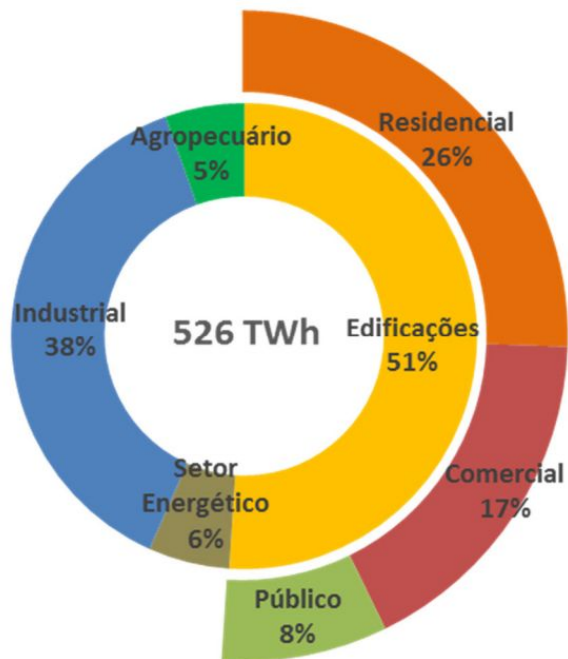


Defesa da Qualificação de Mestrado

Vinícius Soares
13/06/2022



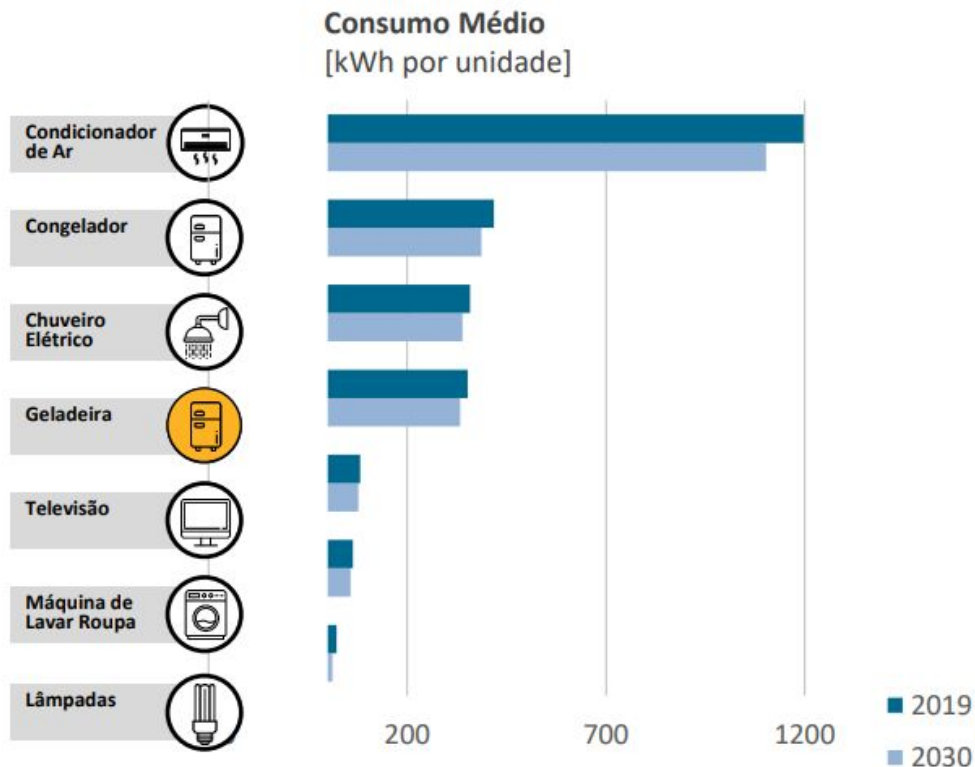
Introdução



O estudo indica um crescimento de quase 45% no consumo total até 2030.

Consumo final de eletricidade em 2017 – Fonte: NOTA TÉCNICA EPE 030/2018

Introdução



Consumo médio de energia por equipamento nas residências em 2019 - Fonte: Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2030

Introdução

Sistemas de controle de aparelhos de ar-condicionado são construídos para gerenciar os equipamentos.

Esses sistemas são construídos com técnicas e tecnologias diversas.

Aplicação de mecanismos de atuação: controle de temperatura e controle do tempo de funcionamento dos aparelhos.

Introdução

Aumentar a temperatura do ar condicionado em 2°C pode reduzir até **23%** o consumo de energia.

Reduzir o tempo de operação do ar condicionado em 20% pode reduzir em **40%** o consumo de energia.

Em uma das salas monitoradas, o ar-condicionado consome, em média **15,79 kWh** por dia (aproximadamente **315,8 kWh** por mês). A atuação nos aparelhos, nesse caso, poderia reduzir até **126,32 kWh** do consumo mensal total, para uma sala.

Fontes: The effects of thermostat set-back and setup on seasonal energy consumption, surface temperatures and recovery times at the CCHT Twin House Facility (2007). Analysis of energy consumption of room air conditioners: An approach using individual operation data from field measurements (2016)

Introdução

Norma Regulamentadora N°17

Recomenda, entre outros fatores, índice de temperatura efetiva entre 18 e 25°C em locais de trabalho onde são executadas atividades intelectuais.

O conforto térmico aumenta a capacidade produtiva e a motivação.

O empregador que descumprir as normas está sujeito a penalidades, como multas e embargos.

Fonte: Ministério do Trabalho e Previdência

Objetivos

Entender os mecanismos que influenciam no consumo dos aparelhos de ar-condicionado, a relevância e a relação com o conforto térmico, e propor uma implementação dos mesmos.

Metodologia

Pesquisa experimental e quantitativa para avaliar a relevância dos mecanismos de atuação nos aparelhos de ar-condicionado. Coleta de dados qualitativos, em relação a percepção do conforto pelos usuários dos ambientes.

Metodologia

Os experimentos serão realizados no LSD, em salas de professores utilizadas por 1 ou 2 pessoas ou salas de projetos e pesquisas, com 4 ou mais pessoas.

Metodologia

Os experimentos envolvem atuação direta nos aparelhos de ar-condicionado, controlando a temperatura e a ligação. Os dados serão coletados através do Dashboard smartcampus. Os questionários serão passados através do Mattermost™.

Metodologia: Questões de Pesquisa

- QP1: Qual a relevância da variação de temperatura no consumo de energia dos aparelhos de ar-condicionado em relação ao conforto térmico?
- QP2: Qual a relevância da variação no tempo de funcionamento no consumo de energia dos aparelhos de ar-condicionado em relação ao conforto térmico?

QP1

Hipótese: o consumo de energia elétrica dos aparelhos de ar-condicionado é inversamente proporcional à temperatura de operação.

Os seguintes cenários foram determinados para testar a hipótese (comparando o caso base com os demais):

- Temperatura do AC mantida em um valor constante de 23°C (caso base);
- Temperatura do AC mantida em um valor constante de 21°C;
- Temperatura do AC mantida em um valor constante de 25°C.

QP2

Hipótese: o consumo de energia elétrica dos aparelhos de ar-condicionado é diretamente proporcional ao tempo de funcionamento dos mesmos.

O experimento a ser realizado irá medir o consumo integral de energia para cada dia (das 8h-18h), e comparar com o consumo de energia ao limitar o uso dos aparelhos até as 17h. Ou seja, será avaliado o impacto na economia de energia ao usar os aparelhos por 1 hora a menos.

Dados sobre conforto

Para cada cenário em cada um dos experimentos, a temperatura interna e a umidade serão medidas automaticamente respeitando os mesmos intervalos das medições de consumo.

Serão calculados os índices de desconforto e de temperatura efetiva no ambiente a partir dos dados coletados. Deverão ser comparados aos valores aceitáveis sugeridos (18 a 25°C de temperatura efetiva para trabalho intelectual - Norma Reguladora N° 17).

Dados sobre conforto

Questionários trarão dados subjetivos que poderão auxiliar a interpretar os dados quantitativos e a determinar os limites dos índices.

Questão	Respostas possíveis
Qual é a sua sensação térmica neste momento?	Com muito calor; Com calor; Levemente com calor; Neutro; Levemente com frio; Com frio; Com muito frio.
Você preferiria estar:	Mais aquecido; Assim mesmo; Mais resfriado.
Para você este ambiente térmico é:	Aceitável; Inaceitável.

Fonte: Thermal comfort: Research and practice (2010)

Metodologia: Validação

- Testes t de Student para avaliar as hipóteses. Utilizando o caso base, uso do ar-condicionado a 23°C, como valor fixo para comparação.
- Para cada cenário será verificado se os valores dos índices de conforto respeitam ou não os limites estabelecidos.
- Protótipo do sistema no Smartcampus UFCG através do LiteMe.

Resultados Preliminares: 1º Experimento

O experimento busca identificar o impacto da temperatura do AC no consumo de energia.

Os dados de consumo foram extraídos de uma sala ao longo de **11 dias** (6 dias em 21°C e 5 dias em 25°C).

- Nos dados históricos (23°C) o aparelho consumiu em média **15,79 kWh** por dia;
- Em 21°C o aparelho consumiu em média **18,07 kWh** por dia;
- Em 25°C o aparelho consumiu em média **18,94 kWh** por dia.

Temperatura Externa

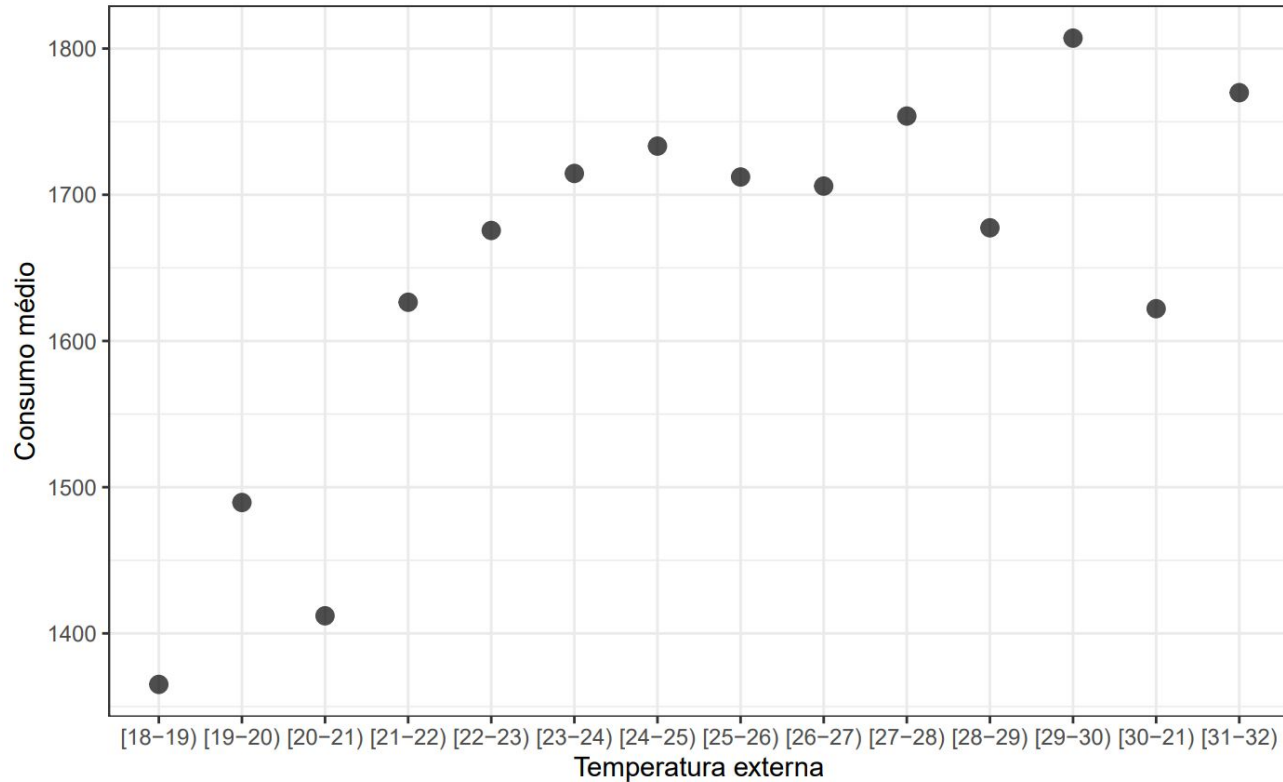
O experimento busca identificar se a temperatura externa afeta o consumo de energia do AC (identificar se o consumo é maior em horários mais quentes).

Os dados de consumo foram extraídos de uma sala ao longo de **6 meses** com um total de **67 dias**.

O AC foi mantido sempre na temperatura de 23°C.

- Temperatura externa $< 24^{\circ}\text{C}$: consumo de 1,59 kWh;
- Temperatura externa $\geq 24^{\circ}\text{C}$: consumo de 1,72 kWh.

Temperatura Externa x Consumo



Variação de Temperatura (Considerando T. Externa)

O experimento busca identificar o impacto da temperatura do AC no consumo de energia, comparando as medições somente nos dias que a temperatura externa era semelhante.

Temp. AC (°C)	Temp. Externa (°C)	Consumo (kWh)
21	26,5	1,807
23	26,5	1,857
25	27	1,894
23	27	1,912

Resultados Preliminares: 2º Experimento

O experimento busca simular a redução no consumo de energia ao desligar o aparelho de AC antes da saída dos usuários.

Os dados de consumo foram extraídos de uma sala ao longo de **6 meses** com um total de **67 dias**.

O AC foi mantido sempre na temperatura de 23°C, mas fatores como a movimentação de pessoas no ambiente e a temperatura externa podem influenciar no consumo medido.

Desligamento 1h antes:

- Economia média de 7,7% para cada dia (1,232 kWh).
- 1 sala pode economizar 24,64 kWh em um mês.

Economia desligamento 1h antecipada

