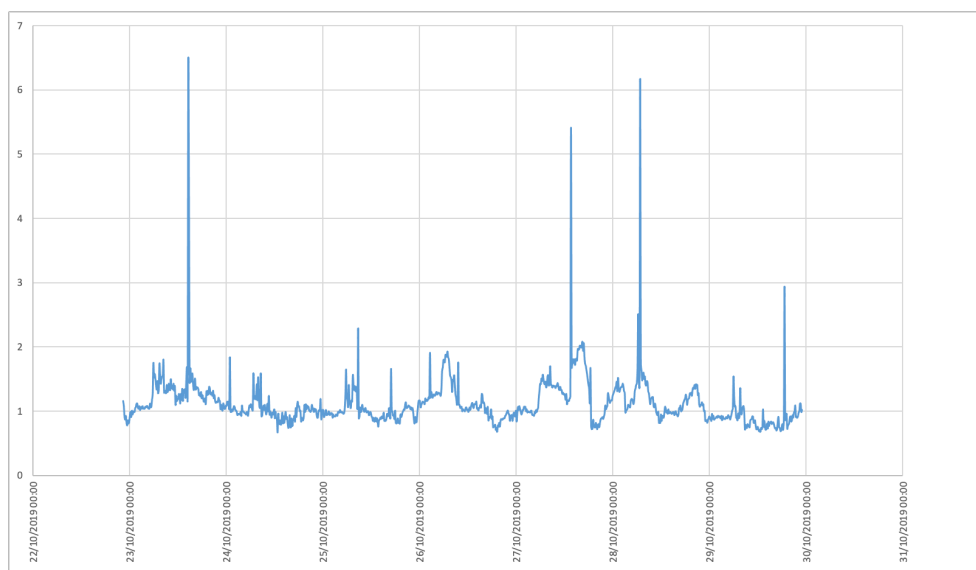
Na Figura 13, observa-se o gráfico de THD_V na fase A para todo o período da campanha de medições. Na maior parte das amostras, o THD_V apresentou valores de inferiores a 2,5%, com algumas exceções, destacando as que ultrapassaram 5%, nos dias 25/10 com 6,75% e 27/10 com 9,3%.

Figura 13. Distorção harmônica total de tensão fase A, no período de 22 a 29/10.



Observa-se o gráfico de THD_v na fase B na Figura 14, na maior parte das amostras, o THD_v apresentou valores de inferiores a 2%, com algumas exceções, destacando as que ultrapassaram 5%, nos dias 23/10 com 6,4%, 27/10 com 5,41% e 28/10 com 6,17%.

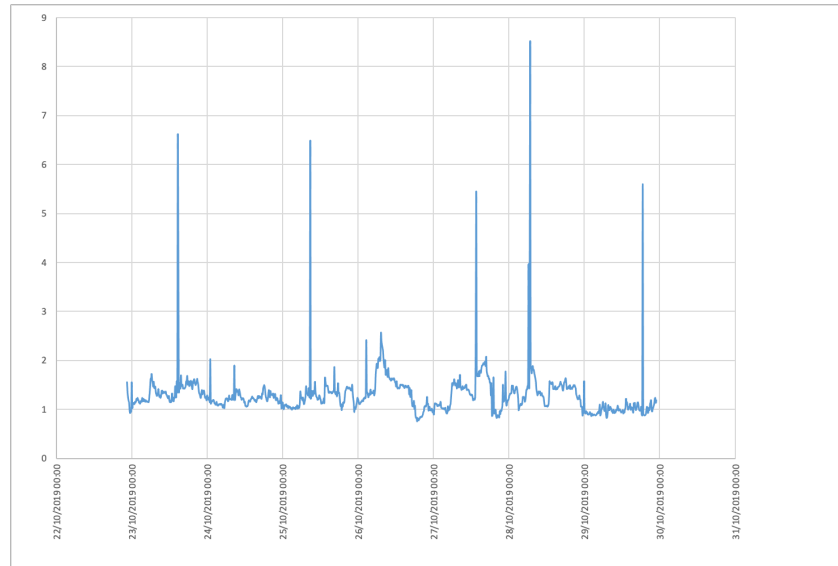
Figura 14. Distorção harmônica total de tensão fase B, no período de 22 a 29/10.



Observa-se o gráfico de THD_v na fase C na Figura 15, na maior parte das amostras, o THD_v apresentou valores de inferiores a 2%, também com algumas exceções, destacando as

que ultrapassaram 5%, nos dias 23/10 com 6,54%, 25/10 com 6,49%, 27/10 com 5,45%, 28/10 com 8,52% e 29/10 com 5,6%.

Figura 15. Distorção harmônica total de tensão fase C, no período de 22 a 29/10.



Prosseguindo a análise, identificou-se as componentes harmônicas de tensão de 3ª, 5ª e 7ª ordens, como as mais significativas. Em função disso, apresentamos os gráficos das Figuras 16 a 18.

Na fase A, observa-se a prevalência da 5ª harmônica, com o maior valor alcançado de 1,93%, enquanto as componentes de 3ª e 7ª ordens permaneceram com valores inferiores a 1%, Figura 16.

Observe na Figura 17, que o comportamento é semelhante na fase B, com destaque para a 5ª harmônica, cujo valor foi de 1,73%, ocorrendo no mesmo dia e horário da fase A.

Figura 16. Componentes harmônicas de tensão na fase A, 3ª, 5ª e 7ª, período de 22 a 29/10.

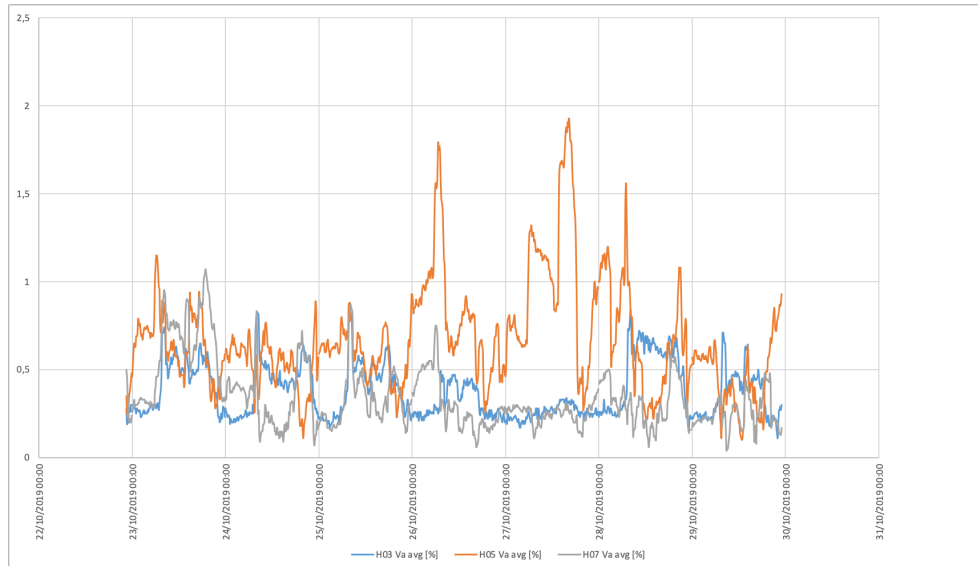
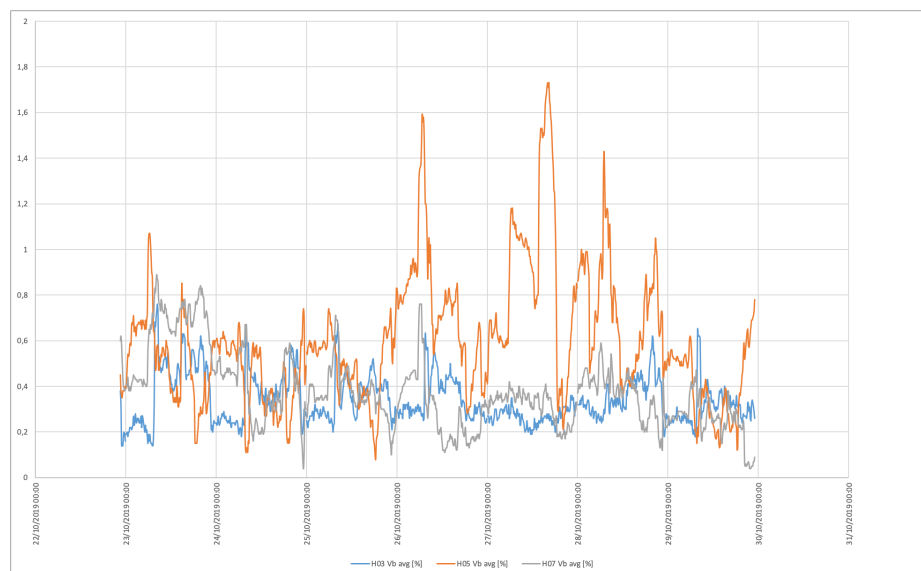
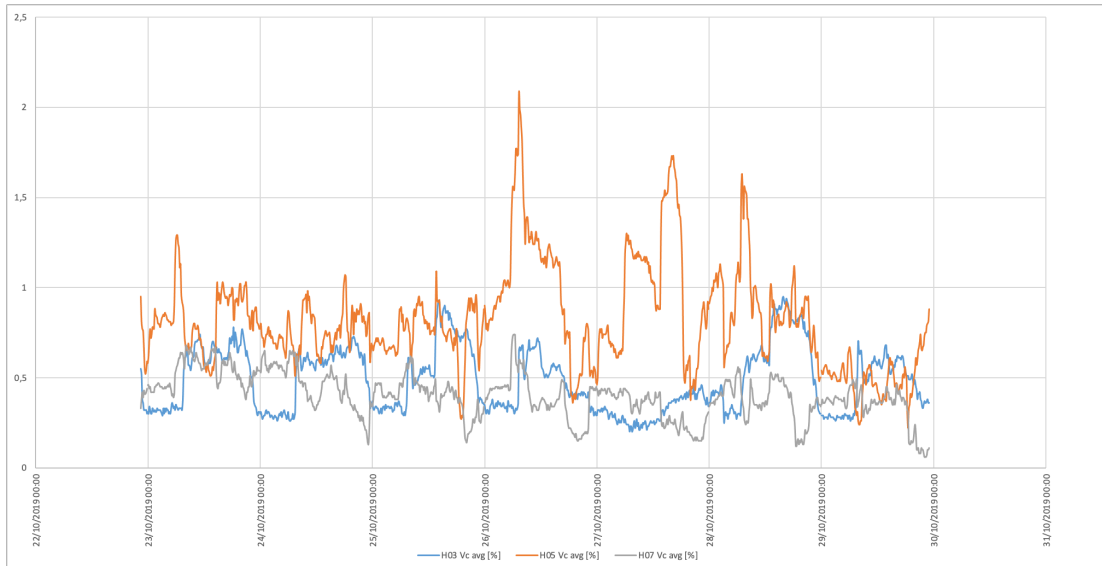


Figura 17. Componentes harmônicas de tensão na fase B, 3ª, 5ª e 7ª, período de 22 a 29/10.



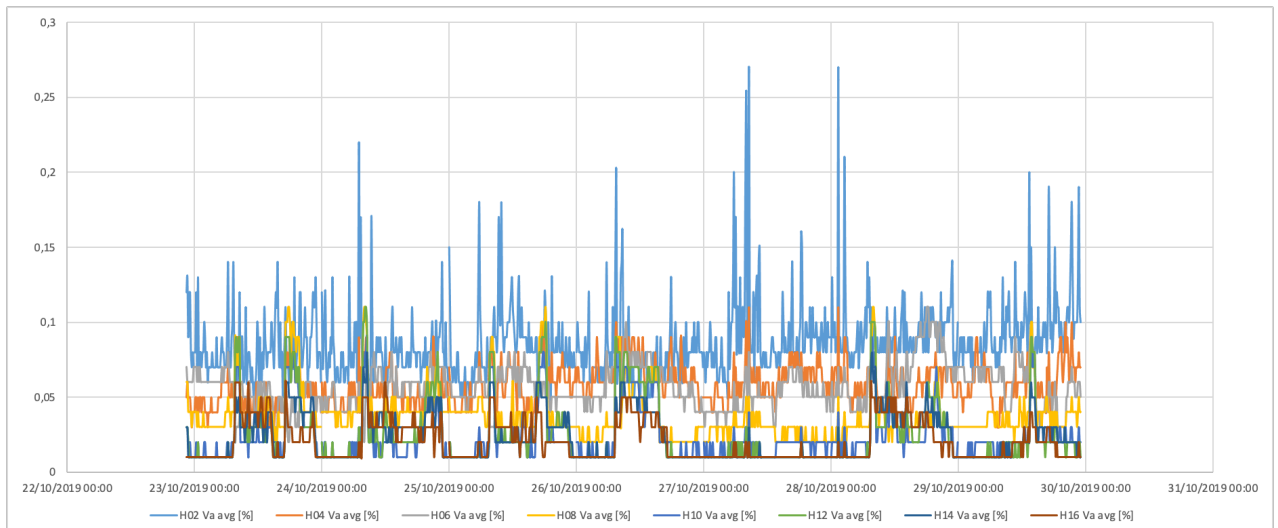
Na fase C, o destaque para a 5ª harmônica com maior valor registrado de 2,08%.

Figura 18. Componentes harmônicas de tensão na fase C, 3ª, 5ª e 7ª, período de 22 a 29/10.



As componentes harmônicas de ordem par não mostraram-se significativas, observa-se na Figura 19 que na maior parte das amostras forma inferiores a 0,1%, com exceção da harmônica de 2ª ordem que chegou a atingir 0,27%.

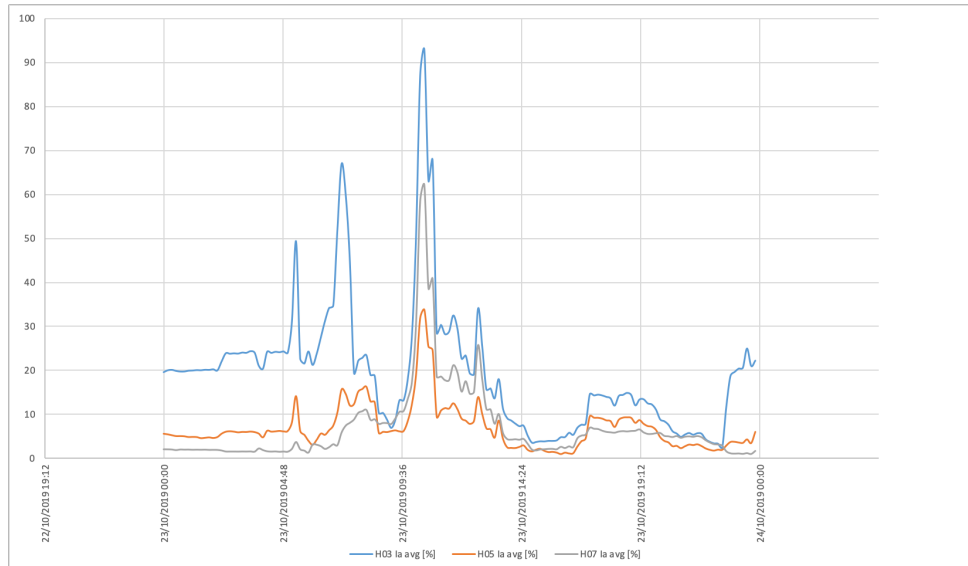
Figura 19. Componentes harmônicas de tensão pares na fase A, período de 22 a 29/10.



Em função de existir valores de THD_v acima de 5%, contrariando a norma internacional IEEE 512/2014, vamos aprofundar nossa análise, avaliando as distorções harmônicas de corrente para os dias 23, 26 e 29 de outubro.

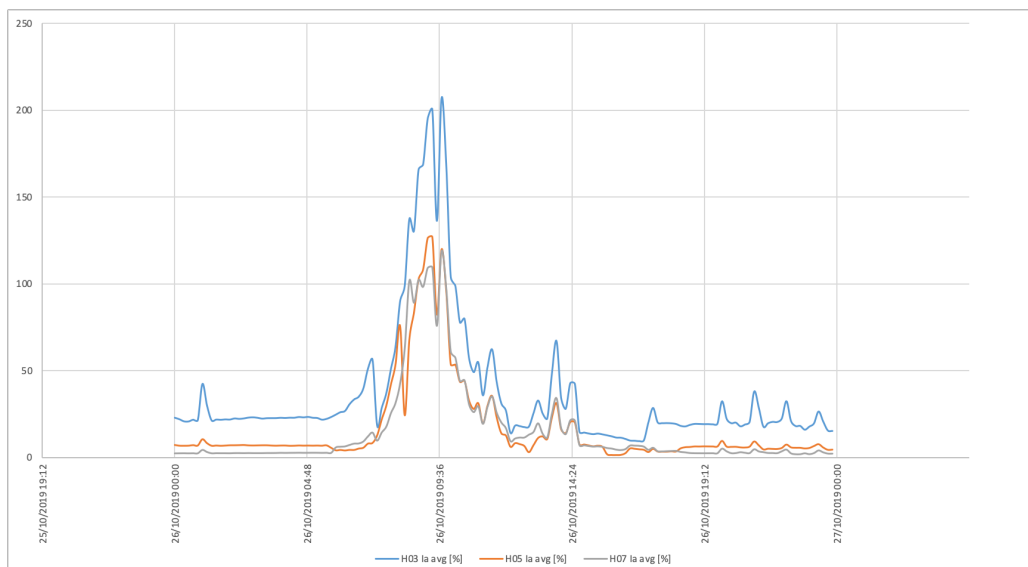
Os dados do dia 23, conforme apresenta-se na Figura 20, a 3ª harmônica de corrente é mais significativa na fase A, chegando a atingir uma distorção de 92,9%.

Figura 20. Componentes harmônicas de corrente na fase A, 3ª, 5ª e 7ª, dia 23.



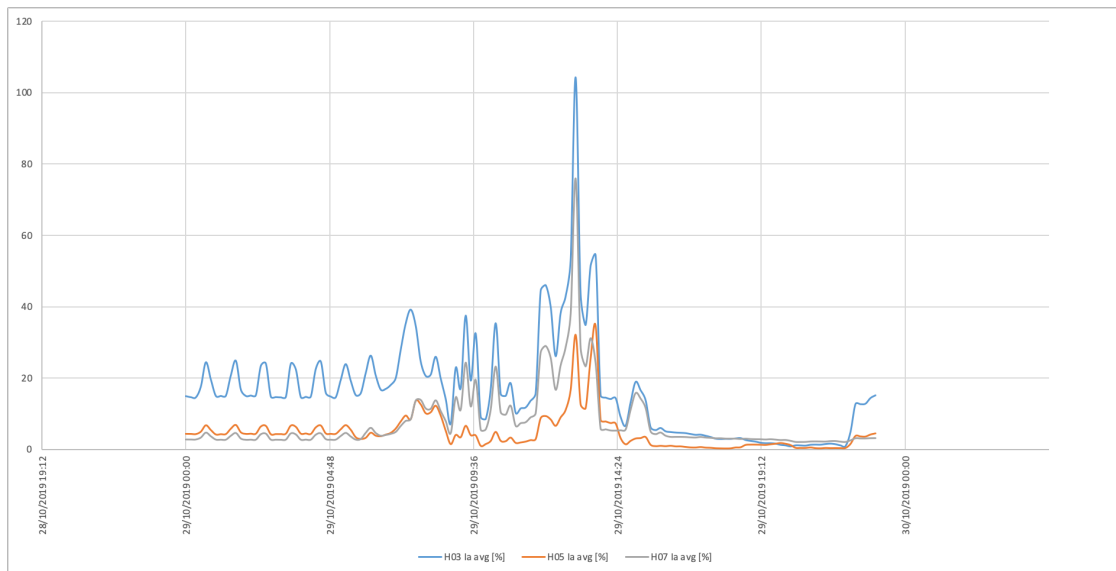
No dia 26 todas componentes escolhidas para análise, ultrapassaram 100%, conforme a Figura 21. A 3ª harmônica atingiu 206,68%, a 5ª 126,89% e a 7ª 118,56%.

Figura 21. Componentes harmônicas de corrente na fase A, 3ª, 5ª e 7ª, dia 26.



Na Figura 22, os gráficos das componentes de distorção de corrente são apresentados para o dia 29, devendo-se destacar a componente de 3ª harmônica que atingiu distorção de 104,19%.

Figura 22. Componentes harmônicas de corrente na fase A, 3ª, 5ª e 7ª, dia 29.



Com as análises acima, observa-se um possível caso de ressonância harmônica, cuja uma das características é o surgimento de distorções de componentes de corrente elétrica superiores a 100%.

Neste caso, para investigar foram avaliadas as componentes de distorção de corrente de 3ª harmônica, componente de 3ª harmônica de tensão, tensão e corrente em regime permanente e demanda trifásica no mesmo horário dos picos de distorção de corrente.

Correlacionando os dados das Figuras de 23 a 26, inferimos que no momento em que a componente de distorção harmônica de corrente de 3ª ordem atinge seu valor máximo, de 136,98% às 7:20 horas (Figura 23), a distorção de tensão de mesma ordem está aumentando (Figura 24), enquanto o valor de tensão também aumenta (Figura 25) e a corrente elétrica tem uma pequena redução (Figura 26).

Figura 23. Distorção de corrente de 3ª harmônica na fase A, dia 25/10.

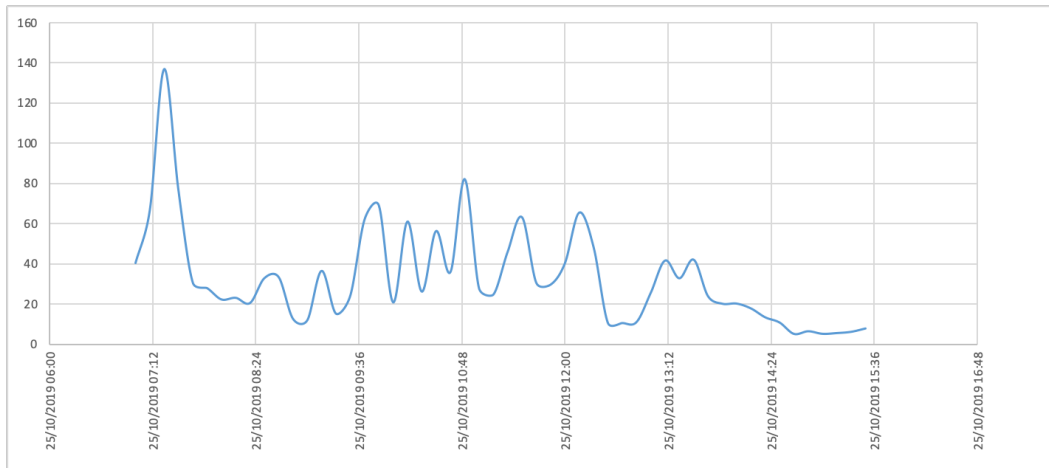


Figura 24. Distorção de tensão de 3ª harmônica na fase A, dia 25/10.

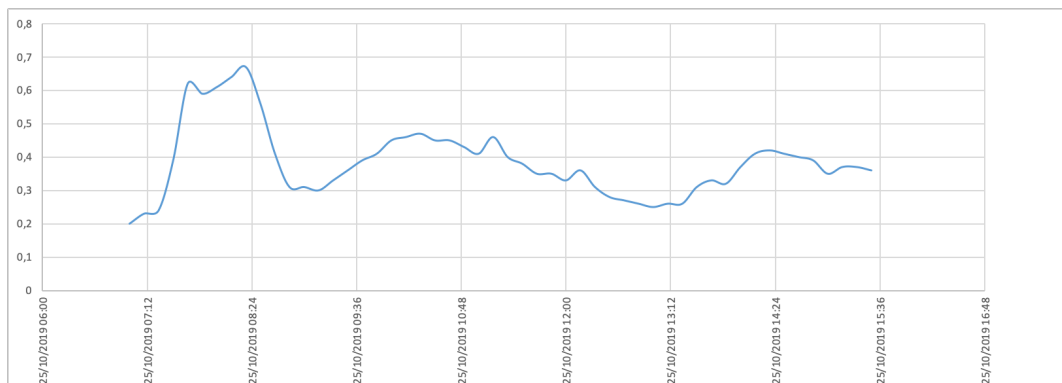


Figura 25. Tensão em regime permanente na fase A, dia 25/10.

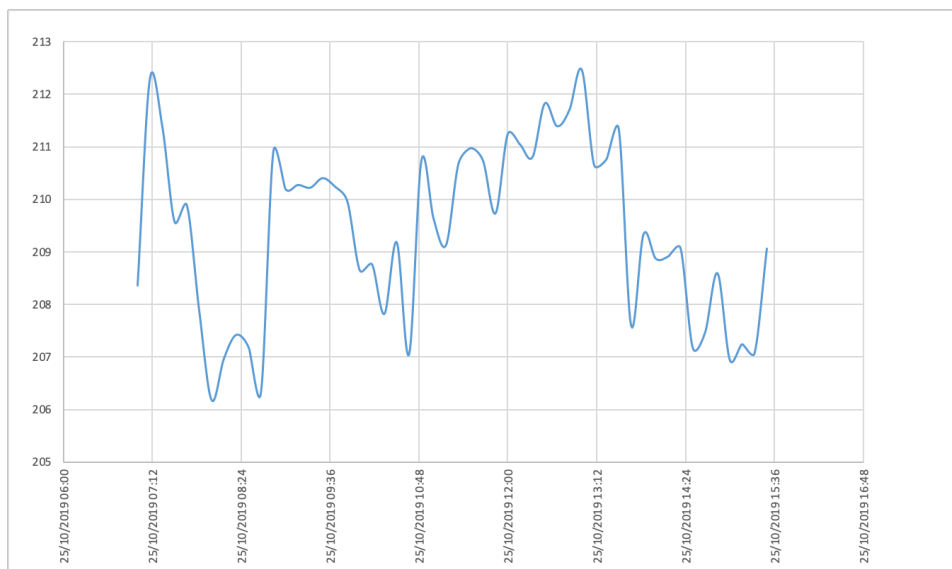
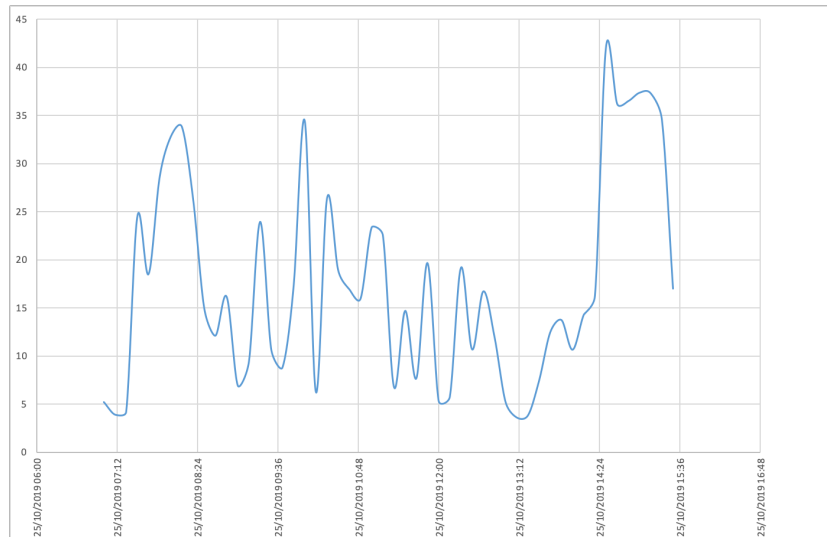


Figura 26. Corrente em regime permanente na fase A, dia 25/10.



Este comportamento, ao que tudo indica segue a evolução normal com o aumento de carga do sistema, conforme o gráfico da Figura 26. Dado o instante de ocorrência da possível ressonância harmônica, pode-se tratar de um fenômeno transitório, ocasionado pelo aumento de repentino de geração de energia elétrica através da usina fotovoltaica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As edificações de consumo de energia próximo a zero, representam uma tendência internacional nos grandes centros urbanos, dada a considerável participação dos edifícios no consumo de energia. Para atingir tal nível, diversos autores convergem que torna-se necessário o aumento da eficiência energética associada a geração de energia renovável na edificação.

Com os resultados alcançados até o momento com a pesquisa, podemos inferir sobre a importância do diagnóstico energético em edificações, identificando seus usos finais, e posteriormente estudos para a determinação de ações de eficiência energética. Embora o Brasil, ainda não possua requisitos específicos para edificações de consumo de energia zero, normas e recomendações de área correlatas foram utilizadas.

Quanto as ações de eficiência energética, destaca-se primeiramente o uso final de energia identificado, com o condicionamento de ar demandando 65% da energia elétrica, seguido pelas cargas de informática com 22%, o sistema de iluminação da edificação já tem características eficientes, demandando apenas 6% da energia elétrica destinada ao prédio. Recomenda-se o investimento nos sistemas de climatização, dada a significativa participação do condicionamento de ar, investimentos nesse uso final terão menor tempo de retorno dos investimentos.

O comportamento dinâmico do consumo de energia elétrica foi caracterizado, e curvas de demanda para cada dia da semana foram determinadas, identificando o perfil de consumo da edificação durante as 24 horas. Dessa maneira, foi possível identificar elevado potencial para sistemas de gestão de energia, com o objetivo de otimizar o consumo de energia elétrica em horários específicos, sobretudo durante o horário de ponta, em que a tarifa de energia elétrica possui maior custo, e coincide com a maior demanda de energia da edificação.

Em relação a usina fotovoltaica, esta cumpre o papel de fornecer energia renovável a edificação, em alguns momentos do dia ela gera acima do necessário e o excedente é distribuído para o restante do campus universitário. No entanto, o objetivo do trabalho consistiu no estudo dos impactos da geração fotovoltaica na qualidade da energia elétrica.

Com os dados coletados conseguimos caracterizar o funcionamento na usina e sua associação com as cargas da edificação. Destaca-se, que os valores de distorção harmônica total de tensão permanecem abaixo do limite recomendado pelo IEEE 512/2014 na maior

parte do tempo, ocorrendo a ultrapassagem em momentos pontuais ao longo das 24 horas. As frequências mais significativas foram identificadas, cita-se a 5ª, 3ª e 7ª ordens. Os pontos com THD_v superiores ao recomendado pela norma foram investigados, e as medições de distorção das componentes harmônicas de corrente foram analisadas. Os resultados sugerem a existência de ressonância harmônica, no entanto em caráter transitório.

Dessa maneira, infere-se que o projeto alcançou seus objetivos principais de identificação e análise de uma edificação para sua transição em edifício com consumo de energia próximo a zero. Com uma base de dados suficiente para continuar com a pesquisa, e a identificação de novos pontos a atuar. Destacando para projetos futuros, a proposta de sistemas de gestão energética, o aprofundamento da análise de impacto da qualidade da energia, acrescentando novos pontos de medição de grandezas elétricas no campus, investigação da existência de ressonância harmônica, a representação do sistema em um modelo computacional para extrapolação dos resultados e análise no impacto distribuído de múltiplas edificações com geração própria de energia no sistema de distribuição.

REFERÊNCIAS

ABNT ISO. Diagnósticos energéticos — Requisitos com orientação para uso. ABNT NBR ISO 50002, 2014.

Aguero, J. R.; Khodaei, A.; Masiello, R. The Utility and Grid of Future: Challenges, Needs, and Trends. IEEE Power and Energy Magazine, September/October 2016.

Bajay, S.; Jannuzzi, G.M.; Heideier, R.B.; Vilela, I.R.; Paccola, J.A.; Gomes, R. Geração distribuída e eficiência energética: Reflexões para o setor elétrico de hoje e do futuro. IEI Brasil, Campinas, 2018.

Ballarini, I.; Giovanna De Luca, Argun Paragamyan, Anna Pellegrino; Vincenzo Corrado. Transformation of an Office Building into a Nearly Zero Energy Building (nZEB): Implications for Thermal and Visual Comfort and Energy Performance. Energies, Volume 12, March 2019.

Brasil. Intended Nationally Determined Contribution of Brazil. Towards achieving the objective of the United Nations framework conventions on climate change, France, 2015.

BPIE. Nearly Zero Energy Buildings Definitions across Europe, Buildings Performance Institute Europe (BPIE), Belgium, 2015.

Calili, R.F.; Souza, R.C.; Galli, A.; Armstrong, M.; Marcato, A.L. Estimating the cost savings and avoided CO₂ emissions in Brazil by implementing energy policies. Energy Policy, 2014, 67, 4-15, DOI: 10.1016/j.enpol.2013.09.071.

Ferdyn-Grygierek, J; Dorota Bartosz, Aleksandra Specjal; Krzysztof Grygierek. Analysis of Accuracy Determination of the Seasonal Heat Demand in Buildings Based on Short Measurement Periods. Energies, Volume 11, October 2018.

ICF. Energy Efficiency as a Low-Cost Resource for Achieving Carbon Emissions Reductions. National Action Plan for Energy Efficiency 2009, ICF International, Inc, USA.

IEA. Energy Efficiency Market Report 2016. OECD, International Energy Agency, IEA, France, 2016.

IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems. IEEE Std 519-2014, 2014.

Kadir Amasyali; Nora M. El-Gohary. A review of data-driven building energy consumption prediction studies. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 81, Part 1, January 2018, Pages 1192-1205.

Kallakuri, C.; Vaidyanathan, S.; Kelly, M.; Cluett, R. The 2016 International Energy Efficiency Scorecard. Report E1602, American Council for Energy Efficiency Economy, ACEEE, USA, July, 2016.

MacBell, K.D; Simões, M.G. Evaluating the Long-Term Impact of a Continuously Increasing Harmonic Demand on Feeder-Level Voltage Distortion. IEEE Transactions on Industry Applications, Volume 50, May/June 2014.

Nomm, J; Rönnerberg, S; Bollen, M. Harmonic Voltage Measurements in a Single House Microgrid. 18th International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP), May 2018.

Painter, B; Katherine N. Irvine, Ruth Kelly Waskett; John Mardaljevic. Evaluation of a Mixed Method Approach for Studying User Interaction with Novel Building Control Technology. Energies, Volume 9, 2016.

P.Singh, R.Verma. Zero-Energybuildings-A review. Phys. Sci. Eng. Technol. vol. 5 (2), pp. 143–150, 2014. [Online]. Disponible: <http://dx.doi.org/10.18090/samriddhi.v5i2.1532>.

P. Torcellini, S. Pless, M. Deru, D. Crawley, “Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition,” National Renewable Energy Laboratory and Department of Energy, US, 2006.

Pérez-Arriaga, I.J.; Batlle, C.; Gómez, T.; Chaves, J.P.; Rodilla, P.; Herrero, I.; Dueñas, P.; Vergara Ramírez, C.R.; Bharatkumar, A.; Burger, S.; Huntington, S.; Jenkins, J.; Luke, M.; Miller, R. Utility of the Future: an MIT Energy Initiative response to an industry in transition. Project: UOF-MIT. Massachusetts Institute of Technology. Dec/2016.

S. Pless, P. Torcellini, “Net-Zero Energy Buildings: A Classification System Based on Renewable Energy Supply Options”, NREL Technical. Technical Report, NREL/TP-550- 44586, June 2010. [Online] Disponible: <https://www.nrel.gov/docs/fy10osti/44586.pdf>

S. de la Rue du Can, L. Price, “Sectoral trends in global energy use and greenhouse gas emissions”, Energy Policy, vol. 36 (4), pp. 1386–1403, 2008.

S.-N. Boemi, O. Irulegi, M. Santamouris, “Energy Performance of Buildings: Energy Efficiency and Built Environment in Temperate Climates”, Springer, 2015.

THOYRE, A. Energy efficiency as a resource in state portfolio standards: Lessons for more expansive policies. Energy Policy 2015, 86, 625-634, DOI: 10.1016/j.enpol.2015.08.015.

Wells, L.; Rismanchi, B.; Aye, L. A Review of Net Zero Energy Buildings with Reflections on the Australian Context. Energy and Buildings, 158, 2018.

WGBC. World Green Building Council, Health, Wellbeing & Productivity in Offices, The Next Chapter for Green Building, 2014, [Online] Disponible: <http://www.worldgbc.org/activities/health-wellbeing-productivity-offices/>.

Wei Tian; Yeonsook Heo; Pieter de Wild; Zhanyong Li; Da Yan; Cheol Soo Park; Xiaohang Feng; Godfried Augenbroe. A review of uncertainty analysis in building energy assessment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 93, October 2018, Pages 285-301.

APÊNDICE A – TABELAS LEVANTAMENTO DE DADOS – USO FINAL DE ENERGIA

Térreo							
Laboratório 5000							
Janela ou porta aberta?							Janela
Em Uso ?							Não
Carga							
Descrição	Tensão/Sistema	Potência Unitária (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Ligado/Desligado	Selo Procel	Comentários Adicionais
Tomada	110V/monofásica	80	30	2400			
Caixa de som							
Lâmpada	220V/monofásica	9,5	48	456	Desligadas		
Ar Condicionado	220V/monofásica	3150	2	6300	Ligados	Categoria A	22°C
Monitor	110V/monofásica	22	30	660			
Amplificador de som	110V/monofásica	30	1	30			
CPU	110V/monofásica	27,4	30	822			
Câmera de Monitoramento	12V/monofásica	1,2		0			
Projektor	220V/monofásica	270	1	270			
Laboratório 5001							
Janela ou porta aberta?							Não
Em Uso ?							Não
Carga							
Descrição	Tensão/Sistema	Potência Unitária (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Ligado/Desligado	Selo Procel	Comentários Adicionais
Tomada	110V/monofásica	80	9	720			
Caixa de som				0			
Lâmpada	220V/monofásica	18	12	216	Desligadas		
Ar Condicionado	220V/monofásica	1360	2	2720	Desligados	Não	Temperatura Mínima configurada
Monitor	110V/monofásica	22	16	352			
CPU	110V/monofásica	27,4	16	438,4			
Câmera de Monitoramento	12V/monofásica	1,2		0			
Projektor	220V/monofásica	270	1	270			
Amplificador de som	110V/monofásica	30	1	30			
Laboratório 5002							
Janela ou porta aberta?							Não
Em Uso ?							Não
Carga							
Descrição	Tensão/Sistema	Potência Unitária (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Ligado/Desligado	Selo Procel	Comentários Adicionais
Tomada	220V/monofásica	(3x600x0,8)+(46x100x0,8)	49	5120			
Tomada	110V/monofásica	480	1	480			
Tomada	220V/trifásica	480	1	480			
Lâmpada	220V/monofásica	18	18	324	Desligadas		
Ar Condicionado	220V/monofásica	2260	1	2260	Ligado	Não	16°C
Monitor	220V/monofásica	22	1	22			
CPU	220V/monofásica	12,44	1	12,44			
Câmera de Monitoramento	12V/monofásica	1,2		0			
Sala 5003							
Janela ou porta aberta?							-
Em Uso ?							-
Carga							
Descrição	Tensão/Sistema	Potência Unitária (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Ligado/Desligado	Selo Procel	Comentários Adicionais
Tomada	220V/monofásica	80	1	80			
Ar Condicionado	220V/monofásica	1236,67	1	1236,67	Selo Procel categoria B		
Copa							
Janela ou porta aberta?							Não
Em Uso ?							Não
Carga							
Descrição	Tensão/Sistema	Potência Unitária (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Ligado/Desligado	Selo Procel	Comentários Adicionais
Tomada	220V/monofásica	480	2	960			
Microondas	220V/monofásica	1270	1	1270			
Lâmpada	220V/monofásica	18	2	36	Desligadas		
Refrigerador	220V/monofásica	33	1	33	Ligado		Configurado em temperatura mínima
Hall							
Janela ou porta aberta?							-
Em Uso ?							-
Carga							
Descrição	Tensão/Sistema	Potência Unitária (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Ligado/Desligado	Selo Procel	Comentários Adicionais
Tomada	220V/monofásica	80	1	80			
Televisor	220V/monofásica	108(taxa)/87(típico)	1	87	Ligado	Não	Ligado durante todo o dia
Lâmpada	220V/monofásica	9,5	2	19	Ligado		Ligado durante todo o dia
Lâmpada	220V/monofásica	18	4	72	Ligado		Ligado durante todo o dia
				Total Térreo (kW)			26,93984

Primeiro Andar							
Laboratório 5100							
Janela ou porta aberta?							Porta e janelas abertas
Em Uso ?							Sim
Carga							
Descrição	Tensão/Sistema	Potência Unitária (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Ligado/Desligado	Selo Procel	Comentários Adicionais
Tomada	110V/monofásica	80	41	3280			
Caixa de som				0			
Lâmpada	220V/monofásica	18	12	216	Ligadas		
Ar Condicionado 1	220V/monofásica	2260	1	2260	Ligado	Não	Impossível identificar temperatura
Ar Condicionado 2	220V/monofásica	3150	1	3150	Ligado	Não	Impossível identificar temperatura
Ar Condicionado 3	220V/monofásica	3170	1	3170	Ligado	Categoria D	23°C
Amplificador de som	110V/monofásica	30	1	30			
Impressora	110V/monofásica	30	1	30			Valor estimado.
Monitor	110V/monofásica	25	51	1275			
CPU	110V/monofásica	27,40	51	1397,26			
Câmera de Monitoramento	12V/monofásica	1,2		0			
Projeter	220V/monofásica	270	1	270			
Laboratório 5101							
Janela ou porta aberta?							Não
Em Uso ?							Sim
Carga							
Descrição	Tensão/Sistema	Potência Unitária (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Ligado/Desligado	Selo Procel	Comentários Adicionais
Tomada	110V/monofásica	80	30	2400			
Caixa de som				0			
Lâmpada	220V/monofásica	18	24	432	Ligadas		
Ar Condicionado 1	220V/monofásica	1808	1	1808	Desligado	Não	Impossível identificar temperatura
Ar Condicionado 2	220V/monofásica	3150	1	3150	Ligado	Não	Impossível identificar temperatura
Amplificador de som	110V/monofásica	30	1	30			
Impressora	110V/monofásica	30	1	30			
Monitor	110V/monofásica	25	31	775			
CPU	110V/monofásica	27,40	31	849,32			
Câmera de Monitoramento	12V/monofásica	1,2		0			
Projeter	220V/monofásica	270	1	270			
Banheiros							
Janela ou porta aberta?							Não
Em Uso ?							Não
Carga							
Descrição	Tensão/Sistema	Potência Unitária (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Ligado/Desligado	Selo Procel	Comentários Adicionais
Tomada	220V/monofásica	80	2	160			
Secador de Mão	220V/monofásica	1800	2	3600			
Lâmpada	220V/monofásica	18	4	72	Ligadas		
Corredor Primeiro Andar							
Janela ou porta aberta?							-
Em Uso ?							-
Carga							
Descrição	Tensão/Sistema	Potência Unitária (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Ligado/Desligado	Selo Procel	Comentários Adicionais
Bebedouro	220V/monofásica	3,45	2	6,90			
Lâmpada	220V/monofásica	18	6	108	Ligadas		
Câmera de Monitoramento	12V/monofásica	1,2					
Total Primeiro Andar (kW)							28,76947945

Segundo Andar							
Laboratório 5200							
Janela ou porta aberta?							Não
Em Uso ?							Sim
Carga							
Descrição	Tensão/Sistema	Potência Unitária (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Ligado/Desligado	Selo Procel	Comentários Adicionais
Tomada	110V/monofásica		80	39	3120		
Caixa de som					0		
Lâmpada	220V/monofásica		9,5	64	608	Ligadas	
Ar Condicionado	220V/monofásica	1236,67		3	3710	Ligadis	Categoria B 22°C
Amplificador de som	110V/monofásica		30	1	30		
Monitor	110V/monofásica		22	40	880		
CPU	110V/monofásica		27,40	40	1095,89		
Câmera de Monitoramento	12V/monofásica		1,2		0		
Projeter	220V/monofásica		270	1	270		
Laboratório 5201							
Janela ou porta aberta?							Janela aberta
Em Uso ?							Não
Carga							
Descrição	Tensão/Sistema	Potência Unitária (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Ligado/Desligado	Selo Procel	Comentários Adicionais
Tomada	110V/monofásica		80	39	3120		
Caixa de som					0		
Lâmpada	220V/monofásica		9,5	64	608	Desligadas	
Ar Condicionado	220V/monofásica	1236,67		3	3710	Ligadis	Categoria B 22°C
Amplificador de som	110V/monofásica		30	1	30		
Monitor 1	110V/monofásica		22	31	682		
Monitor 2	110V/monofásica		22	1	22		
Monitor 3	110V/monofásica		18,6	8	148,8		
CPU	110V/monofásica		27,40	40	1095,89		
Câmera de Monitoramento	12V/monofásica		1,2		0		
Projeter	220V/monofásica		270	1	270		
Sala 5202							
Janela ou porta aberta?							Não
Em Uso ?							Não
Carga							
Descrição	Tensão/Sistema	Potência Unitária (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Ligado/Desligado	Selo Procel	Comentários Adicionais
Tomada	110V/monofásica		80	22	1760		
Ar Condicionado	110V/monofásica	1236,67		3	3710	Desligado	Não
Lâmpada	220V/monofásica		18	8	144	Desligadas	
Corredor Segundo Andar							
Janela ou porta aberta?							
Em Uso ?							
Carga							
Descrição	Tensão/Sistema	Potência Unitária (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Ligado/Desligado	Selo Procel	Comentários Adicionais
Câmera de Monitoramento	12V/monofásica		1,2		0		
Lâmpada	220V/monofásica		18	2	36	Ligadas	
Total Segundo Andar (kW)							25,05
Potência total do bloco 5 (kW)							80,76