



## GRUPO DE ESTUDO DE GERAÇÃO TÉRMICA - GGT

### ANÁLISE DE USOS E CONSUMOS DE VETORES ENERGÉTICOS SEGUINDO AS DIRETRIZES DA ISO 50001: ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

**SOLLUAN DA SILVA MARÇAL NUNES(1)**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO(1)**

#### RESUMO

RESUMO - Ações que visam o aumento da eficiência energética são importantes para os diferentes setores de um país em desenvolvimento que busca de um posicionamento economicamente competitivo. Sendo assim, o escopo deste trabalho apresenta a Revisão Energética da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) segundo as diretrizes da norma ISO 50001:2018. Nela foi possível identificar o vetor energético, as áreas de Uso Significativo de Energia (USE) e, a partir do cruzamento de dados de um inventário e de Dados de Memória de Massa (DMM), foi identificado o potencial de redução do consumo em até cerca de 30 mil MWh.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência Energética em Universidades Públicas; ISO 50001; Revisão Energética.

#### 1.0 INTRODUÇÃO

Embora a pegada ecológica mundial seja um denominador planetário, se faz fundamental métricas e análises diferentes para as economias díspares entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Este ponto é apresentado na Alínea 4 da Declaração de Estocolmo e também é pontuado pela Silvana Colombo [14].

Assim, analisando o Cenário Mundial de Eficiência Energética [2], da Agência Internacional de Energia (AIEA), há a previsão de crescimento de mais que o dobro da economia de países em desenvolvimento, com apenas o aumento de 24% de sua demanda energética primária. O que significa que é possível potencializar o desenvolvimento da economia de países emergentes com o apoio da Eficiência Energética.

Para tal, como sugerido pela ISO 50001:2018 – norma internacional de construção de Sistemas de Gestão de Energia (SGE) – uma das primeiras etapas para implementação de um SGE é a realização de um diagnóstico energético para o entendimento dos usos e consumos de energia. Para a partir desta compreensão, buscar identificar onde ocorrem as perdas dentro das fronteiras estabelecidas e executar ações que resultem em uma redução de emissões e custos.

Será apresentado no escopo deste trabalho um estudo de caso da Universidade Federal de Pernambuco no campus de Recife segundo a norma ISO 50001:2018, onde será feita uma revisão energética, serão adotadas premissas de quais são as áreas de Uso Significativo de Energia (USE) e será proposto um Indicador de Desempenho Energético (IDE).

Para tal, foi desenvolvido o SGE nas seguintes etapas:

- Foi identificado o Vetor Energético dentro do escopo das áreas de Uso Significativo de Energia (USE) da UFPE;
- Foi realizada análise dos Dados de Memória de Massa (DMM) das Cabines 1 e 2 – limite físico e logístico;
- Posteriormente, foi escolhido o Departamento de Energia Nuclear (DEN) como estudo de caso;
- Foi analisando os DMM das Cabines DEN 1 e DEN 2;
- Foi realizado o inventário do DEN;
- Realizou-se um estudo comparativo para o consumo fixo identificado no inventário e o presente nos DMM;
- Foi considerado semelhanças comportamentais entre às USEs e o perfil de consumo do DEN e da UFPE;
- Foram realizados os cálculos de conversão dos dados de consumo em valores financeiros.

#### 2.0 REVISÃO ENERGÉTICA DA UFPE

##### 2.1 Análise dos usos e consumos da UFPE

###### 2.1.1 Distribuição de energia elétrica

A princípio, foi identificado que o vetor energético da UFPE é a eletricidade. Tendo em mãos este vetor, foram analisados os trinta e sete contratos que a UFPE possui em mercado cativo de energia vinculados à concessionária de energia elétrica de Pernambuco, a Neoenergia Pernambuco. Na análise foi identificado que as denominadas Cabine 1 e 2 representaram juntas, em 2018 e 2017, respectivamente a 81,63% e 83,00% dos gastos da Universidade com Eletricidade. Contribuindo para a conclusão de que o uso substancial de energia elétrica da UFPE.

### 2.1.2 Fronteiras logísticas e áreas significativas

Ao ser identificado o abastecimento das cabines 1 e 2, com o auxílio da Superintendência de Infraestrutura (Sinfra) da UFPE, ser realizada a análise do quantitativo de pessoas por centro e quantitativo de laboratórios por centro, foi identificado o seguinte quadro:

- Cabine 1:
  - Percentual de pessoas: 28,79%;
  - Percentual de quantidade de laboratórios: 44,14%;
  - Percentual de área: 40,69%;
  - Percentual do total de consumo das cabines 1 e 2: 44,45%.
- Cabine 2:
  - Percentual de pessoas: 71,21%;
  - Percentual de quantidade de laboratórios: 55,86%;
  - Percentual de área: 59,31%;
  - Percentual do total de consumo das cabines 1 e 2: 56,55%.

Devido à proximidade do percentual de consumo e o de laboratórios ser da ordem de casas decimais percentuais, adotamos como premissa que os laboratórios são áreas de Uso Significativo de Energia (USE).

Se estabelecem assim, como significativos:

- 1) As áreas produtivas da planta: todos os centros compreendidos pelas cabines 1 e 2;
- 2) O quantitativo de Laboratórios como premissa de possível área de Uso Significativo de Energia.

### 2.2 Dados de consumo das cabines 1 e 2

Para consolidar a prova de que durante os recessos acadêmicos o Consumo Total (CT) da Universidade pouco decai, foram categorizados os dias em Dias Úteis (DU), Dias Úteis de Recesso (DUR), Dias de Final de Semana (DFS) e Dias de Final de Semana de Recesso (DFSR) e os resultados podem ser conferidos na Tabela 1:

Tabela 1 – Consumo Total (CT) médio em período de aulas e período de recesso para as cabines 1 e 2 e suas respectivas reduções entre estes períodos para DU, DFS.

	Cabine 1	Cabine 2
Média do consumo total para dias úteis	43970,83 kWh	55830,97 kWh
Média do consumo total para dias úteis de recesso	36176,47 kWh	39673,44 kWh
Redução do Consumo Total entre dias úteis de atividade e recesso acadêmicos	7794,36 kWh	16157,53 kWh
Média do consumo total para dias de final de semana	25626,88 kWh	39673,44 kWh
Média do consumo total para dias de final de semana de recesso acadêmico	23805,05 kWh	24732,67 kWh
Redução do consumo total entre os períodos	1801,83 kWh	2006,71 kWh

Fonte: elaborado pelo autor.

Agora, que se compreende como são os usos e consumos da UFPE no período de atividade e recesso acadêmico. É importante que se conclua a revisão energética se compreendendo se esses usos e consumos estão

eficientes ou não. Para tal, se seguirá na próxima seção o estudo de caso para o Departamento de Energia Nuclear (DEN).

### 3.0 ESTUDO DE CASO: DEN

#### 3.1 Dados de consumo

Primeiramente, ao se observar o comportamento das curvas que representam o consumo total diário compreendidos no intervalo de setembro de 2018 à agosto de 2019, as curvas do departamento, como esperado, apresentam também um elevado consumo fixo, como já se observa uma diferença no comportamento anual das duas cabines do DEN. Assim, como pode ser visto na Tabela 2, o consumo apresenta uma semelhança com o identificado na Tabela 1:

TABELA 2 – Consumo Total (CT) médio em período de aulas e período de recesso para as cabines DEN 1 e DEN 2 e suas respectivas reduções entre estes períodos para DU, DFS.

	Cabine DEN 1	Cabine DEN 2
Média do consumo total para dias úteis	506,90 kWh	1032,42 kWh
Média do consumo total para dias úteis de recesso	434,30 kWh	907,97 kWh
Redução do consumo total entre dias úteis de atividade e recesso acadêmicos	72,60 kWh	125,45 kWh
Média do consumo total para de final de semana	259,01 kWh	521,91 kWh
Média do consumo total para dias de final de semana de recesso	214,92 kWh	496,85 kWh
Redução do consumo total entre dias de final de semana e dias de final de semana de recesso	214,92 kWh	25,06 kWh

Fonte: elaborado pelo autor.

Assim, será possível se constatar com mais profundidade com o inventário que se seguirá na próxima seção, visto que o mesmo irá permitir a compreensão de quais equipamentos devem ser mantidos conectados a todo instante, sem qualquer interrupção. Sendo esses equipamentos os que representarão nosso consumo fixo ideal. Tendo em vista que o consumo fixo real é o registrado pelos Dados de Memória de Massa (DMM) da Neoenergia Pernambuco. Nos possibilitando assim a construção de uma comparação entre esses consumos fixos a fim de se compreender a eficiência energética aplicada para o DEN, neste caso.

#### 3.2 Inventário

Para a construção do inventário, foi feita a entrevista individual com os responsáveis por cada um dos doze (12) laboratórios do Departamento e levantado os equipamentos de acordo com as seguintes categorias de uso: de uso contínuo – equipamentos que nunca são desligados – de uso em dias úteis comerciais – que se desligam em final de semana e fora do horário de expediente – e de uso esporádico – para equipamentos ligados um número de vezes por semana, de acordo com demanda variada ou em períodos específicos.

Assim, os DMM foram categorizados em quatro: Dias Úteis (DU), Dias Úteis de Recesso Acadêmico (DUR), Dias de Final de Semana (DFS) e Dias de Final de Semana de Recesso Acadêmico (DUR), e as suas economias de consumos foram calculadas da seguinte forma:

- Economia DU (kWh/dia) = Economia DFS (kWh/dia);
- Economia DUR (kWh/dia) = Economia DFSR (kWh/dia);
- Economia DFS (kWh/dia) = Média DFS – Total Inventário Para Uso Contínuo;
- Economia DFSR (kWh/dia) = Média DFSR – Total Inventário Para Uso Contínuo;

Observou-se que não se poderia utilizar os dados do inventário para alterar o consumo de dias úteis além do consumo fixo para todos os dias, visto que na base de DFS e DFSR já estamos atuando em um cenário mais confiável e controlável.

Seguindo assim com os valores que podem ser melhor observados nas Tabelas 3 e 4. Onde a Tabela 3 apresenta as economias para a Cabine DEN 1, por categoria, e a Tabela 4 para a Cabine DEN 2:

TABELA 3 – Média dos consumos para dias úteis, dias úteis de recesso, dias de final de semana e dias de final de semana de recesso, com valor total do inventário para equipamentos de uso ininterrupto e as economias estimadas - para a Cabine DEN 1.

Cabine DEN 1		Economia (kWh/dia)	Total Inventário (kWh/dia)
Média dia útil (kWh/dia)	506,90	135,89	Para uso ininterrupto
Média dia útil de recesso (kWh/dia)	434,30	91,80	123,12
Média dia de final de semana (kWh/dia)	259,01	135,89	
Média dia de final de semana de recesso (kWh/dia)	214,92	91,80	

Fonte: elaborada pelo autor.

TABELA 4 – Média dos consumos para dias úteis, dias úteis de recesso, dias de final de semana e dias de final de semana de recesso, com valor total do inventário para equipamentos de uso ininterrupto e as economias estimadas - para a Cabine DEN 2.

Cabine DEN 2		Economia (kWh/dia)	Total Inventário (kWh/dia)
Média Dia Útil (kWh/dia)	1032,42	459,04	Para Uso Contínuo
Média Dia Útil de Recesso (kWh/dia)	907,97	433,98	62,87
Média Dia de Final de Semana (kWh/dia)	521,91	459,04	
Média Dia de Final de Semana de Recesso (kWh/dia)	496,85	433,98	

Fonte: elaborada pelo autor.

#### 4.0 CÁLCULOS E RESULTADOS

A Universidade federal de Pernambuco é um cliente do tipo A4 Horosazonal Verde e o cálculo da tarifa a ser paga para o mês, com valores atualizados para 2021, varia com as taxas de PIS e COFINS. Podendo ser calculada a partir da seguinte fórmula:

EQUAÇÃO 4.1 – Cálculo de Tarifa com Imposto para consumidor do grupo A4 Horosazonal Verde

$$Tarifa + Imposto = \frac{Tarifa \text{ sem Imposto}}{1 - (Soma das Alíquotas)}$$

Fonte: adaptado da Neoenergia Pernambuco.

Aqui iremos estimar o quantitativo de economia para o cenário mais conservador. Então, embora a tarifa de Abril de 2019 a Abril de 2020 da concessionária Neoenergia Pernambuco para Consumo Ativo na Ponta é de 1,65612 R\$/kWh, iremos utilizar a tarifa de 0,3282 R\$/kWh para Consumo Ativo Fora Ponta, visto que apenas 12,5% do dia é com registro em Consumo Ativo na Ponta – das 17h39 às 20h30. Já os ICMS, PIS e COFINS para o mês de setembro de 2021 foram de, respectivamente, 25%, 1,20% e 5,64%. O que dá que a tarifa com imposto fora ponta para o mês de dezembro do kW para a Neoenergia Pernambuco é de 0,4815 R\$/kWh.

Como acredita-se pelo autor que o inventário para a Cabine DEN 2 está subestimado, tendo em vista o percentual de redução a partir dos dados da Tabela 4, de 44,46% para Dias úteis de atividade acadêmica, vide exemplo. Então iremos apenas estimar as reduções dos custos para a Cabine DEN 1 e extrapolar posteriormente para estimar as cabines 1 e 2, como pode ser visto no próximo capítulo.

Tendo compreendido o consumo fixo após análise do inventário e considerando as taxas atualizadas em valores de dezembro de 2019 da Neoenergia Pernambuco para o grupo no qual a Universidade Federal de Pernambuco se enquadra, dentro da consideração de que todos os cálculos são para o cenário de redução de consumo em cima da taxa fora de ponta. É possível fazer uma estimativa de redução de consumo para a parte do Departamento de Energia Nuclear (DEN) que é alimentada pela Cabine DEN 1, como também a redução do consumo da Universidade, no que tange as fronteiras de alimentação das cabines 1 e 2.

Para os cálculos foram realizadas as seguintes análises:

1. Primeiramente se multiplicou a média dos dias – separados em suas quatro categorias – pela quantidade de dias de cada categoria;
  - a. Sendo 175 dias úteis de atividade acadêmica; 58 dias úteis de recesso; 106 dias de final de semana de atividade acadêmica e 26 dias de final de semana de recesso acadêmico;
2. Posteriormente se multiplicou a economia anual para cada categoria em kWh/ano;
3. E com o somatório do passo 2, se multiplicou pela taxa da Neoenergia Pernambuco.

Assim, os valores estimados de economia são de:

- R\$ 22.099,07 para a Cabine DEN 1;
- R\$4.710.320,66 para as Cabines 1 e 2.
- 

## 5.0 CONCLUSÃO

Concluiu-se que o vetor energético da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) é eletricidade. Também se concluiu que as Cabine 1 e Cabine 2 possuem elevados consumos e que Laboratórios são premissas mais fidedignas ao Uso Significativo de Energia (USE).

Também é conclusão deste trabalho que a Cabine DEN 1 possui um comportamento sazonal próximo do das cabines 1 e 2 e que, mediante inventário, há aproximadamente 34,49% de economia de energia para o consumo fixo do Departamento de Energia Nuclear.

E que esse potencial econômico, em valores reais atualizados para dezembro de 2019, é de 45.896,29 kWh anuais, que equivalem a aproximadamente R\$ 18.858,79 anuais; enquanto que para a UFPE – nas fronteiras das alimentações das cabines 1 e 2 – estimado a partir da revisão energética do DEN, é de: 30.048.424,42 kWh anuais, que equivalem a aproximadamente a economia de R\$ 4.019.669,28 por ano.

## 5.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] NUNES S. **Análise de usos e consumos de vetores energéticos seguindo as diretrizes da ISO 50001: estudo de caso na Universidade Federal de Pernambuco**. Trabalho de Conclusão de Curso – UFPE, Recife, 2019.
- [2] ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA). **Key World Energy Statistics 2019**. Disponível em: < <https://webstore.iea.org/key-world-energy-statistics-2019>>. Acesso em 05 de outubro de 2019.
- [3] NEPOMUCENO L. et. Al. **Gestão Inteligente do Uso da Energia em Instituições Públicas**. 19p. Anais – COBEE, São Paulo, 2019.
- [4] COLOMBO S. **Países Desenvolvidos e Em Desenvolvimento: Um Mesmo Ambiente?** Global Manager – ano 7, n. 11, dezembro 2006.
- [5] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 50001: Energy Management Systems**. 2011.
- [6] ELETROBRAS. **Metodologia de realização de diagnóstico energético**: Guia básico. Brasília: IEL/NC, 2009;
- [7] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço energético nacional 2018**: Ano base 2017. Rio de Janeiro, 2018;
- [8] ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA). **Energy Efficiency. 2019**. Disponível em: < <https://webstore.iea.org/market-report-series-energy-efficiency-2019>>. Acesso em 05 de outubro de 2019.
- [9] Webb, Amanda L. Webb. **Energy retrofits in historic and traditional buildings: A review of problems and methods**. 2017. 748-759, 21, Janeiro 2017.
- [10] SALVIA, M. et. Al. **The PrioritEE Approach to Reinforce the Capacities of Local Administrations in the Energy Management of Public Buildings**. Italy. 2019.
- [11] QUILACHAMIN, W. et. Al. **Validation of an Instrument Applied in Public Institutions of Ecuador to Know the Use of Intelligent Systems**. Equador. 2019.
- [12] SOGUT. M. et. Al. **Sustainable Carbon Management in Corporate Governance: A Case Study**. China. 2018.
- [13] HONG. S. el. Al. **Assessing the trends of energy use of public non-domestic buildings in England and Wales**. Inglaterra. 2018

## DADOS BIOGRÁFICOS



Possui graduação em Engenharia de Energia com ênfase em Fontes Renováveis (2020) pela Universidade Federal de Pernambuco. Atualmente, é Gerente de Projetos da SunWind Energias Renováveis e do Centro de Monitoramento e Operações de Usinas Solares Fotovoltaicas (CMOS). Além disso, possui certificação de Interpretação da norma ISO 50.001:2018, atuando através de treinamentos voltados para a construção de revisão energética para estabelecimentos comerciais.