

Terceira Entrega — Ajustes Visuais, Correlações e Vento (INMET)

Principais ajustes solicitados e implementados

- **Médias móveis:** gráficos diários passaram a ser gerados em **janelas de 1 ano** (melhor legibilidade).
- **Padronização de cores:** interrupções em **vermelho**, temperatura em **azul** e precipitação em **azul forte**.
- **Interrupções x temperatura (semanal):** geração por **intervalos anuais**.
- **Scatters mensais:** cada ponto representa **1 mês**, com **cor por ano/gradiente temporal e linha de regressão + R²**.
- **Previsão (baselines):** visualização do período de teste em **janelas de 1 ano**.
- **Consumo:** visualização também em **GWh** para evitar notação científica no eixo e facilitar interpretação.
- **Vento (INMET):** criação de variáveis diárias (velocidade, rajada e direção), integração com interrupções e análise em escalas diária/semanal/mensal.

Bases utilizadas nesta entrega

- `dados/base_diaria_interrupcoes_clima.csv` — período: **2017-01-01 a 2025-05-31**; linhas: **3073**
- `dados/base_diaria_interrupcoes_clima_vento.csv` — período: **2017-01-01 a 2025-05-31**; linhas: **3073**
- `dados/base_mensal_interrupcoes_clima_consumo.csv` — período: **2017-01-01 a 2025-05-01**; meses: **101**
- `dados/previsoes_diarias_baselines.csv` — período: **2017-01-01 a 2025-05-31**; linhas: **3073**

Artefatos gerados por tarefa

T1 — Médias móveis diárias por ano (1 ano por gráfico)

Pasta: `graficos/T1_mm_1ano/`

- `mm_diario_interrupcoes_2017.png`
- `mm_diario_interrupcoes_2018.png`
- `mm_diario_interrupcoes_2019.png`
- `mm_diario_interrupcoes_2020.png`
- `mm_diario_interrupcoes_2021.png`
- `mm_diario_interrupcoes_2022.png`
- `mm_diario_interrupcoes_2023.png`
- `mm_diario_interrupcoes_2024.png`
- `mm_diario_interrupcoes_2025.png`
- `mm_diario_precipitacao_2017.png`
- `mm_diario_precipitacao_2018.png`
- `mm_diario_precipitacao_2019.png`
- `mm_diario_precipitacao_2020.png`
- `mm_diario_precipitacao_2021.png`
- `mm_diario_precipitacao_2022.png`
- `mm_diario_precipitacao_2023.png`
- `mm_diario_precipitacao_2024.png`
- `mm_diario_precipitacao_2025.png`
- `mm_diario_temperatura_2017.png`
- `mm_diario_temperatura_2018.png`
- `mm_diario_temperatura_2019.png`
- `mm_diario_temperatura_2020.png`
- `mm_diario_temperatura_2021.png`
- `mm_diario_temperatura_2022.png`
- `mm_diario_temperatura_2023.png`
- `mm_diario_temperatura_2024.png`
- `mm_diario_temperatura_2025.png`

T3 — Interrupções x Temperatura (semanal) por ano

Pasta: graficos/T3_semanal_temp_ano/

- `semanal_interrupcoes_vs_temperatura_2017.png`
- `semanal_interrupcoes_vs_temperatura_2018.png`
- `semanal_interrupcoes_vs_temperatura_2019.png`
- `semanal_interrupcoes_vs_temperatura_2020.png`
- `semanal_interrupcoes_vs_temperatura_2021.png`
- `semanal_interrupcoes_vs_temperatura_2022.png`
- `semanal_interrupcoes_vs_temperatura_2023.png`
- `semanal_interrupcoes_vs_temperatura_2024.png`
- `semanal_interrupcoes_vs_temperatura_2025.png`

T4 — Interrupções x Precipitação (semanal e mensal) com cores padronizadas

Pasta: graficos/T4_precipitacao/

- `interrupcoes_vs_precipitacao_mensal.png`
- `interrupcoes_vs_precipitacao_semanal.png`

T5 — Scatters mensais com cor por ano/gradiente + regressão

Pasta: graficos/T5_scatter_regressao/

- `scatter_consumo_vs_interrupcoes_gradiente_tempo.png`
- `scatter_consumo_vs_interrupcoes_por_ano.png`
- `scatter_temperatura_vs_consumo_gradiente_tempo.png`
- `scatter_temperatura_vs_consumo_por_ano.png`

T6 — Previsão (baselines) no teste com zoom de 1 ano

Pasta: graficos/T6_previsao_zoom_1ano/

- `previsao_baselines_teste_2023.png`
- `previsao_baselines_teste_2024.png`

- `previsao_baselines_teste_2025.png`

T8 — Vento diário (INMET) integrado e gráficos diários

Pasta: `graficos/T8_vento/`

- `diario_interrupcoes_vs Rajada_max.png`
- `diario_interrupcoes_vs vento_vel_media.png`

T9 — Vento agregado semanal/mensal e gráficos

Pasta: `graficos/T9_vento_agregados/`

- `mensal_interrupcoes_vs_direcao_media.png`
- `mensal_interrupcoes_vs Rajada_max.png`
- `mensal_interrupcoes_vs vento_vel_media.png`
- `semanal_interrupcoes_vs_direcao_media.png`
- `semanal_interrupcoes_vs Rajada_max.png`
- `semanal_interrupcoes_vs vento_vel_media.png`

Correlações (Pearson) — resumo consolidado

Destaques (maiores correlações em módulo)

<code>nivel_temporal</code>	<code>variavel_x</code>	<code>variavel_y</code>	<code>pearson_r</code>
mensal	interrupcoes	vento_direcao_media_gr	0.58791
mensal	consumo_total_kwh	temperatura_media	0.555031
mensal	interrupcoes	precipitacao_total_mm	0.538558
semanal	interrupcoes	vento_direcao_media_gr	0.496223
semanal	interrupcoes	precipitacao_total_mm	0.476843
mensal	interrupcoes	consumo_total_kwh	0.476395
mensal	interrupcoes	temperatura_media	0.393729

nivel_temporal	variavel_x	variavel_y	pearson_r
mensal	interrupcoes	vento_rajada_max_ms	0.37889
diario	interrupcoes	vento_direcao_media_gr	0.366492
mensal	interrupcoes	vento_velocidade_media_ms	-0.363507
diario	interrupcoes	precipitacao_total_mm	0.347405
semanal	interrupcoes	vento_rajada_max_ms	0.340133

Tabela completa

nivel_temporal	variavel_x	variavel_y	pearson_r
diario	interrupcoes	vento_direcao_media_gr	0.366492
diario	interrupcoes	precipitacao_total_mm	0.347405
diario	interrupcoes	vento_rajada_max_ms	0.253027
diario	interrupcoes	vento_velocidade_media_ms	-0.193947
diario	interrupcoes	vento_direcao_moda_gr	0.181191
diario	interrupcoes	temperatura_media	0.101885
diario	interrupcoes	vento_velocidade_max_ms	0.0157279
mensal	interrupcoes	vento_direcao_media_gr	0.58791
mensal	consumo_total_kwh	temperatura_media	0.555031
mensal	interrupcoes	precipitacao_total_mm	0.538558
mensal	interrupcoes	consumo_total_kwh	0.476395
mensal	interrupcoes	temperatura_media	0.393729
mensal	interrupcoes	vento_rajada_max_ms	0.37889
mensal	interrupcoes	vento_velocidade_media_ms	-0.363507

nivel_temporal	variavel_x	variavel_y	pearson_r
mensal	interrupcoes	vento_direcao_moda_gr	-0.185887
mensal	interrupcoes	vento_velocidade_max_ms	-0.0835723
semanal	interrupcoes	vento_direcao_media_gr	0.496223
semanal	interrupcoes	precipitacao_total_mm	0.476843
semanal	interrupcoes	vento_rajada_max_ms	0.340133
semanal	interrupcoes	vento_velocidade_media_ms	-0.313593
semanal	interrupcoes	vento_direcao_moda_gr	-0.0836208
semanal	interrupcoes	vento_velocidade_max_ms	-0.0692043

Interpretação resumida dos achados

- **Agregação aumenta clareza do padrão:** a relação entre interrupções e variáveis meteorológicas tende a ficar mais forte em escalas **semanal/mensal** do que no diário.
- **Precipitação:** correlação cresce de **diário (~0,35)** para **semanal (~0,48)** e **mensal (~0,54)**.
- **Consumo e temperatura (mensal):** correlação moderada/alta (**~0,56**), e interrupções também se correlacionam com consumo (**~0,48**).
- **Vento:** após limpeza de valores inválidos do INMET, a **direção média do vento** apresenta correlação relevante com interrupções, especialmente em escala **mensal (~0,59)**; semanal também é significativa (**~0,50**).
- **Observação metodológica:** direção do vento é uma variável circular (0–360 °); a média simples é uma aproximação inicial e pode ser refinada com estatística circular, se necessário.

Modelos de previsão (Deep Learning) — LSTM e GRU (PyTorch)

Nesta etapa foram treinados modelos **LSTM** e **GRU** usando divisão temporal **sem vazamento**: para prever o dia t , o modelo recebe apenas informações históricas até $t-1$ (janela lookback) e

variáveis meteorológicas/vento como covariáveis.

Métricas (treino e teste)

modelo	conjunto	MAE	RMSE	R2
LSTM	treino	47.9353	78.6596	0.477103
LSTM	teste	61.8356	100.663	0.376483
GRU	treino	48.2667	78.0922	0.48462
GRU	teste	61.7902	98.064	0.408262

Artefatos

- `dados/previsoes_dl_lstm_gru.csv`
- `dados/metricas_dl_lstm_gru.csv`
- `graficos/T12_modelos_dl/previsao_dl_zoom_1ano.png`
- `graficos/T13_comparacao/comparacao_previsoes_zoom_1ano.png`

Resumo: no conjunto de teste, os modelos LSTM/GRU superaram as baselines (persistência e MM7), com destaque para a **GRU**.