**Logotipo

Descrição gerada automaticamente com confiança média**

**Amanda Fragnan de Oliveira**

**André Pessoa Cunha**

**Gabrielle Barão Halasc**

Conteúdo

[**Introdução** 3](#_Toc182826883)

[**Objetivos** 3](#_Toc182826884)

[**Desafios e Barreiras** 3](#_Toc182826885)

[**Solução** 4](#_Toc182826886)

[**Diagrama da Solução** 5](#_Toc182826887)

[**Desenvolvimento / Entregáveis** 6](#_Toc182826888)

[ **Artificial Intelligence with Computer Systems and Sensors (AICSS)** 6](#_Toc182826889)

[**Código fonte** 7](#_Toc182826890)

[**Link para Vídeo Explicativo postado no YouTube** 9](#_Toc182826891)

[ **Cognitive Data Science (CDS)** 10](#_Toc182826892)

[**Código SQL para Criação dos Objetos no Banco Oracle:** 10](#_Toc182826893)

[**MER (Modelo Entidade Relacionamento):** 11](#_Toc182826894)

[**Dicionário de Dados:** 11](#_Toc182826895)

[**Código SQL para analisar tendências de aumento/diminuição de consumo (per capita por UF, ano a ano):** 13](#_Toc182826896)

[ **Computational Thinking with Python (CTWP)** 15](#_Toc182826897)

[**Código Python** 15](#_Toc182826898)

[**Saída de dados** 16](#_Toc182826899)

[**Resultados Esperados** 18](#_Toc182826900)

[**Conclusão** 19](#_Toc182826901)

[**Vídeo Explicativo** 20](#_Toc182826902)

# **Introdução**

A revolução energética está em curso, impulsionada pela crescente demanda por eletricidade e pela necessidade urgente de sustentabilidade. Os modelos tradicionais de consumo de energia estão se tornando obsoletos diante das novas exigências ambientais e econômicas. A Inteligência Artificial (IA) e a Internet das Coisas (IoT) emergem como forças transformadoras, oferecendo soluções inovadoras para otimizar o uso de energia. Em ambientes residenciais e urbanos, a integração de fontes renováveis, é essencial para um futuro sustentável. No entanto, desafios como variações nos padrões de consumo, a intermitência das fontes renováveis e a complexidade de prever comportamentos humanos exigem abordagens avançadas e adaptativas.

Nossa proposta apresenta uma plataforma de gestão energética de última geração, capaz de operar em tempo real e otimizar o consumo de energia de forma inteligente. Utilizando o banco de dados Oracle, garantimos eficiência, precisão e escalabilidade, permitindo uma análise robusta e uma resposta rápida às mudanças nas condições de consumo e produção de energia. Esta solução não só aborda os desafios atuais, mas também prepara o caminho para um futuro em que a IA desempenha um papel central na criação de um mercado de energia mais resiliente, eficiente e sustentável.

# **Objetivos**

* **Revolucionar o Consumo de Energia:** Implementar decisões automatizadas e inteligentes para reduzir significativamente o consumo de energia, transformando a maneira como utilizamos os recursos energéticos.
* **Promover a Sustentabilidade:** Integrar métodos que permitam ao sistema reconhecer quando a luz ambiente externa é adequada, indicando que a energia solar é suficiente, evitando assim o consumo desnecessário de energia elétrica, para criar um sistema energético mais sustentável e resiliente.
* **Otimização em Tempo Real:** Utilizar dados em tempo real para ajustar e otimizar o uso de energia, minimizando desperdícios e maximizando a eficiência.

# **Desafios e Barreiras**

1. **Coleta e Integração de Dados:** A obtenção de dados precisos e em tempo real de diversas fontes (sensores IoT, medidores inteligentes, etc.) é essencial, mas desafiadora devido à diversidade de dispositivos e protocolos. Superar essa barreira é crucial para uma gestão energética eficaz.
2. **Análise de Grandes Volumes de Dados: Processar** e analisar vastas quantidades de dados de consumo de energia requer algoritmos avançados e uma infraestrutura robusta. A capacidade de transformar esses dados em insights acionáveis é fundamental para a otimização energética.
3. **Tomada de Decisões em Tempo Real: Desenvolver** sistemas que possam tomar decisões rápidas e precisas com base em dados dinâmicos é vital para ajustar o consumo de energia de maneira eficiente e responsiva.
4. **Integração de Fontes Renováveis:** Gerenciar a intermitência das fontes de energia renováveis e integrá-las de forma eficiente ao sistema energético é um desafio complexo, mas necessário para um futuro sustentável.
5. **Segurança e Privacidade:** Garantir que os dados coletados e processados estejam protegidos contra acessos não autorizados e que a privacidade dos usuários seja mantida é imperativo para a confiança e a adoção generalizada da solução.

# **Solução**

**Infraestrutura IoT Integrada com Oracle**

* **ESP32 e Sensores:**
  + Monitorar temperatura, movimento, luminosidade e consumo de dispositivos com sensores distribuídos.
* **Coleta de Dados:**
  + Simular a coleta de dados dos sensores do ESP32 e armazená-los em um arquivo Python.

**Sistema de Alternância Inteligente de Energia**

* **Desenvolvimento do Sistema:**
  + Criar um sistema em Python que utiliza as informações dos sensores para alternar inteligentemente entre a energia da rede e a gerada por painéis solares.
* **Algoritmo de Previsão:**
  + Implementar um algoritmo que antecipa a produção de energia solar em dias úmidos e carrega dispositivos de armazenamento antes de picos de consumo.

**Análise de Dados em R**

* **Coleta de Dados do Mercado de Energia:**
  + Utilizar dados oficiais do Governo Federal sobre consumo energético dos últimos anos, armazenados no banco Oracle.
* **Análises Exploratórias:**
  + Realizar análises exploratórias em R para identificar padrões de consumo de energia.

**Automação e Visualização**

* **Desenvolvimento da Interface:**
  + Criar uma interface de usuário em Python para visualização dos dados e relatórios de eficiência energética.
* **Monitoramento em Tempo Real:**
  + Monitorar, em tempo real, as tarifas de energia e o consumo interno da residência, permitindo a seleção automática da fonte de energia mais econômica e sustentável.

# **Diagrama da Solução**

Interface gráfica do usuário

Descrição gerada automaticamente

# **Desenvolvimento / Entregáveis**

* **Artificial Intelligence with Computer Systems and Sensors (AICSS)**

Dentro das disciplinas a serem exploradas, temos o tema de *Artificial Intelligence with Computer Systems and Sensors (AICSS)*. O objetivo desta seção é desenvolver um circuito com o ESP32 que otimize a iluminação interna e externa de uma residência.

Diagrama, Esquemático

Descrição gerada automaticamente

Conforme ilustrado na figura acima, o projeto foi desenvolvido com o ESP32 como componente central. Para facilitar o entendimento, o projeto foi dividido em duas partes: uma para o ambiente externo (lado direito) e outra para o ambiente interno (lado esquerdo). Foram adicionados dois sensores LDR para medição de luminosidade, um para cada ambiente, assim como dois LEDs que representam a iluminação de cada ambiente, respectivamente. Adicionalmente, foi incluído um sensor HC-SR04 no ambiente interno para medição de distâncias, utilizado como um sensor eficaz para detecção de presença.

O código foi desenvolvido para implementar a seguinte lógica:

1. **Ambiente Interno:** Caso haja boa luminosidade no ambiente interno, a luz não será acionada. Entretanto, ao escurecer, a luz será acesa somente se for detectado algum movimento. Para isso, o sensor HC-SR04 está configurado com um valor padrão de 400 cm. Caso seja detectada uma diminuição dessa distância para menos de 200 cm (quando alguém passar na frente do sensor, por exemplo), o sistema permitirá que a luz seja acesa, desde que a luminosidade identificada tenha um valor analógico maior que 100 (aproximadamente 2.000 LUX - a sensibilidade do sensor LDR pode ser ajustada conforme necessário).
2. **Ambiente Externo:** Para o ambiente externo, não utilizamos técnicas de detecção de movimento, pois a luz precisa estar sempre acesa quando a luminosidade estiver baixa, por questões de segurança, especialmente em locais que utilizam câmeras sem infravermelho. Neste caso, o sistema acende a luz quando a luminosidade identificada tiver um valor analógico maior que 100 (aproximadamente 2.000 LUX - a sensibilidade do sensor LDR pode ser ajustada conforme necessário).

### **Código fonte**

**Projeto.ino**

|  |
| --- |
| int LDRSensor\_Interno = 33; // Pino do sensor de luminosidade interno  int LDRSensor\_Externo = 25; // Pino do sensor de luminosidade externo  int Luz\_Interna = 32; // Pino da luz interna  int Luz\_Externa = 5; // Pino da luz externa  int Trig\_pin = 17; // Pino TRIG do Sensor HC-SR04  int Echo\_pin = 18; // Pino ECHO do Sensor HC-SR04  // Variáveis para cálculo de distância do Sensor HC-SR04  long duration;  float Speed\_of\_sound = 0.034;  float dist\_in\_cm;  void setup() {    Serial.begin(115200);    pinMode(LDRSensor\_Interno, INPUT);    pinMode(LDRSensor\_Externo, INPUT);    pinMode(Luz\_Interna, OUTPUT);    pinMode(Luz\_Externa, OUTPUT);    pinMode(Trig\_pin, OUTPUT);    pinMode(Echo\_pin, INPUT);  }  void loop() {    // Leitura dos sensores de luminosidade    int luminosidadeInterna = analogRead(LDRSensor\_Interno);    Serial.println("LUX Analog Read Interno: " + String(luminosidadeInterna));    int luminosidadeExterna = analogRead(LDRSensor\_Externo);    Serial.println("LUX Analog Read Externo: " + String(luminosidadeExterna));    // Leitura do sensor de distância HC-SR04    digitalWrite(Trig\_pin, LOW);    delayMicroseconds(2);    digitalWrite(Trig\_pin, HIGH);    delayMicroseconds(10);    digitalWrite(Trig\_pin, LOW);    duration = pulseIn(Echo\_pin, HIGH);    dist\_in\_cm = duration \* Speed\_of\_sound / 2;    Serial.println("Distancia em cm: " + String(dist\_in\_cm));    //Tabela de Parametros do Sensor de Luminosidade    //--------------------------------------------------------------------    //Condição                  Nível de iluminância (lux)    analogRead()    //Lua cheia                 0.1                           1016    //Crepúsculo profundo       1                             985    //Crepúsculo                10                            853    //Monitor do computador\*\*   50                            633    //Iluminação da escada      100                           511    //Iluminação do escritório  400                           281    //Dia nublado               1,000                         170    //Luz do dia                10,000                        39    //Luz direta do sol         100,000                       8    // Controle da luz externa    if (luminosidadeExterna > 100) {      digitalWrite(Luz\_Externa, HIGH); // Liga a luz externa    } else {      digitalWrite(Luz\_Externa, LOW); // Desliga a luz externa    }    // Controle da luz interna    if (luminosidadeInterna > 100 && dist\_in\_cm < 200) {      digitalWrite(Luz\_Interna, HIGH); // Liga a luz interna      delay(10000);    } else {      digitalWrite(Luz\_Interna, LOW); // Desliga a luz interna    }    delay(500);  } |

**Diagrama JSON**

|  |
| --- |
| {    "version": 1,    "author": "André Cunha",    "editor": "wokwi",    "parts": [      { "type": "board-esp32-devkit-c-v4", "id": "esp", "top": 0, "left": 0, "attrs": {} },      {        "type": "wokwi-photoresistor-sensor",        "id": "ldr1",        "top": 89.6,        "left": -402.4,        "attrs": {}      },      {        "type": "wokwi-led",        "id": "led1",        "top": -166.8,        "left": -447.4,        "attrs": { "color": "white", "lightColor": "orange" }      },      {        "type": "wokwi-resistor",        "id": "r1",        "top": -91.2,        "left": -451.75,        "rotate": 90,        "attrs": { "value": "1000" }      },      {        "type": "wokwi-hc-sr04",        "id": "ultrasonic1",        "top": -190.5,        "left": -224.9,        "attrs": { "distance": "400" }      },      {        "type": "wokwi-photoresistor-sensor",        "id": "ldr2",        "top": 99,        "left": 324.4,        "rotate": 180,        "attrs": {}      },      {        "type": "wokwi-led",        "id": "led2",        "top": -80.4,        "left": 445.4,        "attrs": { "color": "white", "lightColor": "orange" }      },      {        "type": "wokwi-resistor",        "id": "r2",        "top": 14.4,        "left": 441.05,        "rotate": 90,        "attrs": { "value": "1000" }      }    ],    "connections": [      [ "esp:TX", "$serialMonitor:RX", "", [] ],      [ "esp:RX", "$serialMonitor:TX", "", [] ],      [ "ldr1:VCC", "esp:3V3", "red", [ "h144", "v-76.8" ] ],      [ "ldr1:GND", "esp:GND.1", "black", [ "h86.4", "v38" ] ],      [ "ldr1:AO", "esp:33", "green", [ "h67.2", "v172.1" ] ],      [ "esp:TX0", "$serialMonitor:RX", "", [] ],      [ "esp:RX0", "$serialMonitor:TX", "", [] ],      [ "led1:A", "r1:1", "green", [ "v0" ] ],      [ "esp:GND.2", "led1:C", "black", [ "v-38.4", "h-437.16" ] ],      [ "ultrasonic1:GND", "esp:GND.1", "black", [ "v57.6", "h-318", "v192" ] ],      [ "ultrasonic1:ECHO", "esp:18", "green", [ "v67.2", "h277.6", "v134.4" ] ],      [ "ultrasonic1:TRIG", "esp:17", "orange", [ "v355.2", "h287.6", "v-134.4" ] ],      [ "ultrasonic1:VCC", "esp:3V3", "red", [ "v38.4", "h-110.59" ] ],      [ "ldr2:VCC", "esp:3V3", "red", [ "h-38.4", "v-163.2", "h-283.39" ] ],      [ "ldr2:GND", "esp:GND.1", "black", [ "h-48", "v96.4", "h-288", "v-76.8" ] ],      [ "ldr2:AO", "esp:25", "green", [ "h-19.2", "v154.3", "h-336", "v-163.2" ] ],      [ "r2:1", "led2:A", "green", [ "h0" ] ],      [ "esp:GND.2", "led2:C", "black", [ "v0" ] ],      [ "r2:2", "esp:5", "green", [ "h-268.8", "v66" ] ],      [ "r1:2", "esp:32", "green", [ "v85.2", "h417.41" ] ]    ],    "dependencies": {}  } |

### **Link para Vídeo Explicativo postado no YouTube**

Para uma demonstração prática da solução no Wokwi, veja:

<https://www.youtube.com/watch?v=OnoLvKlGCsQ>

O projeto também pode ser acessado em:

<https://wokwi.com/projects/414376808765722625>

* **Statistical Computing with R (SCR)**

O objetivo desta seção é demonstrar o uso de técnicas de análise estatística e computação em R para limpar, explorar e visualizar os dados disponibilizados pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Utilizando o ambiente de programação R, desenvolvemos scripts que realizaram a limpeza dos dados extraídos do banco de dados da ANEEL, removendo inconsistências e valores ausentes.

Além disso, empregamos ferramentas de visualização e análise descritiva, como gráficos e resumos estatísticos (summary), para identificar padrões, tendências e outliers nos dados relacionados ao setor de energia elétrica. Esses insights foram essenciais para compreender o comportamento do consumo energético e suas variações ao longo do tempo, contribuindo para a geração de hipóteses e análises mais aprofundadas.

As etapas deste projeto incluem a importação e manipulação de dados, análise exploratória, e construção de gráficos para uma interpretação visual clara dos resultados, promovendo uma base sólida para tomadas de decisão baseadas em dados.

**Código em R para limpeza e geração dos gráficos:**

Texto

Descrição gerada automaticamente

Interface gráfica do usuário, Texto, Aplicativo

Descrição gerada automaticamente

**Dicionário de Metadados do Conjunto de Dados**

**Tabela

Descrição gerada automaticamente com confiança média**

**Tabela

Descrição gerada automaticamente com confiança média**

**Analise Descritiva:**

Texto

Descrição gerada automaticamente

Texto, Tabela

Descrição gerada automaticamente

O padrão de consumo energético pode ser analisado observando os valores médios e a distribuição das tarifas (VlrTUSD e VlrTE) por:

* **Modalidade tarifária** (DscModalidadeTarifaria): Identifica se tarifas diferenciadas (como azul e verde) são mais caras ou acessíveis.
* **Posto tarifário** (NomPostoTarifario): Compara tarifas de períodos como ponta e fora de ponta, indicando horários de maior consumo.
* Tarifas mais altas em horários de ponta sugerem maior consumo nesses períodos.
* Modalidades como "verde" podem ser mais acessíveis e indicam incentivo a comportamentos sustentáveis.

Gráfico, Gráfico de caixa estreita

Descrição gerada automaticamente

**Quais as oportunidades de transição para fontes sustentáveis?**

A análise pode revelar:

* **Diferenciação por modalidade tarifária**: Modalidades como "verde" ou "incentivada" frequentemente correspondem a incentivos para energia renovável.

Gráfico, Gráfico de barras

Descrição gerada automaticamente

Gráfico, Gráfico de barras

Descrição gerada automaticamente

Gráfico de barras para modalidade tarifária

**Identificação de horários de pico**: Estratégias como uso de energia solar em períodos de alta demanda (ponta) podem aliviar a pressão sobre a rede.

**Oportunidades regionais**: Comparando distribuidoras, é possível identificar regiões que poderiam se beneficiar de subsídios para fontes renováveis.

**Análise Exploratória de Dados (AED)**

**Buscando relação entre as variáveis:**

Relação entre TUSD (Apresenta o valor da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição - TUSD em valor monetário (R$/MWh ou R$/kW), conforme grandeza descrita em DscUnidade) e TE (Apresenta o valor da Tarifa de Energia – TE em valor monetário (R$/MWh).)

Gráfico, Gráfico de dispersão

Descrição gerada automaticamente

**Busca por valores fora do padrão com o seguinte resultado:**

Durante a análise dos dados tarifários, identificamos que a maioria dos valores está concentrada em um intervalo baixo, próximo a 0,  como mostrado pela caixa inferior no gráfico. Isso indica que a maioria dos consumidores tem tarifas baixas. o que é esperado para consumidores residenciais ou comerciais de pequeno porte. Contudo, foram detectados valores atípicos acima de 200-300, e, em casos extremos, tarifas muito elevadas, ultrapassando 4000.

Esses outliers podem indicar situações específicas, como grandes consumidores de energia, falhas nos dados, ou ainda, potenciais desperdícios ou ineficiências no consumo. A partir dessa observação, é possível inferir que, para uma residência comum ou um comércio de pequeno porte, valores significativamente acima de 330-400 reais podem sinalizar a necessidade de reavaliar o consumo energético e considerar alternativas, como a mudança para fontes de energia renovável (ex.: energia solar), que podem ser mais econômicas a longo prazo.

A "caixa" no boxplot representa o intervalo interquartil (IQR), ou seja, o meio da distribuição onde se encontram 50% dos valores.A linha dentro da caixa representa a mediana, o ponto médio dos dados:

Interface gráfica do usuário, Aplicativo

Descrição gerada automaticamente

**Identificando mudanças nas tarifas ao longo do tempo:**

Observa-se que algumas tarifas apresentam um aumento contínuo ao longo dos anos, especialmente após 2020. Isso pode estar relacionado a fatores como inflação, aumento nos custos operacionais ou mudanças regulatórias.

Cada agente (distribuidora) apresenta comportamento distinto no aumento ou estabilidade das tarifas. Alguns têm valores relativamente constantes, enquanto outros mostram picos muito acentuados.

É possível que eventos como crises econômicas, mudanças de legislação ou políticas tarifárias específicas tenham influenciado os aumentos em determinados períodos, como os picos evidenciados após 2020.]

A variabilidade entre agentes reforça a importância de consumidores, especialmente residenciais ou pequenos comércios, monitorarem suas tarifas. Além disso, políticas públicas podem focar na equalização ou na maior transparência sobre os fatores que levam a aumentos para determinados agentes.

Gráfico

Descrição gerada automaticamente

Tabela

Descrição gerada automaticamente

* **Cognitive Data Science (CDS)**

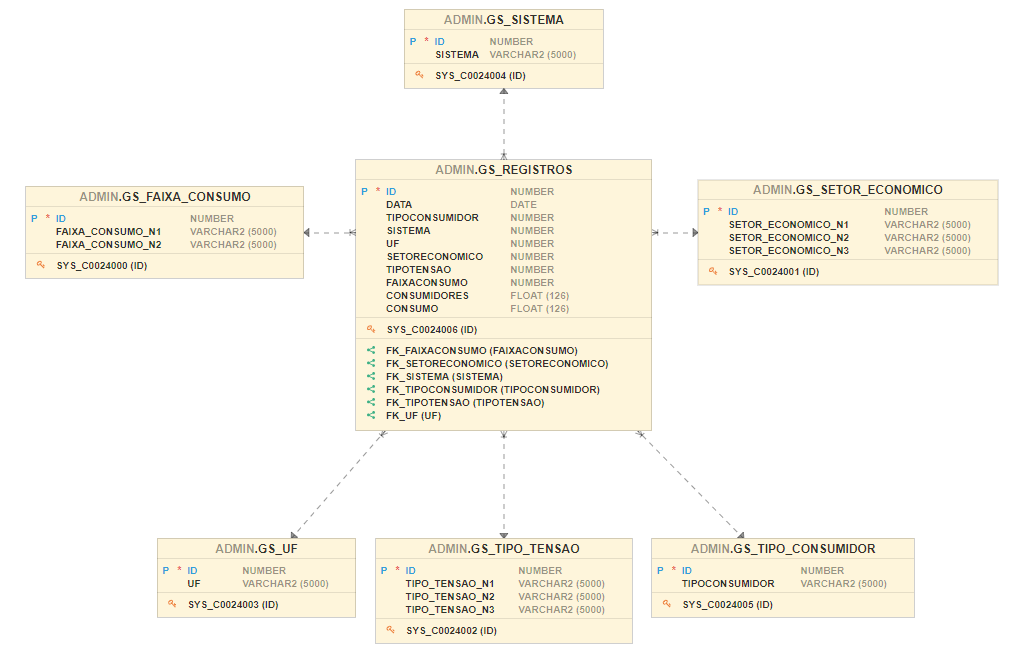
O objetivo dessa seção é armazenar o consumo energético nos últimos anos, usando dados oficiais do Governo Federal, e utilizando bases de dados relacionais. Através de código SQL e utilizando SGBD Oracle, criamos objetos de banco de dados para analisar tendências de aumento/diminuição de consumo.

Como fonte de dados, utilizamos os [Dados do Anuário Estatístico de Energia Elétrica](https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/dados-abertos/dados-do-anuario-estatistico-de-energia-eletrica) da EPE (Empresa de Pesquisa Energética), empresa do Governo Brasileiro vinculada ao MME (Ministério de Minas e Energias). Este Anuário é resultado do trabalho cooperativo realizado no âmbito da Comissão Permanente de Análise e Acompanhamento do Mercado de Energia Elétrica (COPAM), sob a coordenação da EPE, onde são publicadas informações do mercado de eletricidade no Brasil, e que é elaborado a partir da compilação de dados coletados e consolidados pela EPE.

### **Código SQL para Criação dos Objetos no Banco Oracle:**

|  |
| --- |
| -- TABELA 1: GS\_FAIXA\_CONSUMO  CREATE TABLE GS\_FAIXA\_CONSUMO (  ID NUMBER PRIMARY KEY,  Faixa\_Consumo\_N1 VARCHAR2(5000),  Faixa\_Consumo\_N2 VARCHAR2(5000)  );  -- TABELA 02: GS\_SETOR\_ECONOMICO  CREATE TABLE GS\_SETOR\_ECONOMICO (  ID NUMBER PRIMARY KEY,  Setor\_Economico\_N1 VARCHAR2(5000),  Setor\_Economico\_N2 VARCHAR2(5000),  Setor\_Economico\_N3 VARCHAR2(5000)  );  -- TABELA 03: GS\_TIPO\_TENSAO  CREATE TABLE GS\_TIPO\_TENSAO (  ID NUMBER PRIMARY KEY,  Tipo\_Tensao\_N1 VARCHAR2(5000),  Tipo\_Tensao\_N2 VARCHAR2(5000),  Tipo\_Tensao\_N3 VARCHAR2(5000)  );  -- TABELA 04: GS\_UF  CREATE TABLE GS\_UF (  ID NUMBER PRIMARY KEY,  UF VARCHAR2(5000)  );  -- TABELA 05: GS\_SISTEMA  CREATE TABLE GS\_SISTEMA (  ID NUMBER PRIMARY KEY,  Sistema VARCHAR2(5000)  );  -- TABELA 06: GS\_TIPO\_CONSUMIDOR  CREATE TABLE GS\_TIPO\_CONSUMIDOR (  ID NUMBER PRIMARY KEY,  TipoConsumidor VARCHAR2(5000)  );  -- TABELA 07: GS\_REGISTROS  CREATE TABLE GS\_REGISTROS (  ID NUMBER PRIMARY KEY,  Data DATE,  TipoConsumidor NUMBER,  Sistema NUMBER,  UF NUMBER,  SetorEconomico NUMBER,  TipoTensao NUMBER,  FaixaConsumo NUMBER,  Consumidores FLOAT,  Consumo FLOAT,  CONSTRAINT FK\_TipoConsumidor FOREIGN KEY (TipoConsumidor) REFERENCES GS\_TIPO\_CONSUMIDOR(ID),  CONSTRAINT FK\_Sistema FOREIGN KEY (Sistema) REFERENCES GS\_SISTEMA(ID),  CONSTRAINT FK\_UF FOREIGN KEY (UF) REFERENCES GS\_UF(ID),  CONSTRAINT FK\_SetorEconomico FOREIGN KEY (SetorEconomico) REFERENCES GS\_SETOR\_ECONOMICO(ID),  CONSTRAINT FK\_TipoTensao FOREIGN KEY (TipoTensao) REFERENCES GS\_TIPO\_TENSAO(ID),  CONSTRAINT FK\_FaixaConsumo FOREIGN KEY (FaixaConsumo) REFERENCES GS\_FAIXA\_CONSUMO(ID)  ); |

### **MER (Modelo Entidade Relacionamento):**



### **Dicionário de Dados:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Campo** | **Tipo** | **Descrição** |
| Data | Data  AAAAMMDD | Data de registro do dado, contém o mês e o ano em que ocorreu o consumo; ou: data do registro do dado, contém o mês e o ano da aferição do número de unidades consumidoras. |
| TipoConsumidor | Texto | Tipo de Consumidor    Cativo ou Livre |
| Sistema | Texto | Subsistema ou Sistemas Isolados    Subsistema: Divisões do SIN para as quais são estabelecidos PLDs específicos e cujas fronteiras são definidas em razão da presença e duração de restrições relevantes de transmissão aos fluxos de energia elétrica no SIN. Resolução Normativa Aneel n.  109, de 26 de outubro de 2004.    Sistemas Isolados: Sistemas elétricos radiais (geração dedicada a um mercado específico), não interconectados ao SIN. Em sua quase totalidade estão situados na Região Norte do País e atendidos por geração térmica. |
| UF | Texto | Unidade da Federação |
| SetorEconômico N1  SetorEconômico N2  SetorEconômico N3 | Texto | Classe de Consumo (em três níveis):    Classificação dos consumidores de energia elétrica conforme sua característica principal, de acordo com a resolução 414 da ANEEL de 2010. |
| TensãoN1  TensãoN2  Tensão N3 | Texto | Tensão de Fornecimento (em três níveis):    Consumo Alta Tensão  Tensão nominal de atendimento igual ou superior a 69kV. Resolução Aneel n. 505, de 26 de novembro de 2001.    Consumo Baixa Tensão  Tensão nominal de atendimento igual ou inferior a 1kV.  Resolução Aneel n. 505, de 26 de novembro de 2001 |
| Faixa de Consumo N1  Faixa de Consumo N2 | Texto | Faixas de consumo de unidades consumidoras ligadas na rede, separadas em Alta Tensão, Baixa Tensão e Não Aplicável. A Baixa Tensão está dividida nas seguintes faixas:    Convencional  0-30 kWh, 31-100 kWh, 101-200 kWh, 201-300 kWh, 301-400 kWh, 401-500 kWh, 501-1000 kWh e > 1000 kWh  Baixa Renda  0-30 kWh, 31-100 kWh, 101-200 kWh e >200 kWh |
| Consumidores | Número | Número de Unidades Consumidoras:    Conjunto de instalações e equipamentos elétricos caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor. Resolução Aneel n. 083, de 20 de setembro de 2004. |
| Consumo | Número | Consumo em MWh |

### **Código SQL para analisar tendências de aumento/diminuição de consumo (per capita por UF, ano a ano):**

|  |
| --- |
| WITH Consumo\_Agrupado AS (  SELECT  TO\_CHAR(r.Data, 'YYYY') AS Ano,  uf.UF,  SUM(r.Consumidores) AS Total\_Consumidores,  SUM(r.Consumo) AS Total\_Consumo  FROM  GS\_REGISTROS r  INNER JOIN  GS\_UF uf ON r.UF = uf.ID  GROUP BY  TO\_CHAR(r.Data, 'YYYY'), uf.UF  ),  Consumo\_Per\_Capita AS (  SELECT  Ano,  UF,  Total\_Consumidores,  Total\_Consumo,  CASE  WHEN Total\_Consumidores > 0 THEN Total\_Consumo / Total\_Consumidores  ELSE 0  END AS Consumo\_Per\_Capita  FROM  Consumo\_Agrupado  )  SELECT  cpc.Ano,  cpc.UF,  cpc.Total\_Consumidores,  cpc.Total\_Consumo,  cpc.Consumo\_Per\_Capita,  LAG(cpc.Total\_Consumo) OVER (PARTITION BY cpc.UF ORDER BY cpc.Ano) AS Consumo\_Anterior,  CASE WHEN LAG(cpc.Total\_Consumo) OVER (PARTITION BY cpc.UF ORDER BY cpc.Ano) IS NULL THEN NULL  WHEN cpc.Total\_Consumo > LAG(cpc.Total\_Consumo) OVER (PARTITION BY cpc.UF ORDER BY cpc.Ano) THEN 'Aumento'  WHEN cpc.Total\_Consumo < LAG(cpc.Total\_Consumo) OVER (PARTITION BY cpc.UF ORDER BY cpc.Ano) THEN 'Diminuição'  ELSE 'Estável'  END AS Tendencia\_Consumo  FROM  Consumo\_Per\_Capita cpc  ORDER BY  cpc.Ano; |

Para facilitar a visualização dos dados, executou-se uma query alternativa sem a quebra por UF:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ANO** | **TOTAL**  **CONSUMIDORES** | **TOTAL CONSUMO** | **CONSUMO**  **PER CAPITA** | **CONSUMO ANTERIOR** | **TENDENCIA CONSUMO** |
| 2014 | 886,275,434.34 | 460,373,052.96 | 0.52 |  |  |
| 2015 | 918,292,136.21 | 453,600,096.23 | 0.49 | 460,373,052.96 | Diminuição |
| 2016 | 941,411,094.00 | 450,207,398.93 | 0.48 | 453,600,096.23 | Diminuição |
| 2017 | 961,915,176.60 | 455,749,071.35 | 0.47 | 450,207,398.93 | Aumento |
| 2018 | 980,151,959.98 | 463,565,662.85 | 0.47 | 455,749,071.35 | Aumento |
| 2019 | 994,057,109.81 | 469,560,619.93 | 0.47 | 463,565,662.85 | Aumento |
| 2020 | 1,003,304,488.03 | 461,570,007.71 | 0.46 | 469,560,619.93 | Diminuição |
| 2021 | 1,017,731,215.45 | 486,125,269.36 | 0.48 | 461,570,007.71 | Aumento |
| 2022 | 1,044,199,519.00 | 491,599,978.03 | 0.47 | 486,125,269.36 | Aumento |
| 2023 | 1,062,588,059.48 | 508,731,955.61 | 0.48 | 491,599,978.03 | Aumento |

Diante dos resultados nota-se claramente um aumento da tendência de consumo total nos últimos 10 anos, mas não necessariamente no consumo per capita. Isso indica que temos um total de consumidores cada vez maior com acesso à energia elétrica, mais exato um aumento de 19.9% no total de consumidores, e em contrapartida um aumento 10.5 % no total de consumo de energia.

Vale ressaltar que neste caso estamos considerando todo o universo de dados, com todos Setores Econômicos, todos tipos de consumidores, etc. Analises mais especificas podem demonstrar diferentes comportamentos, até mesmo uma curva de crescimento mais agressiva dependendo da combinação de variáveis. Fato é que a tendência de aumento de consumo de energia elétrica é inevitável, principalmente pela popularização do acesso à energia elétrica. Como vimos, não necessariamente temos um aumento no consumo per capita relevante, mas sim um aumento considerável da quantidade de consumidores.

* **Computational Thinking with Python (CTWP)**

O objetivo desta seção é desenvolver um sistema automatizado em Python que gerencie e otimize o consumo energético em residências. O sistema simula a coleta de dados dos sensores do ESP32, armazenando informações sobre luminosidade, distância, tarifas de energia e consumo interno em um arquivo JSON. Com base nesses dados, o sistema alterna inteligentemente entre a energia da rede e a gerada por painéis solares, priorizando a fonte mais econômica e sustentável. Além disso, um algoritmo antecipa a produção de energia solar em dias úmidos, carregando dispositivos de armazenamento antes de picos de consumo. A interface de usuário, desenvolvida com a biblioteca tkinter, permite a visualização dos dados e relatórios de eficiência energética, facilitando o monitoramento em tempo real e a tomada de decisões para reduzir custos e aumentar a eficiência energética.

### **Código Python**

|  |
| --- |
| import random  import time  import json  # Função para simular a coleta de dados dos sensores do ESP32  def simulate\_sensor\_data():      data = {          "luminosity": random.randint(0, 3000),  # Valores de luminosidade          "distance": random.randint(0, 400),     # Valores de distância          "energy\_price": random.uniform(0.1, 0.5),  # Tarifas de energia          "internal\_consumption": random.uniform(0, 5)  # Consumo interno em kWh      }      return data  # Função para salvar os dados simulados em um arquivo JSON  def save\_data\_to\_file(data, filename="sensor\_data.json"):      with open(filename, 'w') as file:          json.dump(data, file)  # Função principal para simular a coleta de dados e salvar em arquivo  def main():      sensor\_data = []      for \_ in range(10):  # Simulando 10 leituras de sensores          data = simulate\_sensor\_data()          sensor\_data.append(data)          time.sleep(1)      save\_data\_to\_file(sensor\_data)  if \_\_name\_\_ == "\_\_main\_\_":      main()  # Função para selecionar automaticamente a fonte de energia mais econômica e sustentável  def switch\_energy\_source(sensor\_data):      for data in sensor\_data:          if data["luminosity"] > 2000 and data["energy\_price"] > 0.3:              print("Usando energia solar")          else:              print("Usando energia da rede")  if \_\_name\_\_ == "\_\_main\_\_":      with open("sensor\_data.json", 'r') as file:          sensor\_data = json.load(file)      switch\_energy\_source(sensor\_data)  # Interface de usuário para visualização dos dados dos sensores  import tkinter as tk  from tkinter import ttk  def display\_data(sensor\_data):      root = tk.Tk()      root.title("Dados dos Sensores")      tree = ttk.Treeview(root, columns=("Luminosidade", "Distância", "Tarifa de Energia", "Consumo Interno"), show='headings')      tree.heading("Luminosidade", text="Luminosidade")      tree.heading("Distância", text="Distância")      tree.heading("Tarifa de Energia", text="Tarifa de Energia (R$/kWh)")      tree.heading("Consumo Interno", text="Consumo Interno (kWh)")      for data in sensor\_data:          tree.insert("", tk.END, values=(data["luminosity"], data["distance"], data["energy\_price"], data["internal\_consumption"]))      tree.pack()      root.mainloop()  if \_\_name\_\_ == "\_\_main\_\_":      with open("sensor\_data.json", 'r') as file:          sensor\_data = json.load(file)      display\_data(sensor\_data)  # Função para gerenciamento e otimização do consumo energético  def manage\_energy\_consumption(sensor\_data):      for data in sensor\_data:          if data["luminosity"] > 2000 and data["energy\_price"] > 0.3:              print("Usando energia solar")          else:              print("Usando energia da rede")          if data["luminosity"] < 1000:              print("Carregando dispositivos de armazenamento")  if \_\_name\_\_ == "\_\_main\_\_":      with open("sensor\_data.json", 'r') as file:          sensor\_data = json.load(file)      manage\_energy\_consumption(sensor\_data) |

### **Saída de dados**

Tabela

Descrição gerada automaticamente com confiança média

Texto

Descrição gerada automaticamente

# **Resultados Esperados**

A solução promete economia de até 45% do consumo energético com um impacto mínimo no conforto. Usando um ar-condicionado como exemplo, o sistema é capaz de ajustar a temperatura com base na presença e no clima externo, diminuindo o uso desnecessário. Além disso, o sistema pode prolongar a vida útil dos aparelhos ao usá-los de forma otimizada. A integração com Oracle permite uma análise detalhada do histórico de consumo, facilitando uma gestão energética precisa e previsível.

# **Conclusão**

A implementação desta solução representa um avanço significativo na gestão energética, destacando o potencial transformador da Inteligência Artificial no setor de energia. Ao combinar machine learning, IoT e a robustez do Oracle, criamos uma plataforma que não apenas otimiza o consumo de energia, mas também se adapta continuamente às mudanças ambientais e comportamentais.

No contexto de um mercado de energia em rápida evolução, onde a sustentabilidade e a eficiência são imperativos, a integração de IA oferece uma vantagem competitiva crucial. Esta solução demonstra como a tecnologia pode transformar a maneira como gerenciamos e consumimos energia, promovendo um uso mais inteligente e sustentável dos recursos.

À medida que avançamos para um futuro em que as fontes de energia renováveis se tornam cada vez mais predominantes, a capacidade de prever e ajustar o consumo em tempo real será essencial. A IA facilita essa transição, garantindo que ela seja feita de maneira eficiente e econômica.

Este projeto não é apenas uma resposta aos desafios atuais, mas também um modelo para o futuro da gestão energética. Ele destaca o papel crucial da IA em criar um mercado de energia mais resiliente e adaptável, promovendo um futuro mais sustentável e eficiente para todos.

# **Vídeo Explicativo**

* **(inserir link depois que gravarmos)**