

TECHNICAL GUIDE · GUIA TÉCNICO · GUÍA TÉCNICA

# From Data to Decisions

**PT** Do dado à decisão — Monitoramento industrial com Inteligência Artificial

**EN** From data to decisions — Industrial monitoring powered by Artificial Intelligence

**ES** Del dato a la decisión — Monitoreo industrial con Inteligencia Artificial

 Português ·  English ·  Español

PLC Monitoring

Smart Alerts

Generative AI

Data Resiliency



## Português

Do dado à decisão — Monitoramento industrial com Inteligência Artificial

Uma parceria de engenharia nascida na Capital Nacional do Agronegócio — Ribeirão Preto (SP) — que une a Tecnologia Santos e a TechBR Solutions para levar Inteligência Artificial ao chão de fábrica.



Ronaldo Santos (Tecnologia Santos) e Victor Sued (TechBR Solutions) — os parceiros por trás do Neural Plant AI, em Ribeirão Preto.

### 1 • O dado, sozinho, não é informação

Praticamente toda planta industrial hoje coleta dados. Sensores, CLPs e sistemas SCADA produzem milhões de leituras por dia. E, ainda assim, a maior parte desse volume nunca vira decisão. Estudos de mercado são consistentes: a Forrester estima que entre 60% e 73% de todos os dados de uma empresa jamais são usados para análise. Em ambientes industriais o desperdício é ainda maior — a McKinsey documentou uma plataforma de petróleo com 30.000 sensores que analisava apenas 1% do que gerava, e estimativas da indústria apontam que até 90% dos dados de IoT industrial nunca chegam a ser examinados.

O problema, portanto, não é falta de dado. É a distância entre o sinal bruto e a decisão de negócio. O **Neural Plant AI** existe para fechar essa distância — transformando leituras de chão de fábrica em diagnósticos, previsões e impacto financeiro claros, 24 horas por dia, 7 dias por semana.

## 2 · O que é o Neural Plant AI

O Neural Plant AI é uma plataforma de monitoramento industrial que conecta a planta diretamente à Inteligência Artificial. Ele coleta dados em tempo real dos CLPs via protocolo OPC UA e utiliza agentes autônomos para analisar, diagnosticar e prever falhas nos equipamentos de forma contínua. Em vez de mais gráficos para o operador interpretar, a plataforma entrega conclusões.

### FOCO PRINCIPAL

Reduzir paradas não programadas, antecipar anomalias e calcular o impacto financeiro estimado de cada evento — traduzindo dados brutos em decisões operacionais e de negócio.

## 3 · Como funciona — passo a passo

A implementação segue um fluxo claro, do sinal físico até a decisão. Cada etapa é modular e pode ser validada de forma independente:

- 01 Conectar.** Um coletor Edge lê CLPs, sensores e SCADA através do padrão aberto OPC UA — sem alterar a lógica de controle da planta.
- 02 Ingerir e armazenar.** Os sinais são normalizados e gravados em uma base de série temporal (historiador), pronta para consulta.
- 03 IA sem treinamento (Zero-Training).** Um modelo de base (motor Chronos) prevê o comportamento esperado de cada variável e sinaliza desvios de imediato — sem meses de treinamento prévio.
- 04 Agentes autônomos.** Agentes especializados monitoram áreas vitais a cada 5 a 30 minutos (turbogerador, caldeira, cogeração, extração, fermentação e outras).
- 05 Correlação multivariada.** A IA agrupa anomalias sincronizadas entre tags para revelar a causa raiz real de um evento complexo, não apenas o sintoma isolado.
- 06 Linguagem natural (Synapse Chat).** O operador ou gestor pergunta em português — "há alguma anomalia no compressor hoje?" — e recebe resposta com gráficos e relatórios.
- 07 Visualizar.** Sinal do CLP e previsão da IA convivem no mesmo painel Grafana, com anomalias e impacto financeiro destacados.
- 08 Agir.** Relatórios automáticos de turno, painel financeiro de perdas evitadas e diagnósticos guiados pelos procedimentos (SOPs) da própria empresa.



Figura 1 · Arquitetura de referência: do chão de fábrica à decisão, com segurança e residência de dados na base.

## 4 · Um só painel: CLP e Neural Plant AI juntos no Grafana

Um diferencial prático da plataforma é a convivência do dado bruto e da inteligência no mesmo lugar. No painel Grafana, a tag real do CLP aparece sobreposta à faixa de comportamento esperado calculada pela IA. Quando a leitura real escapa da faixa, a anomalia é marcada no próprio gráfico — o operador vê o sinal, a expectativa e o alerta de uma só vez, sem alternar entre telas.



Figura 2 · Painel unificado (ilustrativo): a tag do CLP em tempo real e a faixa esperada pela IA, com anomalia sinalizada.

- **Contexto imediato:** valor medido, valor esperado e limite de tolerância na mesma visão.
- **Painéis de estado** consolidam disponibilidade, anomalias do dia e perda estimada evitada.
- **Do sinal à ação:** cada anomalia carrega a recomendação operacional e o impacto financeiro associado.

## 5 · Feito para o agronegócio e a indústria de processo

Embora se adapte a qualquer planta automatizada via OPC UA, o Neural Plant AI nasceu com agentes nativos para o setor sucroenergético — açúcar e etanol são hoje o principal foco na América do Sul. A mesma base atende toda a cadeia agroindustrial:

• Açúcar & Etanol

• Frutas

• Café

• Flores

• Milho

• Processo contínuo

### APLICÁVEL A QUALQUER PLANTA AUTOMATIZADA

Se a sua operação expõe dados por OPC UA — de uma usina a uma packing house — o Neural Plant AI se conecta e começa a gerar diagnósticos, independentemente da cultura ou do produto.

## 6 · Arquitetura, segurança e resiliência dos dados

Confiança é pré-requisito para colocar IA no chão de fábrica. A arquitetura foi desenhada para isolamento, controle de acesso, resiliência e conformidade regional desde o primeiro dia. Três pilares sustentam a plataforma: resiliência de dados, isolamento no banco e uma nuvem de produção robusta.

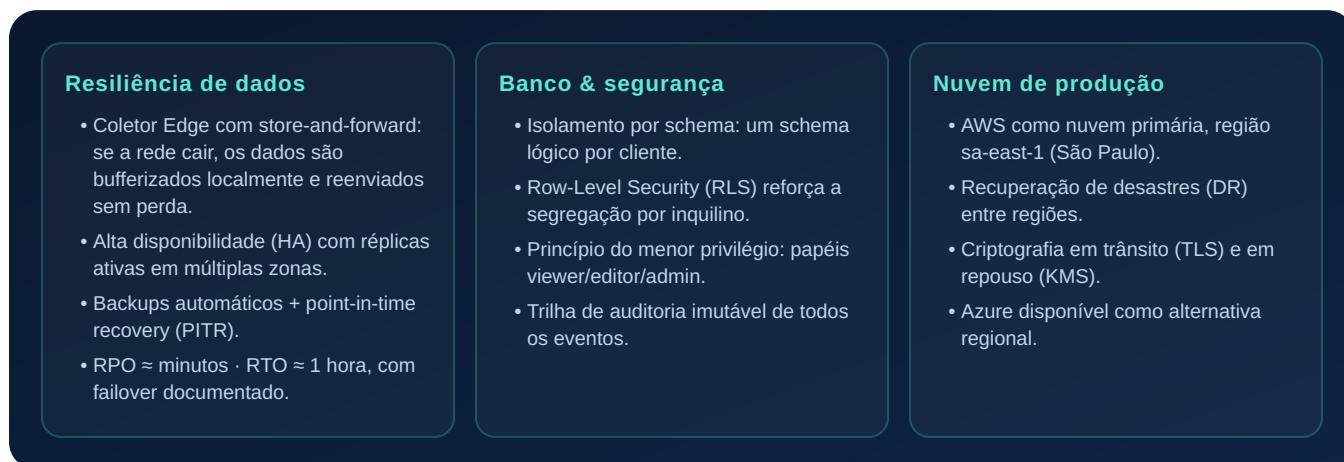


Figura 3 · Camadas de resiliência, isolamento de banco e nuvem de produção que sustentam o Neural Plant AI.

### Resiliência e implantação de dados

O dado nunca depende de um único ponto. Na borda, o coletor opera em modo store-and-forward: perdas de conectividade não geram lacunas, pois as leituras ficam bufferizadas localmente e são reenviadas assim que o link retorna. No núcleo, o historiador roda em alta disponibilidade com réplicas em múltiplas zonas de disponibilidade, backups automáticos e recuperação a um ponto no tempo (PITR). Os objetivos de recuperação são conservadores — RPO na casa de minutos e RTO em torno de uma hora — com procedimento de failover documentado e testado.

### Esquema de banco por motivos de segurança

O isolamento começa no banco de dados. Cada cliente recebe um schema lógico dedicado, sem cruzamento de dados entre operações. Sobre esse isolamento aplicamos Row-Level Security (RLS) e o princípio do menor privilégio, de modo que cada papel — visualizador, editor, administrador — só enxerga e altera o que lhe cabe. O trecho abaixo ilustra o padrão (PostgreSQL):

```
-- Um schema lógico dedicado por cliente (sem cruzamento de dados)
CREATE SCHEMA client_0427 AUTHORIZATION np_app;

-- Série temporal de leituras do CLP
CREATE TABLE client_0427.readings (
    tag_id    BIGINT    NOT NULL,
    ts        TIMESTAMPTZ NOT NULL,
    value     DOUBLE PRECISION,
    quality    SMALLINT,
    PRIMARY KEY (tag_id, ts)
);

-- RLS: isolamento por inquilino na própria linha
ALTER TABLE client_0427.readings ENABLE ROW LEVEL SECURITY;
CREATE POLICY tenant_isolation ON client_0427.readings
    USING (current_setting('app.tenant') = '0427');

-- Menor privilégio: papéis com permissões mínimas
GRANT SELECT ON client_0427.readings TO role_viewer;
GRANT SELECT, INSERT ON client_0427.readings TO role_editor;
-- Toda alteração de DDL/DML fica registrada na trilha de auditoria
```

### Uso do ambiente de nuvem mais importante

A produção roda sobre a AWS — a nuvem líder para cargas industriais críticas — com a região primária sa-east-1 (São Paulo) para operações sul-americanas, atendendo à LGPD. Empregamos múltiplas zonas de disponibilidade para HA, recuperação de desastres entre regiões, e serviços gerenciados de banco e chaves (KMS) para criptografia em repouso. Para clientes que exigem outro provedor por política interna, a arquitetura é portátil e o Azure está disponível como alternativa regional.

**CONTROLES DE SEGURANÇA**

Ambiente isolado por cliente · Autenticação corporativa (SSO), sem senhas na aplicação · Acesso por perfil (RBAC: Administrador, Editor, Visualizador) · Chaves de instalação com validade e revogáveis · Criptografia em trânsito e repouso com trilha de auditoria · Arquitetura Edge-first: o dado bruto pode permanecer na planta.

**RESIDÊNCIA E SOBERANIA DE DADOS**

A plataforma é implantada na região de nuvem que a sua jurisdição exige. Operações na América do Sul podem manter os dados em região brasileira (LGPD); clientes na Europa podem escolher uma região aderente ao GDPR; e operações na América do Norte podem usar regiões locais. A escolha da região é sua — a soberania do dado permanece com o cliente.

## 7 · Ribeirão Preto — a origem da parceria e o coração do agro

A parceria entre Tecnologia Santos e TechBR Solutions nasceu em Ribeirão Preto (SP), reconhecida como a Capital Nacional do Agronegócio. Não é por acaso: a região concentra usinas sucroenergéticas, cafeicultura, citricultura, pecuária e a maior densidade de feiras agroindustriais do país. Estar aqui significa estar ao lado dos clientes, dos fornecedores de automação e dos grandes encontros onde o setor define suas tendências. Ao longo do ano, a região sedia — ou ancora — os principais eventos do agro:

| Evento                                                                  | Foco                                                                    | Por que importa                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Agrishow (Ribeirão Preto, abril/maio)                                   | Maior feira de tecnologia agrícola da América Latina.                   | Palco dos lançamentos de máquinas, automação e agricultura de precisão; ponto de encontro para negócios e articulação institucional do agro. |
| Fenasuco & Agrocana (Sertãozinho, agosto)                               | Maior feira do mundo da cadeia sucroenergética e da bioenergia.         | Reúne 100% das usinas do país e fornecedores de caldeiras, turbinas e cogeração — o público-alvo natural do Neural Plant AI.                 |
| Encontros de pecuária leiteira e de corte (Ribeirão Preto, 2º semestre) | Simpósios técnicos e encontros de criadores (leite, corte e pastagens). | Aproximam a plataforma da agroindústria de proteína e de laticínios, com foco em eficiência e monitoramento.                                 |
| Rodadas de cafeicultura e citricultura (região, ao longo do ano)        | Encontros técnicos das cadeias de café e frutas cítricas.               | Ampliam o alcance dos agentes de monitoramento para packing houses e beneficiamento.                                                         |

Estar sediado nesse ecossistema dá à parceria acesso direto a usinas, fornecedores e ao calendário que movimenta o agro brasileiro — encurtando o caminho entre uma demonstração e uma implantação real.

## 8 · O que você recebe

Além do monitoramento, a plataforma entrega recursos que reduzem trabalho manual e aumentam a confiança nos alertas:

| Recurso                           | Valor entregue                                                                                            |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Relatórios de turno automáticos   | Fim da passagem de turno manual: a IA resume ocorrências, tags críticas e recomendações a cada turno.     |
| Inteligência de documentos (SOPs) | Faça upload de manuais e procedimentos; a IA usa as regras da própria empresa para gerar os diagnósticos. |
| Consolidação multivariada         | Agrupa anomalias sincronizadas para identificar a causa raiz de eventos complexos.                        |
| Qualidade e calibragem            | Ajuste a sensibilidade de cada alerta e rotule a assertividade — controle total sobre falsos positivos.   |
| Painel financeiro                 | Consolida perdas e oportunidades em valor monetário, facilitando a justificativa de ROI.                  |

## 9 · Baixe, leia e fale com o time técnico

Este material é um convite. Leia o guia, avalie como o Neural Plant AI se encaixa na sua operação e converse diretamente com quem constrói a solução. Ficaremos felizes em preparar uma demonstração com dados do seu contexto.

### Ronaldo Santos

Engenheiro de Infraestrutura — Tecnologia Santos

tecnologiasantos.com

+55 11 9 5456-1103 · Brazil – SP

### Victor Sued

Líder de Desenvolvimento — TechBR Solutions

techbrsolutions.com.br

+55 16 9 7406-8484 · Brazil – SP



# English

From data to decisions — Industrial monitoring powered by Artificial Intelligence

An engineering partnership born in Brazil's National Capital of Agribusiness — Ribeirão Preto (SP) — bringing together Tecnologia Santos and TechBR Solutions to put Artificial Intelligence on the shop floor.



Ronaldo Santos (Tecnologia Santos) and Víctor Sued (TechBR Solutions) — the partners behind Neural Plant AI, in Ribeirão Preto.

## 1 • Data alone is not information

Almost every industrial plant collects data today. Sensors, PLCs and SCADA systems generate millions of readings a day. And yet most of that volume never becomes a decision. Market research is consistent: Forrester estimates that between 60% and 73% of all enterprise data is never used for analytics. In industrial settings the waste is even greater — McKinsey documented an oil rig with 30,000 sensors that analysed only 1% of the data it produced, and industry estimates put up to 90% of industrial IoT data as never examined at all.

The problem, then, is not a shortage of data. It is the distance between the raw signal and the business decision. **Neural Plant AI** exists to close that distance — turning shop-floor readings into clear diagnostics, predictions and financial impact, 24 hours a day, 7 days a week.

## 2 · What Neural Plant AI is

Neural Plant AI is an industrial monitoring platform that connects the plant directly to Artificial Intelligence. It collects real-time data from PLCs over the OPC UA protocol and uses autonomous agents to analyse, diagnose and predict equipment failures continuously. Instead of more charts for the operator to interpret, the platform delivers conclusions.

### PRIMARY FOCUS

Reduce unplanned downtime, anticipate anomalies and quantify the estimated financial impact of every event — translating raw data into operational and business decisions.

## 3 · How it works — step by step

The implementation follows a clear flow, from the physical signal to the decision. Each stage is modular and can be validated independently:

- 01 Connect.** An Edge collector reads PLCs, sensors and SCADA through the open OPC UA standard — without touching the plant's control logic.
- 02 Ingest & store.** Signals are normalised and written to a time-series store (historian), ready to query.
- 03 Zero-Training AI.** A foundation model (Chronos engine) predicts the expected behaviour of each variable and flags deviations instantly — no months of prior training.
- 04 Autonomous agents.** Specialised agents monitor vital areas every 5 to 30 minutes (turbogenerator, boiler, cogeneration, extraction, fermentation and more).
- 05 Multivariate correlation.** The AI groups synchronised anomalies across tags to reveal the true root cause of a complex event, not just the isolated symptom.
- 06 Natural language (Synapse Chat).** An operator or manager simply asks — "is there any anomaly on the compressor today?" — and gets an answer with charts and reports.
- 07 Visualise.** The PLC signal and the AI prediction live in the same Grafana panel, with anomalies and financial impact highlighted.
- 08 Act.** Automatic shift reports, a financial panel of avoided losses, and diagnostics guided by the company's own procedures (SOPs).

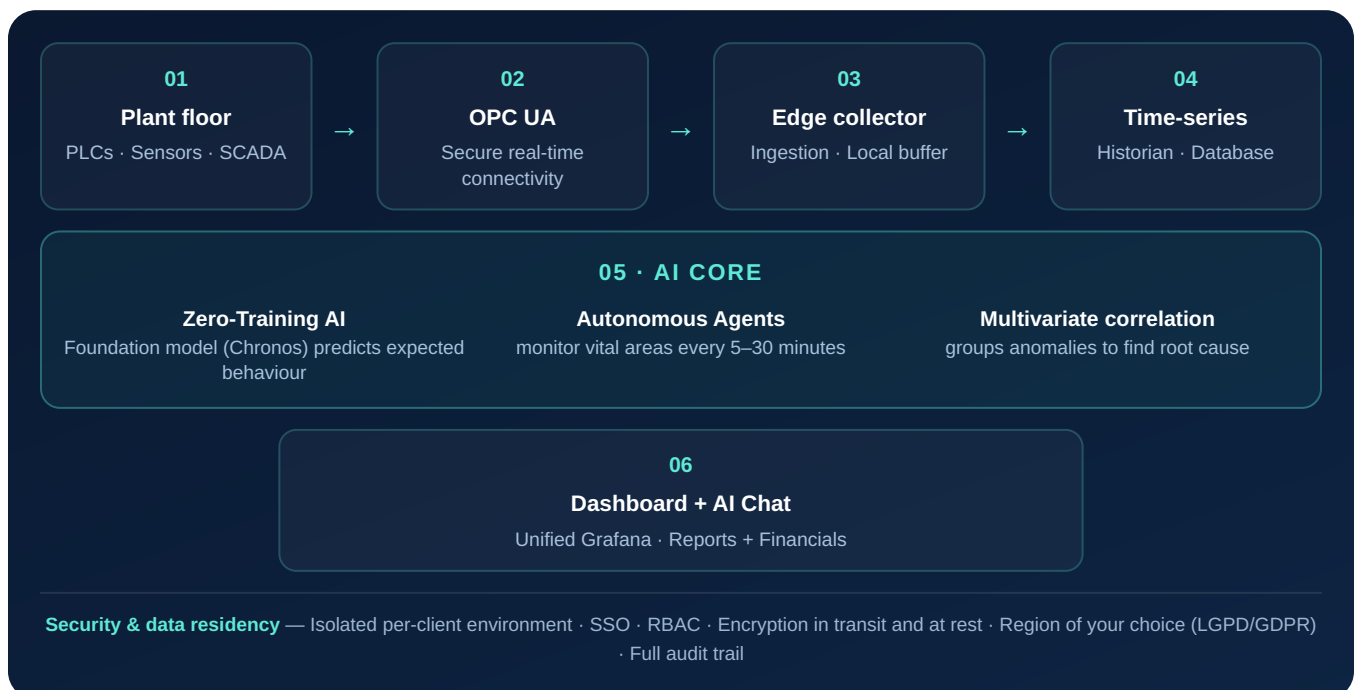


Figure 1 · Reference architecture: from the shop floor to the decision, with security and data residency at the foundation.

## 4 · One dashboard: PLC and Neural Plant AI together in Grafana

A practical differentiator is that raw data and intelligence live in the same place. In the Grafana panel, the real PLC tag is overlaid on the expected-behaviour band computed by the AI. When the actual reading escapes the band, the anomaly is marked right on the chart — the operator sees the signal, the expectation and the alert at once, without switching screens.

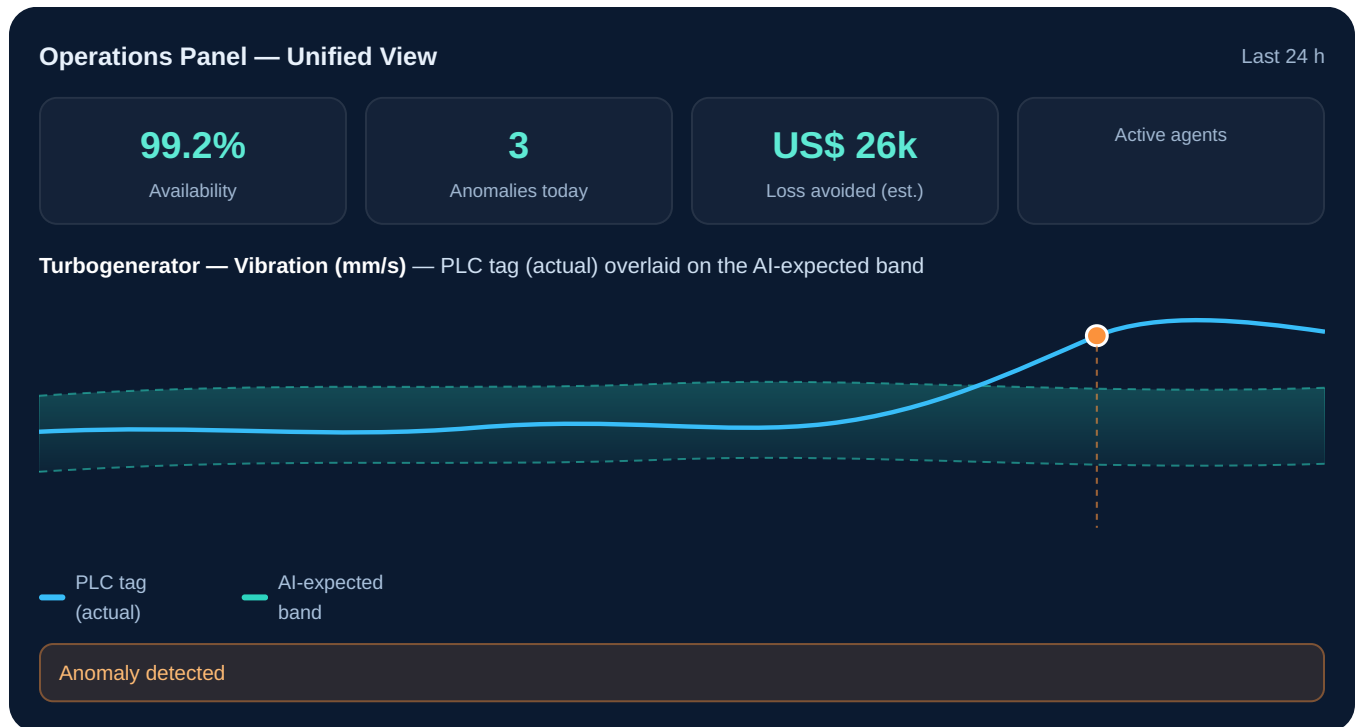
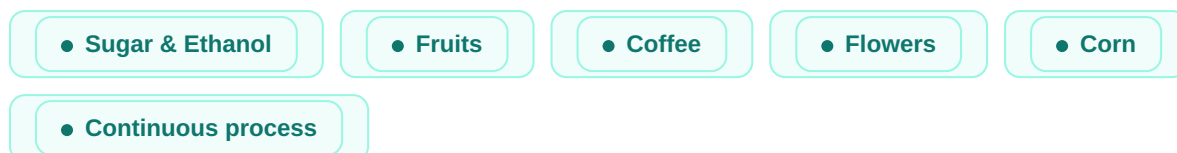


Figure 2 · Unified panel (illustrative): the live PLC tag and the AI-expected band, with the anomaly flagged.

- **Immediate context:** measured value, expected value and tolerance limit in a single view.
- **Stat panels** consolidate availability, anomalies for the day and estimated loss avoided.
- **From signal to action:** every anomaly carries its operational recommendation and financial impact.

## 5 · Built for agribusiness and process industry

Although it adapts to any plant automated via OPC UA, Neural Plant AI was born with native agents for the sugar-energy sector — sugar and ethanol are today the main focus in South America. The same foundation serves the whole agro-industrial chain:



### APPLICABLE TO ANY AUTOMATED PLANT

If your operation exposes data over OPC UA — from a mill to a packing house — Neural Plant AI connects and starts producing diagnostics, regardless of the crop or product.

## 6 · Architecture, security and data resiliency

Trust is a prerequisite for putting AI on the shop floor. The architecture was designed for isolation, access control, resiliency and regional compliance from day one. Three pillars hold the platform up: data resiliency, database isolation and a robust production cloud.



Figure 3 · The resiliency, database-isolation and production-cloud layers that hold Neural Plant AI up.

### Data resiliency and deployment

Data never depends on a single point. At the edge, the collector runs in store-and-forward mode: connectivity loss creates no gaps, because readings are buffered locally and re-sent as soon as the link returns. At the core, the historian runs in high availability with replicas across multiple availability zones, automatic backups and point-in-time recovery (PITR). Recovery objectives are conservative — RPO in the range of minutes and RTO around one hour — with a documented, tested failover procedure.

### Database schema for security reasons

Isolation starts in the database. Each client gets a dedicated logical schema, with no data crossover between operations. On top of that isolation we apply Row-Level Security (RLS) and the principle of least privilege, so each role — viewer, editor, administrator — only sees and changes what belongs to it. The snippet below illustrates the pattern (PostgreSQL):

```
-- One dedicated logical schema per client (no data crossover)
CREATE SCHEMA client_0427 AUTHORIZATION np_app;

-- Time-series of PLC readings
CREATE TABLE client_0427.readings (
  tag_id    BIGINT    NOT NULL,
  ts        TIMESTAMPTZ NOT NULL,
  value     DOUBLE PRECISION,
  quality   SMALLINT,
  PRIMARY KEY (tag_id, ts)
);

-- RLS: per-tenant isolation at the row level
ALTER TABLE client_0427.readings ENABLE ROW LEVEL SECURITY;
CREATE POLICY tenant_isolation ON client_0427.readings
  USING (current_setting('app.tenant') = '0427');

-- Least privilege: roles with minimal permissions
GRANT SELECT ON client_0427.readings TO role_viewer;
GRANT SELECT, INSERT ON client_0427.readings TO role_editor;
-- Every DDL/DML change is written to the audit trail
```

### Use of the most important cloud environment

Production runs on AWS — the leading cloud for critical industrial workloads — with primary region sa-east-1 (São Paulo) for South-American operations, meeting LGPD. We use multiple availability zones for HA, cross-region disaster recovery,

and managed database and key services (KMS) for encryption at rest. For clients who require a different provider by internal policy, the architecture is portable and Azure is available as a regional alternative.

**SECURITY CONTROLS**

Isolated per-client environment · Corporate authentication (SSO), no passwords in the application · Role-based access (RBAC: Administrator, Editor, Viewer) · Installation keys with expiry, revocable at any time · Encryption in transit and at rest with a full audit trail · Edge-first architecture: raw data can stay on the plant.

**DATA RESIDENCY AND SOVEREIGNTY**

The platform is deployed in the cloud region your jurisdiction requires. South-American operations can keep data in a Brazilian region (LGPD); European customers can choose a GDPR-aligned region; and North-American operations can use local regions. The region is your choice — data sovereignty stays with the customer.

## 7 · Ribeirão Preto — the origin of the partnership and the heart of agribusiness

The partnership between Tecnologia Santos and TechBR Solutions was born in Ribeirão Preto (SP), recognised as Brazil's National Capital of Agribusiness. That is no accident: the region concentrates sugar-energy mills, coffee and citrus farming, livestock, and the highest density of agro-industrial fairs in the country. Being here means standing next to the customers, the automation vendors and the major gatherings where the sector sets its trends. Through the year, the region hosts — or anchors — the sector's leading events:

| Event                                                 | Focus                                                              | Why it matters                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Agrishow (Ribeirão Preto, April/May)                  | The largest agricultural-technology fair in Latin America.         | The stage for launches in machinery, automation and precision agriculture; a meeting point for deals and institutional agenda-setting. |
| Fenasucro & Agrocana (Sertãozinho, August)            | The world's largest fair for the sugar-energy and bioenergy chain. | Brings together 100% of the country's mills plus suppliers of boilers, turbines and cogeneration — Neural Plant AI's natural audience. |
| Dairy & beef cattle gatherings (Ribeirão Preto, H2)   | Technical symposia and breeder meetings (dairy, beef, pastures).   | Bring the platform closer to protein and dairy agribusiness, focused on efficiency and monitoring.                                     |
| Coffee & citrus technical rounds (region, year-round) | Technical meetings of the coffee and citrus chains.                | Extend the reach of the monitoring agents to packing houses and processing.                                                            |

Being based in this ecosystem gives the partnership direct access to mills, suppliers and the calendar that moves Brazilian agribusiness — shortening the path from a demonstration to a real deployment.

## 8 · What you get

Beyond monitoring, the platform delivers features that cut manual work and raise trust in the alerts:

| Feature                      | Value delivered                                                                                             |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Automatic shift reports      | End the manual shift handover: the AI summarises occurrences, critical tags and recommendations each shift. |
| Document intelligence (SOPs) | Upload manuals and procedures; the AI uses the company's own rules to generate diagnostics.                 |

|                                   |                                                                                             |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Multivariate consolidation</b> | Groups synchronised anomalies to identify the root cause of complex events.                 |
| <b>Quality &amp; calibration</b>  | Tune the sensitivity of every alert and label accuracy — full control over false positives. |
| <b>Financial dashboard</b>        | Consolidates losses and opportunities in monetary terms, making the ROI case easy.          |

## 9 · Download, read and talk to the technical team

This material is an invitation. Read the guide, assess how Neural Plant AI fits your operation, and talk directly to the people who build the solution. We would be glad to prepare a demonstration using data from your own context.

### Ronaldo Santos

Infrastructure Engineer — Tecnologia Santos

[tecnologiasantos.com](mailto:tecnologiasantos.com)

+55 11 9 5456-1103 · Brazil – SP

### Victor Sued

Development Leader — TechBR Solutions

[techbrsolutions.com.br](mailto:techbrsolutions.com.br)

+55 16 9 7406-8484 · Brazil – SP



## Español

Del dato a la decisión — Monitoreo industrial con Inteligencia Artificial

Una alianza de ingeniería nacida en la Capital Nacional del Agronegocio de Brasil — Ribeirão Preto (SP) — que une a Tecnologia Santos y TechBR Solutions para llevar la Inteligencia Artificial a la planta.



Ronaldo Santos (Tecnologia Santos) y Victor Sued (TechBR Solutions) — los socios detrás de Neural Plant AI, en Ribeirão Preto.

### 1 · El dato, por sí solo, no es información

Casi toda planta industrial recopila datos hoy. Sensores, PLCs y sistemas SCADA generan millones de lecturas por día. Y, aun así, la mayor parte de ese volumen nunca se convierte en una decisión. La investigación de mercado es consistente: Forrester estima que entre el 60% y el 73% de todos los datos de una empresa nunca se usan para análisis. En entornos industriales el desperdicio es todavía mayor — McKinsey documentó una plataforma petrolera con 30.000 sensores que analizaba apenas el 1% de lo que generaba, y estimaciones del sector señalan que hasta el 90% de los datos de IoT industrial nunca llega a examinarse.

El problema, entonces, no es falta de datos. Es la distancia entre la señal cruda y la decisión de negocio. **Neural Plant AI** existe para cerrar esa distancia — convirtiendo las lecturas de la planta en diagnósticos, predicciones e impacto financiero claros, 24 horas al día, 7 días a la semana.

## 2 · Qué es Neural Plant AI

Neural Plant AI es una plataforma de monitoreo industrial que conecta la planta directamente con la Inteligencia Artificial. Recopila datos en tiempo real de los PLCs mediante el protocolo OPC UA y utiliza agentes autónomos para analizar, diagnosticar y predecir fallas en los equipos de forma continua. En lugar de más gráficos para que el operador interprete, la plataforma entrega conclusiones.

### ENFOQUE PRINCIPAL

Reducir paradas no programadas, anticipar anomalías y calcular el impacto financiero estimado de cada evento — traduciendo datos crudos en decisiones operativas y de negocio.

## 3 · Cómo funciona — paso a paso

La implementación sigue un flujo claro, desde la señal física hasta la decisión. Cada etapa es modular y puede validarse de forma independiente:

- 01 Conectar.** Un colector Edge lee PLCs, sensores y SCADA a través del estándar abierto OPC UA — sin alterar la lógica de control de la planta.
- 02 Ingerir y almacenar.** Las señales se normalizan y se guardan en una base de serie temporal (historiador), lista para consultar.
- 03 IA sin entrenamiento (Zero-Training).** Un modelo base (motor Chronos) predice el comportamiento esperado de cada variable y señala desviaciones al instante — sin meses de entrenamiento previo.
- 04 Agentes autónomos.** Agentes especializados monitorean áreas vitales cada 5 a 30 minutos (turbogenerador, caldera, cogeneración, extracción, fermentación y más).
- 05 Correlación multivariable.** La IA agrupa anomalías sincronizadas entre tags para revelar la verdadera causa raíz de un evento complejo, no solo el síntoma aislado.
- 06 Lenguaje natural (Synapse Chat).** El operador o gerente pregunta — "¿hay alguna anomalía en el compresor hoy?" — y recibe una respuesta con gráficos e informes.
- 07 Visualizar.** La señal del PLC y la predicción de la IA conviven en el mismo panel de Grafana, con anomalías e impacto financiero destacados.
- 08 Actuar.** Informes automáticos de turno, panel financiero de pérdidas evitadas y diagnósticos guiados por los procedimientos (SOPs) de la propia empresa.



Figura 1 · Arquitectura de referencia: de la planta a la decisión, con seguridad y residencia de datos en la base.

## 4 · Un solo panel: PLC y Neural Plant AI juntos en Grafana

Un diferencial práctico es que el dato crudo y la inteligencia conviven en el mismo lugar. En el panel de Grafana, el tag real del PLC se superpone a la banda de comportamiento esperado calculada por la IA. Cuando la lectura real sale de la banda, la anomalía se marca en el propio gráfico — el operador ve la señal, la expectativa y la alerta a la vez, sin cambiar de pantalla.



Figura 2 · Panel unificado (ilustrativo): el tag del PLC en vivo y la banda esperada por la IA, con la anomalía señalada.

- **Contexto inmediato:** valor medido, valor esperado y límite de tolerancia en una sola vista.
- **Paneles de estado** consolidan disponibilidad, anomalías del día y pérdida estimada evitada.
- **De la señal a la acción:** cada anomalía lleva su recomendación operativa y su impacto financiero.

## 5 · Hecho para el agronegocio y la industria de proceso

Aunque se adapta a cualquier planta automatizada vía OPC UA, Neural Plant AI nació con agentes nativos para el sector azucarero-energético — el azúcar y el etanol son hoy el foco principal en América del Sur. La misma base atiende toda la cadena agroindustrial:

• Azúcar y Etanol

• Frutas

• Café

• Flores

• Maíz

• Proceso continuo

### APLICABLE A CUALQUIER PLANTA AUTOMATIZADA

Si su operación expone datos por OPC UA — de un ingenio a una packing house — Neural Plant AI se conecta y empieza a generar diagnósticos, sin importar el cultivo o el producto.

## 6 · Arquitectura, seguridad y resiliencia de los datos

La confianza es requisito para llevar la IA a la planta. La arquitectura fue diseñada para el aislamiento, el control de acceso, la resiliencia y el cumplimiento regional desde el primer día. Tres pilares sostienen la plataforma: resiliencia de datos, aislamiento en la base y una nube de producción robusta.

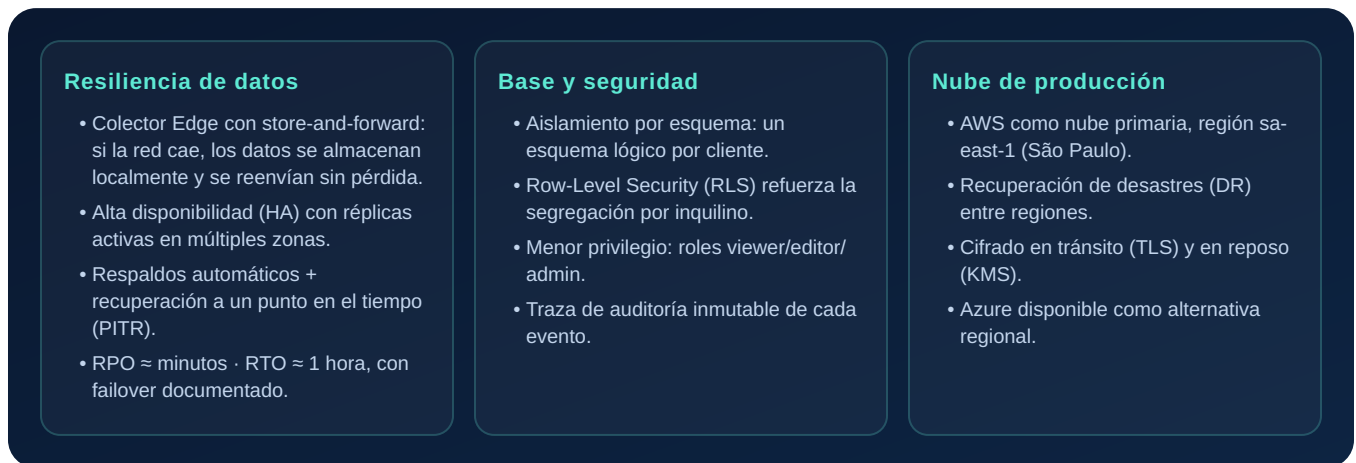


Figura 3 · Las capas de resiliencia, aislamiento de base y nube de producción que sostienen Neural Plant AI.

### Resiliencia y despliegue de datos

El dato nunca depende de un único punto. En el borde, el colector opera en modo store-and-forward: las pérdidas de conectividad no generan huecos, pues las lecturas se almacenan localmente y se reenvían apenas el enlace regresa. En el núcleo, el historiador corre en alta disponibilidad con réplicas en múltiples zonas de disponibilidad, respaldos automáticos y recuperación a un punto en el tiempo (PITR). Los objetivos de recuperación son conservadores — RPO del orden de minutos y RTO cercano a una hora — con un procedimiento de failover documentado y probado.

### Esquema de base de datos por razones de seguridad

El aislamiento empieza en la base de datos. Cada cliente recibe un esquema lógico dedicado, sin cruce de datos entre operaciones. Sobre ese aislamiento aplicamos Row-Level Security (RLS) y el principio del menor privilegio, de modo que cada rol — visualizador, editor, administrador — solo ve y modifica lo que le corresponde. El fragmento siguiente ilustra el patrón (PostgreSQL):

```
-- Un esquema lógico dedicado por cliente (sin cruce de datos)
CREATE SCHEMA client_0427 AUTHORIZATION np_app;

-- Serie temporal de lecturas del PLC
CREATE TABLE client_0427.readings (
  tag_id  BIGINT      NOT NULL,
  ts      TIMESTAMPTZ NOT NULL,
  value   DOUBLE PRECISION,
  quality SMALLINT,
  PRIMARY KEY (tag_id, ts)
);

-- RLS: aislamiento por inquilino en la propia fila
ALTER TABLE client_0427.readings ENABLE ROW LEVEL SECURITY;
CREATE POLICY tenant_isolation ON client_0427.readings
  USING (current_setting('app.tenant') = '0427');

-- Menor privilegio: roles con permisos mínimos
GRANT SELECT ON client_0427.readings TO role_viewer;
GRANT SELECT, INSERT ON client_0427.readings TO role_editor;
-- Todo cambio DDL/DML queda registrado en la traza de auditoría
```

Uso del entorno de nube más importante

La producción corre sobre AWS — la nube líder para cargas industriales críticas — con región primaria sa-east-1 (São Paulo) para operaciones sudamericanas, cumpliendo la LGPD. Empleamos múltiples zonas de disponibilidad para HA, recuperación de desastres entre regiones, y servicios gestionados de base y claves (KMS) para el cifrado en reposo. Para clientes que exigen otro proveedor por política interna, la arquitectura es portable y Azure está disponible como alternativa regional.

CONTROLES DE SEGURIDAD

Entorno aislado por cliente · Autenticación corporativa (SSO), sin contraseñas en la aplicación · Acceso por rol (RBAC: Administrador, Editor, Visualizador) · Claves de instalación con vencimiento y revocables · Cifrado en tránsito y en reposo con traza de auditoría · Arquitectura Edge-first: el dato crudo puede quedarse en la planta.

RESIDENCIA Y SOBERANÍA DE DATOS

La plataforma se despliega en la región de nube que su jurisdicción exija. Las operaciones en América del Sur pueden mantener los datos en una región brasileña (LGPD); los clientes en Europa pueden elegir una región alineada al GDPR; y las operaciones en América del Norte pueden usar regiones locales. La elección de la región es suya — la soberanía del dato permanece con el cliente.

7 · Ribeirão Preto — el origen de la alianza y el corazón del agro

La alianza entre Tecnologia Santos y TechBR Solutions nació en Ribeirão Preto (SP), reconocida como la Capital Nacional del Agronegocio de Brasil. No es casualidad: la región concentra ingenios azucareros-energéticos, cafeicultura, citricultura, ganadería y la mayor densidad de ferias agroindustriales del país. Estar aquí significa estar junto a los clientes, a los proveedores de automatización y a los grandes encuentros donde el sector define sus tendencias. A lo largo del año, la región alberga — o ancla — los principales eventos del agro:

| Evento                                                                    | Foco                                                                           | Por qué importa                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Agrishow (Ribeirão Preto, abril/ mayo)                                    | La mayor feria de tecnología agrícola de América Latina.                       | El escenario de los lanzamientos de maquinaria, automatización y agricultura de precisión; punto de encuentro para negocios y articulación institucional. |
| Fenasuco & Agrocana (Sertãozinho, agosto)                                 | La mayor feria del mundo de la cadena azucarera-energética y de la bioenergía. | Reúne al 100% de los ingenios del país y a proveedores de calderas, turbinas y cogeneración — el público natural de Neural Plant AI.                      |
| Encuentros de ganadería lechera y de carne (Ribeirão Preto, 2.º semestre) | Simposios técnicos y encuentros de criadores (leche, carne y pasturas).        | Acercan la plataforma a la agroindustria de proteína y láctea, con foco en eficiencia y monitoreo.                                                        |
| Rondas de cafeicultura y citricultura (región, todo el año)               | Encuentros técnicos de las cadenas de café y cítricos.                         | Amplían el alcance de los agentes de monitoreo a packing houses y beneficio.                                                                              |

Estar radicados en este ecosistema le da a la alianza acceso directo a ingenios, proveedores y al calendario que mueve el agro brasileño — acortando el camino entre una demostración y un despliegue real.

8 · Qué recibe

Más allá del monitoreo, la plataforma entrega recursos que reducen el trabajo manual y aumentan la confianza en las alertas:

| Recurso | Valor entregado |
|---------|-----------------|
|---------|-----------------|

|                                          |                                                                                                          |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Informes de turno automáticos</b>     | Fin del relevo manual: la IA resume ocurrencias, tags críticos y recomendaciones en cada turno.          |
| <b>Inteligencia de documentos (SOPs)</b> | Suba manuales y procedimientos; la IA usa las reglas de la propia empresa para generar los diagnósticos. |
| <b>Consolidación multivariable</b>       | Agrupar anomalías sincronizadas para identificar la causa raíz de eventos complejos.                     |
| <b>Calidad y calibración</b>             | Ajuste la sensibilidad de cada alerta y etiquete la asertividad — control total sobre falsos positivos.  |
| <b>Panel financiero</b>                  | Consolida pérdidas y oportunidades en términos monetarios, facilitando la justificación del ROI.         |

## 9 · Descargue, lea y hable con el equipo técnico

Este material es una invitación. Lea la guía, evalúe cómo Neural Plant AI encaja en su operación y hable directamente con quienes construyen la solución. Con gusto prepararemos una demostración con datos de su propio contexto.

**Ronaldo Santos**  
**Ingeniero de Infraestructura — Tecnologia Santos**  
tecnologiasantos.com  
+55 11 9 5456-1103 · Brazil – SP

**Victor Sued**  
**Líder de Desarrollo — TechBR Solutions**  
techbrsolutions.com.br  
+55 16 9 7406-8484 · Brazil – SP