

# COLETA E ANÁLISE DOS DADOS ELÉTRICOS DA INSTALAÇÃO DA UNIDADE 1 DO CAMPUS UPT DO IFTM

## 1 INTRODUÇÃO

Tem se tornado cada vez mais relevante a realização de estudos computacionais em sistemas elétricos de potência na busca por uma utilização mais racional e eficiente da energia elétrica. Sabe-se que a maioria das instalações elétricas atuais contam com projetos elétricos tradicionais que identificam apenas a localização de fiações, transformadores, iluminação, tomadas, entre outros componentes, que são moldados a partir da construção civil da edificação.

Porém, é fato que os projetos elétricos tradicionais não contemplam parâmetros operativos do sistema, tais como: tensões e correntes em pontos diferentes do sistema, curto-circuito e eventuais ampliações ou reduções de carga; o que pode comprometer os equipamentos de proteção da rede e, conseqüentemente, causar sérios prejuízos futuros para a instalação. Nesse sentido, é de extrema importância a realização de pesquisas computacionais no que concerne a estes sistemas elétricos afim de identificar possíveis problemas que venham a ocorrer na rede (BOYLESTAD, 2012).

Para tal, o presente trabalho objetivou a verificação e análise dos dados referentes ao sistema elétrico da Unidade 1 do Campus UPT, com o intuito de realizar simulações e verificar de forma dinâmica como o sistema se comporta. Ao final, pôde-se constatar que a modelagem computacional realizada se mostrou adequada, com resultados coerentes quando comparados aos dados elétricos fornecidos pelo setor de Engenharia do IFTM.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, utilizou-se o método de pesquisas exploratórias de projetos elétricos já existentes para a unidade 1 do campus UPT do IFTM, afim de colher material suficiente para se ter um ponto de partida na busca por dados para a presente pesquisa. Considerando os materiais obtidos, é necessário frisar que, durante a execução da construção civil do campus, alterações ou substituições de equipamentos podem ter sido realizadas. Desse modo, efetuou-se uma pesquisa para averiguar marcas, modelo e fabricante dos elementos elétricos que foram utilizados no projeto, visando assim um estudo detalhado acerca de possíveis mudanças.

Os dados colhidos no presente trabalho foram organizados em planilhas computacionais de acordo com o tipo de carga, localização, demanda e transformador, com a finalidade de garantir um melhor controle sobre esses elementos e demais fatores existentes no projeto elétrico. Tais elementos foram então modelos no software Power Systems Analysis Toolbox – PSAT (CAIXETA, 2007; MILANO, 2020), com o objetivo de realizar estudos de fluxo de potência e estabilidade de sistemas elétricos. Todas estas ações puderam ser avaliadas por meio de interfaces gráficas que ajudaram a fornecer os resultados necessários para visualizar as diversas condições operativas da rede.

### 3 RESULTADOS

A pesquisa baseou-se em diagramas unifilares, planilhas de dados elétricos e de carga e fatura de energia da unidade, documentos estes essenciais para a execução da modelagem computacional do sistema e simulações de fluxo de potência e no domínio do tempo. Os resultados foram organizados em planilhas computacionais descritas na tabela 1 abaixo, onde pode-se notar que a demanda total de potência ativa do campus é de 614,07 kW, enquanto que a de potência reativa é de 256,06 kVAR.

Tabela 1 – Tabela da relação de carga total do campus UPT/IFTM.

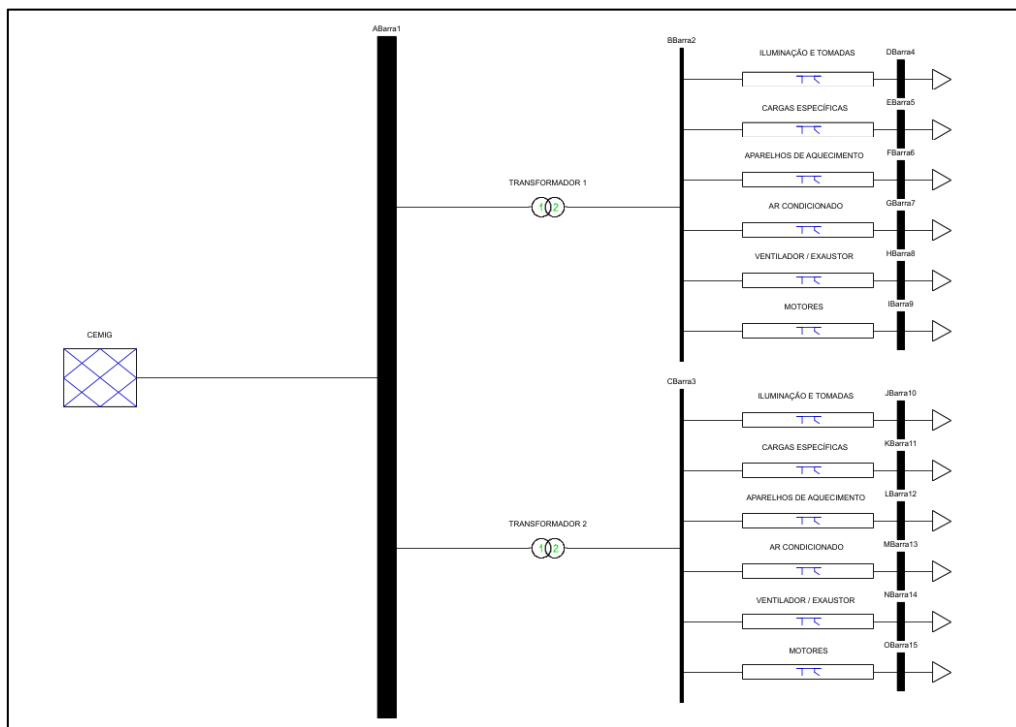
| RELAÇÃO DE CARGA TOTAL - CAMPUS UPT/IFTM |      |            |                                                                                            |
|------------------------------------------|------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| DISCRIMINAÇÃO DA CARGA                   | QTE. | TOTAL (kW) | DEMANDA                                                                                    |
| TRANSFORMADOR 01 (500 kVA)               | 1    | 928,83     | DEMANDA (kW) = 449,68 + 164,39 = 614,07 kW<br>DEMANDA (kVA) = 487,11 + 178,21 = 665,32 Kva |
| TRANSFORMADOR 02 (300 kVA)               | 1    | 330,94     |                                                                                            |
| TOTAL                                    | 2    | 1259,77    |                                                                                            |
| CARGA INSTALADA (kW): 1259,77 kW         |      |            | Potência Ativa (KW)                                                                        |
| CARGA DEMANDADA (kVA): 665,32 kVA        |      |            | Potência Reativa (KVAR)                                                                    |
| CARGA DEMANDADA (kW): 614,07 kW          |      |            | Potência Aparente (KVA)                                                                    |
| DEMANDA A SER CONTRATADA (KW): 614,07 kW |      |            |                                                                                            |
|                                          |      |            | 614,07                                                                                     |
|                                          |      |            | 256,0639324                                                                                |
|                                          |      |            | 665,32                                                                                     |
|                                          |      |            | 110,88                                                                                     |
|                                          |      |            | 45,88709623                                                                                |
|                                          |      |            | 120                                                                                        |

Fonte: Software de planilha computacional (autoria própria).

Em seguida, foi realizada a modelagem do sistema do campus UPT/IFTM como demonstrado na figura 1 abaixo, na qual encontra-se, na primeira barra (ABarra 1), a potência total fornecida pela concessionária CEMIG para o campus UPT. As demais barras fornecem as potências das cargas separadas por tipos, como iluminação e tomadas, cargas específicas, aparelhos de aquecimento, entre outros.

A modelagem ficou então dividida em transformador 1 e 2, divisão esta que se deu pelo fato de que o campus UPT possui uma ampliação a ser realizada no futuro, devendo a nova carga ser conectada junto ao transformador 1. Já o transformador 2 se encontra hoje conectado à carga já existente no campus em funcionamento. O sistema pôde ser modelado de modo a permitir vários tipos de simulações acerca do mesmo, o que possibilitou contemplar todos os dados e parâmetros fornecidos para a pesquisa.

Figura 1 – Modelagem do sistema do campus UPT/IFTM.



Fonte: Software de modelagem computacional (autoria própria).

Após a modelagem do sistema, foi realizado o estudo de fluxo de potência referente ao mesmo, obtendo-se o relatório demonstrado na tabela 2 abaixo. Dessa forma, é possível notar, da esquerda para a direita, as barras e as potências ativa e reativa de todas as cargas da rede. Por exemplo, a primeira barra (ABARRA 1) mostra as potências totais demandadas da CEMIG para o campus UPT de 614,1 kW e 251,22 kVar reativo.

Tabela 2 – Tabela do relatório estático do fluxo de potência do campus UPT/IFTM.

| <b>RELATÓRIO ESTÁTICO - FLUXO DE POTÊNCIA: CAMPUS UPT/IFTM</b> |                            |                                |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| <b>BARRA</b>                                                   | <b>POTÊNCIA ATIVA (kW)</b> | <b>POTÊNCIA REATIVA (kVar)</b> |
| ABARRA 1                                                       | 614,1                      | 251,22                         |
| BBARRA 2                                                       | 0                          | 0                              |
| CBARRA 3                                                       | 0                          | 0                              |
| DBARRA 4                                                       | -195,86                    | -83,43                         |
| EBARRA 5                                                       | -3,68                      | -15,68                         |
| FBARRA 6                                                       | -19,25                     | 0                              |
| GBARRA 7                                                       | -170,29                    | -72,55                         |
| HBARRA 8                                                       | 3,58                       | -1,52                          |
| IBARRA 9                                                       | -23,9                      | -10,19                         |
| JBARRA 10                                                      | -84,72                     | -36,1                          |
| KBARRA 11                                                      | -6                         | -2,55                          |
| LBARRA 12                                                      | -5,5                       | 0                              |
| MBARRA 13                                                      | -56,59                     | -24,11                         |
| NBARRA 14                                                      | -2,02                      | -0,87                          |
| OBARRA 15                                                      | -9,56                      | -4,07                          |

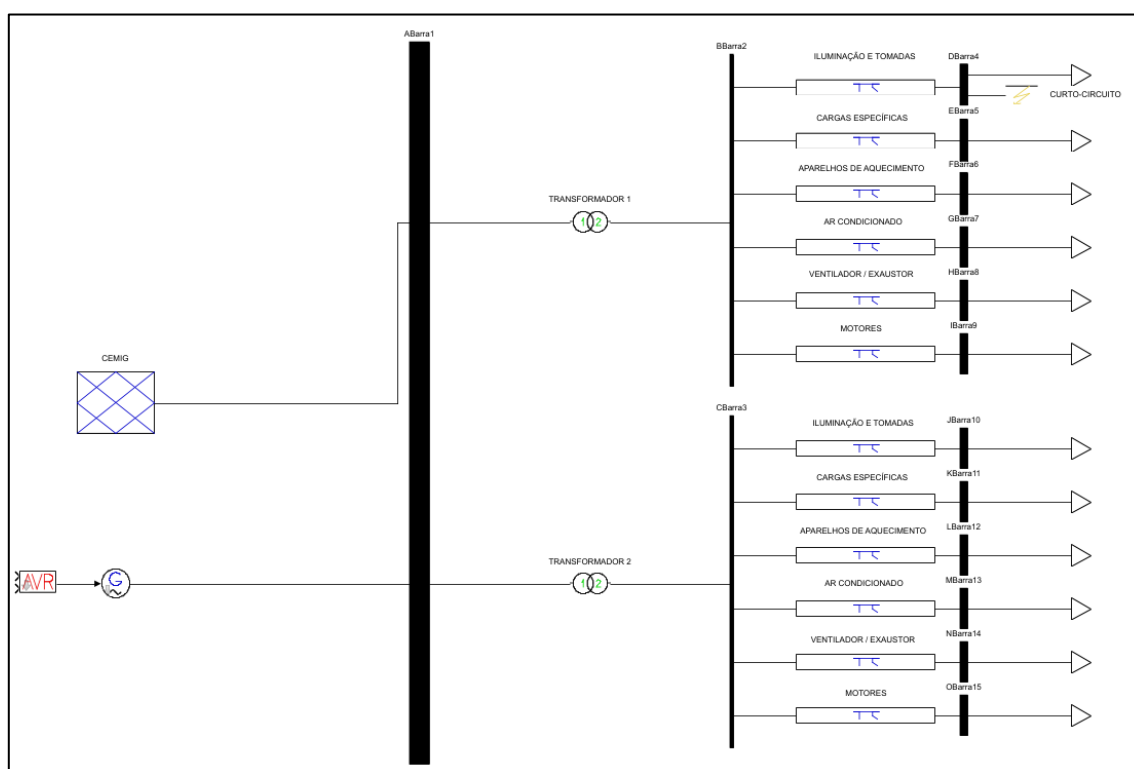
Fonte: Software de planilha computacional (autoria própria).



Foram também realizadas simulações no domínio do tempo para verificar o comportamento do sistema diante de perturbações. A figura 2 retrata O curto-circuito na barra 4 da rede. Foram ainda adicionados elementos dinâmicos ao modelo (máquina e regulador) de modo a permitir que o comportamento do sistema apresente oscilações próximas à realidade (FITZGERALD, 1979).

Já a figura 3 a seguir reflete a potência ativa da barra 4 para 9 ao longo do tempo, mantendo-se em 195,86 W até 2 segundos. Com o curto ocorrendo entre 2,0 e 2,25 s, a potência chegou próximo de zero no período e, na sequência, apresentou um pico de aproximadamente 390 kW. Após algumas oscilações, tal parâmetro se estabilizou em torno do instante  $t = 5$  s.

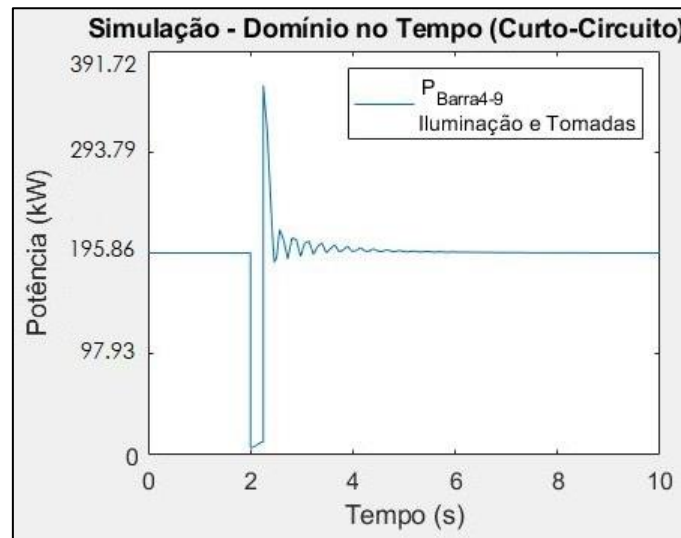
Figura 2 – Modelagem no domínio do tempo com curto-circuito.



Fonte: Software de modelagem computacional (autoria própria).



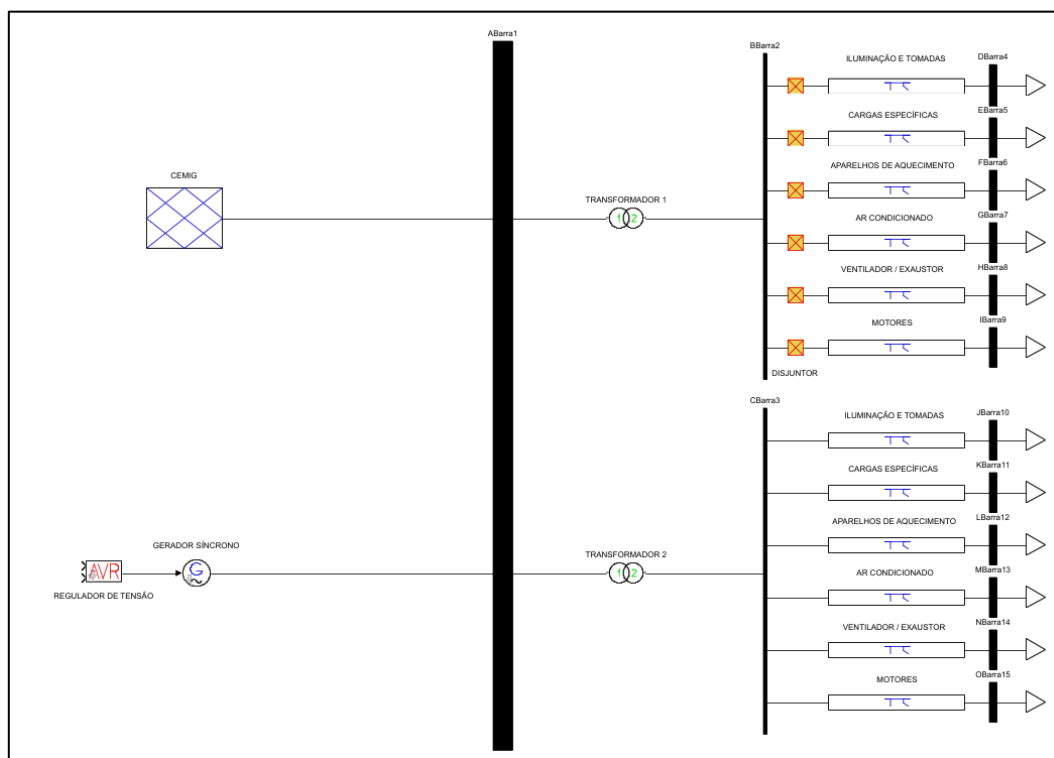
Figura 3 – Gráfico da simulação no domínio do tempo com curto-circuito.



Fonte: Biblioteca PSAT (autoria própria).

Houve, na sequência, a realização de outras duas simulações no domínio do tempo, com corte e acréscimo de cargas em todas as barras conectadas ao transformador 1. É evidenciado na figura 4 o acréscimo de disjuntores e, conseqüente, corte de todas as cargas referentes ao transformador 1.

Figura 4 – Modelagem no domínio do tempo com corte de carga.

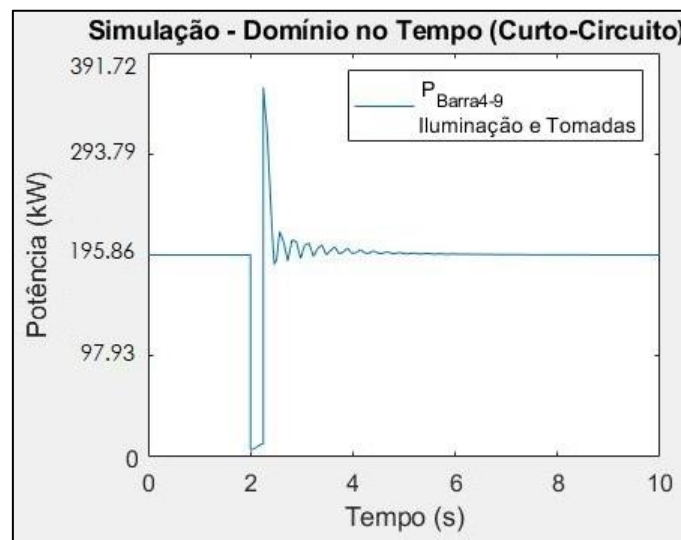


Fonte: Software de modelagem computacional (autoria própria).

Já a figura 5 reflete que, após algumas pequenas oscilações, a potência ativa do sistema se manteve em 449,68 kW até o instante  $t = 5$  s. No instante  $t = 5$  s ocorreu um corte de cargas, momento esse em que os disjuntores que estavam fechados foram abertos, o que levou a potência ativa total da barra a zero.

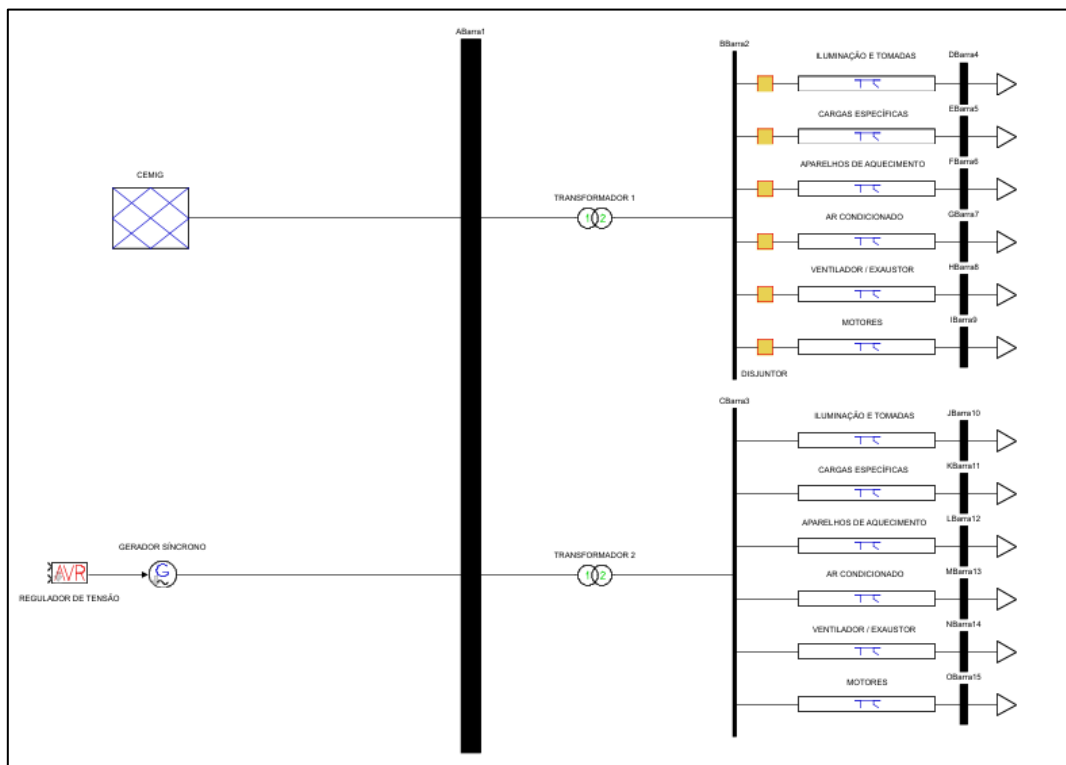
Por fim, a figura 6 ilustra a última simulação no domínio do tempo representando o acréscimo de cargas que funcionou de forma semelhante à anterior, exceto pelo fato de que os disjuntores, ao invés de serem abertos, foram fechados.

Figura 5 – Gráfico da simulação no domínio do tempo com corte de carga.



Fonte: Biblioteca PSAT (autoria própria).

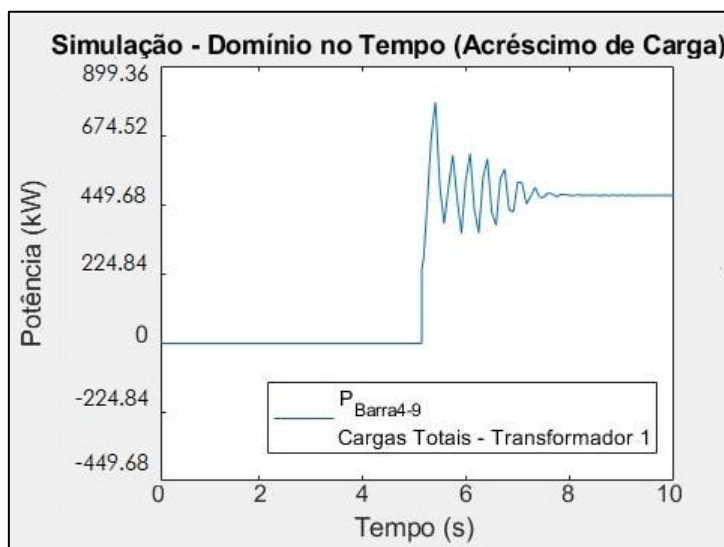
Figura 6 – Modelagem no domínio do tempo com acréscimo de carga.



Fonte: Software de modelagem computacional (autoria própria).

A figura 7 reflete a potência ativa da barra 4 para 9, sendo nula até 5 s. No instante 5 s ocorreu um acréscimo de cargas, com os disjuntores sendo então fechados, o que levou a potência ativa de zero para 449,68 kW. Após algumas oscilações, tal parâmetro se estabilizou em torno do período de 5 s e 8 s.

Figura 7 – Gráfico da simulação no domínio do tempo com acréscimo de carga.



Fonte: Biblioteca PSAT (autoria própria).

## 4 DISCUSSÃO

Um dos maiores desafios atuais na área de sistemas elétricos de potência se baseia em obter economia, seja na compra de equipamentos eletrônicos, alimentação, moradia, serviços de tratamento de água e, sem dúvida, serviços fornecidos pelas concessionárias. Neste sentido, a fonte hidráulica, aliada à possibilidade de geração eólica e fotovoltaica, é um grande avanço para a produção de uma energia limpa e mais econômica.

Além disso, o projeto possibilitou identificar os principais parâmetros operativos do sistema, como tensões/correntes em pontos distintos do sistema, curtos-circuitos e eventuais ampliações/reduções de carga. Isso implica no dimensionamento mais adequado de equipamentos de proteção da rede. Assim, estudos iniciais devem ser realizados para que no futuro seja possível acrescentar modelos fotovoltaicos e eólicos em um sistema elétrico que já tenha suporte e represente essa situação de forma adequada.

O sistema avaliado neste trabalho pertenceu à unidade do campus UPT/IFTM e, com a análise dos dados realizada, foi possível obter simulações acerca do sistema elétrico que se mostraram adequadas, permitindo assim a utilização mais racional e eficiente da energia elétrica.

A presente pesquisa pôde contribuir para o reconhecimento da importância dos estudos sobre o fluxo de potência de edificações, simulações e a modelagem das mesmas, comprovando que é possível verificar as diversas situações operativas que podem ocorrer no sistema.

Os resultados alcançados e as análises desenvolvidas ao longo da pesquisa permitiram concluir que as simulações retrataram um bom comportamento do sistema, mesmo quando submetido a perturbações provocadas. Os dados obtidos foram organizados em planilhas computacionais para estudos futuros.

De forma geral, quando comparados com os dados fornecidos pelo Setor de Engenharia do IFTM junto à concessionária de energia elétrica CEMIG, os mesmos se mostraram coerentes com as simulações realizadas. A realização do projeto foi de extrema importância para a compreensão de diversos fenômenos envolvendo a dinâmica de sistemas elétricos. Tendo isso em mente, o que se pode continuar a ser desenvolvido é uma possível atualização do modelo computacional realizado que pode ser obtida com dados ainda mais consistentes.

Além disso, reitera-se também a importância desse projeto de iniciação científica, representando uma forma de aproximar o estudante da vida profissional e científica. Com isso, tem-se uma maior motivação para a sequência dos estudos por parte do aluno, resultando no seu crescimento como acadêmico.



## REFERÊNCIAS

BOYLESTAD, R. L. **Introdução à Análise de Circuitos Elétricos**, 12ª edição, Pearson, 2012.

FITZGERALD, A. E.. **Máquinas Elétricas**. McGraw-Hill, 1979.

CAIXETA, D. A... **Manual de Simulação de Sistema Elétrico com PSAT (versão 1.3.4) e MatLab (versão 6.5) incluindo um Caso Exemplo**; Uberlândia, 2012.

MILANO, F.. **Power System Analysis Toolbox (PSAT)**. Prof. Federico Milano's Website, 2020.

Disponível em: < <http://faraday1.ucd.ie/psat.html> >. Acesso em: 01 de nov. de 2020.

## COLLECTION AND ANALYSIS OF ELECTRICAL DATA FROM THE INSTALLATION OF UNIT 1 OF THE IFTM CAMPUS UPT

The accomplishment of computational studies applied to electrical power systems has shown to be a task of great relevance in the search for a more rational and efficient use of energy. To this end, the availability of real data from the electrical network under study is essential for the construction of a complete and reliable single-line diagram, in order to subsequently allow adequate investigations into the static and dynamic behavior of the network. It is noteworthy that the already traditional hydraulic source, combined with the possibility of wind and photovoltaic generation by small consumers, has resulted in a more complex electrical system, whose understanding becomes an increasingly arduous activity. In addition, installations in general only rely on traditional electrical projects that identify the location of wiring, transformers, etc., studies that are required during the execution of civil construction. However, these studies do not consider the system's operating parameters (such as voltages/currents at different points in the system, short circuits and possible load expansions/reductions), which can compromise the network's protection equipment and, consequently, cause serious damage. futures for the unit. Therefore, this work contemplates, first, the survey of the real data of the main electrical elements of the system of Unit 1 of the UPT Campus of the IFTM (cables, wires, transformers, loads, and protection equipment). In view of the COVID-19 pandemic framework installed during the research period and, consequently, social isolation that made it impossible to carry out technical visits to the campus, this stage was based on contacts with those responsible for the engineering area of the IFTM who provided several documents containing single-line diagrams and unit electrical data. Subsequently, a base system was modeled in the Power System Analysis Toolbox (PSAT) software, which served as a starting point for the execution of power flow studies. Subsequently, dynamic simulations were performed in the time domain, such as load shedding and occurrence of short circuit in the network. In the end, it was possible to verify that the computational modeling performed proved to be adequate, with coherent results when compared to the electrical data provided by the Engineering sector of the IFTM.

**Keywords:** *Electrical Data, Power Flow, IFTM, PSAT.*