Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

AESABESP 40 Anos
Associação dos Engenheiros da Sabesp

37ETC-07228

Digitalização da operação de estações de tratamento de efluentes: desenvolvimento de sistema web mobile-first para conformidade com a Resolução CONAMA nº 430/2011

Vitor Gabriel Alves Silva
Solentis.App

POR QUE ISSO IMPORTA

Cada leitura de uma ETE é uma evidência ambiental.

O CICLO DE TODA LEITURA

1. **Medir**
   no ponto, no horário certo
2. **Registrar**
   com o limite ao lado
3. **Comprovar**
   meses depois, sem dúvida

PADRÕES DE LANÇAMENTO · CONAMA 430/2011, ART. 16

Parâmetro	Condição
pH	entre 5 e 9
Temperatura	inferior a 40 °C
DBO 5 dias, 20 °C	remoção mínima de 60%
Nitrogênio amoniacal total	até 20 mg/L N
Materiais sedimentáveis	até 1 mL/L (Imhoff, 1 h)

Padrões gerais. O limite que vale para cada estação vem da sua licença de operação.

A REALIDADE DA OPERAÇÃO

Na prática, o registro ainda vive no caderno e em planilhas soltas.

Histórico espalhado

Caderno, planilha, mensagem no celular, laudo em PDF.

Desvio percebido tarde

O valor é anotado sem o limite ao lado; a não conformidade aparece depois.

Turno passado de boca

O que ficou pendente depende de quem lembra de contar.

O passado muda junto

Na planilha, mudar o limite hoje reescreve a conformidade de ontem.

> “Eu trabalho na operação, no laboratório e na manutenção de uma ETE industrial. Esses problemas não são hipóteses: são a minha rotina.

Por isso o sistema começou pelo campo, não pelo escritório.

OBJETIVOS DO TRABALHO

Rastreabilidade do campo à gestão.

OBJETIVO GERAL

Desenvolver um sistema web mobile-first para gestão integrada da operação de ETEs, com foco em conformidade à Resolução CONAMA nº 430/2011 e rastreabilidade operacional plena.

Registrar no campo

1. Leitura com detecção imediata de não conformidade
7. Interface mobile-first para uso em campo

Preservar a evidência

2. Análises com o limite da coleta preservado
6. Auditoria com estado anterior e posterior

Dar continuidade

3. Preventiva que agenda a próxima
4. Passagem de plantão estruturada
5. Estoque químico com alerta de mínimo

CONFORMIDADE COMO MOTOR DO PROJETO

O limite que vale é o do dia da coleta.

Exemplo ilustrativo: análise de pH **8,8** em março, com limite máximo **9,0**. Em junho, a licença fica mais restritiva e o limite passa a **8,5**.

PLANILHA COM FÓRMULA

Março: 8,8 · **conforme**

⬇

Junho: **não conforme**

A fórmula usa o limite novo e **reescreve o passado**. O histórico deixa de ser prova.

SOLENTIS

Março: 8,8 · **limite 9,0 gravado**

⬇

Junho: **conforme**

Cada análise guarda o limite vigente na coleta. **O passado não muda.**

No registro: alerta "Fora do limite CONAMA" antes de enviar

Em toda alteração: quem, quando, antes e depois

METODOLOGIA

Da resolução ao código, em cinco etapas.

1 — Requisitos
Parâmetros e limites a partir do art. 16; limites configuráveis por estação

2 — Modelagem de dados
Entidades reais da ETE em 5 domínios, com limites imutáveis na análise

3 — Perfis e autorização
Operador, técnico e gestor; permissão checada na rota e no servidor

4 — Desenvolvimento iterativo
12 fases com critério de aceite, mais tarefas e estoque vindos da operação

5 — Testes
Unitários, de integração e tipagem estrita

PROTÓTIPO NO TRABALHO

13 módulos

21 tabelas

100+ telas

76 testes aprovados

Next.js · TypeScript · Prisma · NextAuth · Zod

A PLATAFORMA HOJE

As áreas da operação sobre uma base só, cada perfil vê o que precisa.

Leituras
Por ponto e turno, com a faixa esperada visível

Análises
Limite gravado na coleta e aprovação do resultado

Produtos químicos
Entradas, saídas, contagem e estoque mínimo

Ocorrências
Severidade, prazo, foto e resolução com ação descrita

Manutenção
Preventiva e corretiva por equipamento

Turnos
Escala, tarefas do turno e passagem de plantão

Laudos ▲
Laudos externos centralizados e pesquisáveis

Importação ▲
Resultados de laudos extraídos com IA e revisados

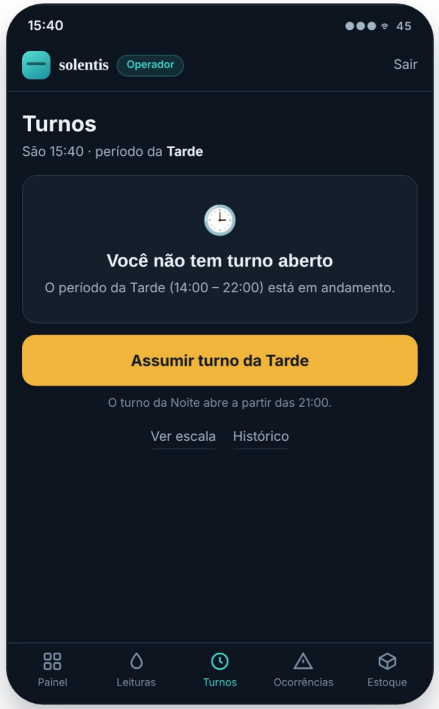
PERFIS	Operador	Técnico	Gestor	Manutenção ▲
	leituras, turno, ocorrências	análises e aprovação	configura e acompanha	equipamentos e OS

▲ **incluído após a submissão do trabalho.** Além das áreas acima, o trabalho conta painéis, configurações, usuários, auditoria e autenticação (13 módulos).

COMO FUNCIONA NA ROTINA

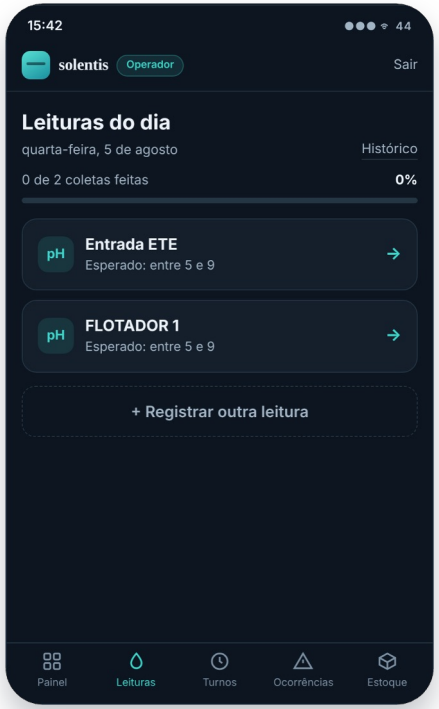
Um turno inteiro, pelo celular.

1 · Assumir o turno



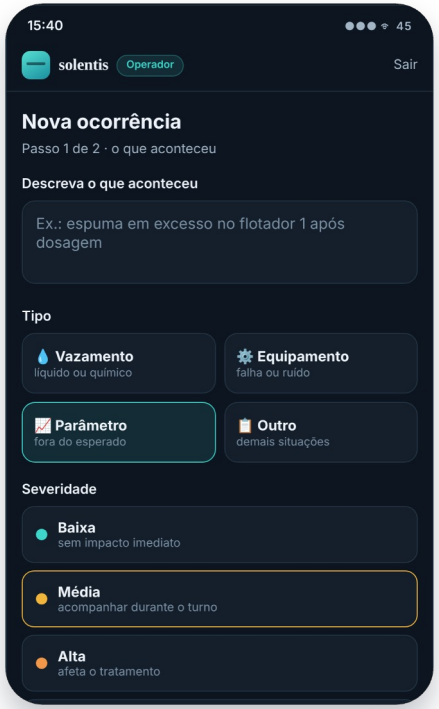
O app sabe o período e quem está escalado

2 · Registrar leituras



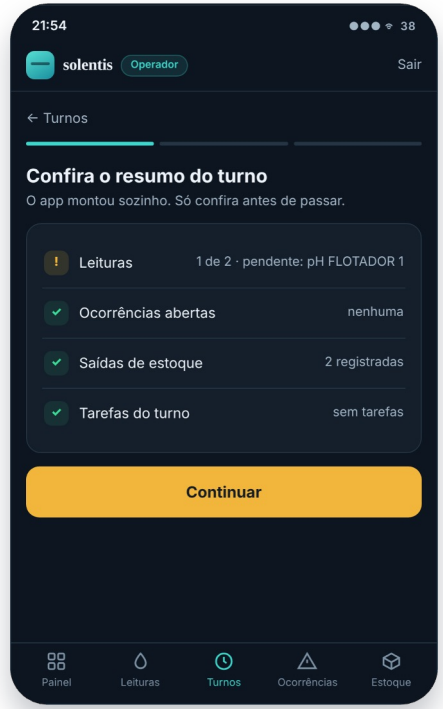
Coletas do dia com a faixa esperada de cada ponto

3 · Registrar ocorrência



Tipo e severidade definem o prazo de resposta

4 · Passar o turno



Resumo montado pelo app: o que está pendente

Telas da visão do operador (protótipo aprovado e implementado no app). Dados ilustrativos.

CASO PRÁTICO

Dados ilustrativos

pH abaixo da faixa no Flotador 1.

A SITUAÇÃO

Turno da tarde. A leitura de pH no Flotador 1 dá 4,6. A faixa da CONAMA 430 é de 5 a 9.

O QUE O OPERADOR FAZ

Ao digitar, o campo fica vermelho: "Fora do limite CONAMA". Ele confere e abre uma ocorrência do tipo Parâmetro, com foto.

O QUE FICA REGISTRADO

Valor, ponto, horário, autor e o limite vigente; a ocorrência entra com prazo pela severidade.

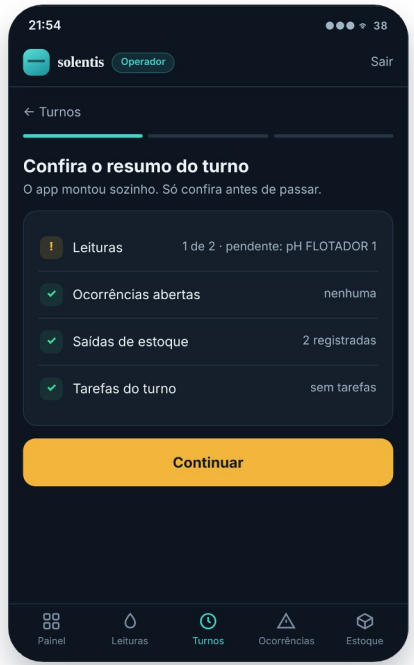
NA TROCA DE TURNO

O resumo da passagem mostra a ocorrência aberta. O turno da noite já chega sabendo.

DEPOIS, NA GESTÃO

O gestor vê a não conformidade no painel. A ocorrência só fecha com a ação descrita, o responsável e a data.





DO TRABALHO AO CAMPO

O que era trabalho futuro, hoje roda em uma ETE real.

O problema de antes	Como a Solentis resolve hoje
Histórico no caderno e em planilhas soltas	Uma base só, consultável por ponto e parâmetro
Desvio percebido dias depois	Alerta "Fora do limite CONAMA" ao digitar
Turno passado de boca	Passagem com resumo montado pelo app
Limite novo reescrevia o passado	Limite da coleta gravado em cada análise
Laudo em PDF digitado à mão	Extração com IA, revisada antes de salvar
Preventiva e estoque esquecidos	Próxima preventiva agendada e aviso no celular

EM CAMPO Piloto em ETE industrial · 5 perfis · PostgreSQL · app instalável · 43 modelos · 600+ testes

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

PRÓXIMOS PASSOS

O próximo passo é provar com números.

AGORA **3 meses de validação no piloto**

Com todos os perfis, medindo três indicadores:

- **Leituras feitas no prazo**
- **Tempo até perceber um desvio**
- **Ocorrências fechadas no prazo**

DEPOIS

Novas estações e relatórios no formato dos órgãos estaduais

MAIS ADIANTE

Sondas de pH, OD e ORP em linha no mesmo histórico

Sua estação pode ser a próxima.

Procuramos ETAs/ETEs parceiras, industriais ou sanitárias, para a validação. Fale comigo após a sessão.

solentis.app

solentis

Do turno à decisão, sem perder nada no caminho.

Feito por quem vive a operação, para quem cuida da água.

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

AESABESP 40 Anos
Associação dos Engenheiros da Sabesp

SITE

solentis.app

CONTATOS

Vitor Gabriel Alves Silva
whatsApp (49) 98813-6556

Diego Molinet
WhatsApp (49) 8814-5252

Obrigado! Perguntas são bem-vindas.