

GABARITO

Projeto generativo **VERIFICADO** — do lote à operação

o projeto completo do edifício — arquitetura, estrutura, elétrica, hidráulica, incêndio e climatização — gerado por computador e CONFERIDO norma por norma, peça por peça: pronto para orçar, detalhar, construir e operar. Parte 1: para qualquer leitor. Parte 2: anexo técnico.

a plataforma se **REPROVA** sozinha: nenhum número sem procedência, nenhuma peça sem verificação, nenhum LOD sem medição

SOLVER Rust, 12 GDL/elem	VALIDAÇÃO FEM OpenSees + PyNite	BASE SINAPI 6,27 mi linhas	NORMAS COMO DADO 264 cadastrados · 21 conferidos	PROVA CEGA modelo TQS real
-----------------------------	------------------------------------	-------------------------------	---	-------------------------------

Três portas de entrada — uma entrega verificada

o projeto do cliente quase sempre já existe; o nosso trabalho começa aí

01 TRAGA SEUS MODELOS

A arquitetura está no Revit, a estrutura no TQS, as instalações em outro arquivo — e eles não conversam. Entram como estão e saem como UM modelo federado, com as interferências entre disciplinas medidas e o laudo por elemento contra a norma.

02 MUDOU O PROJETO?

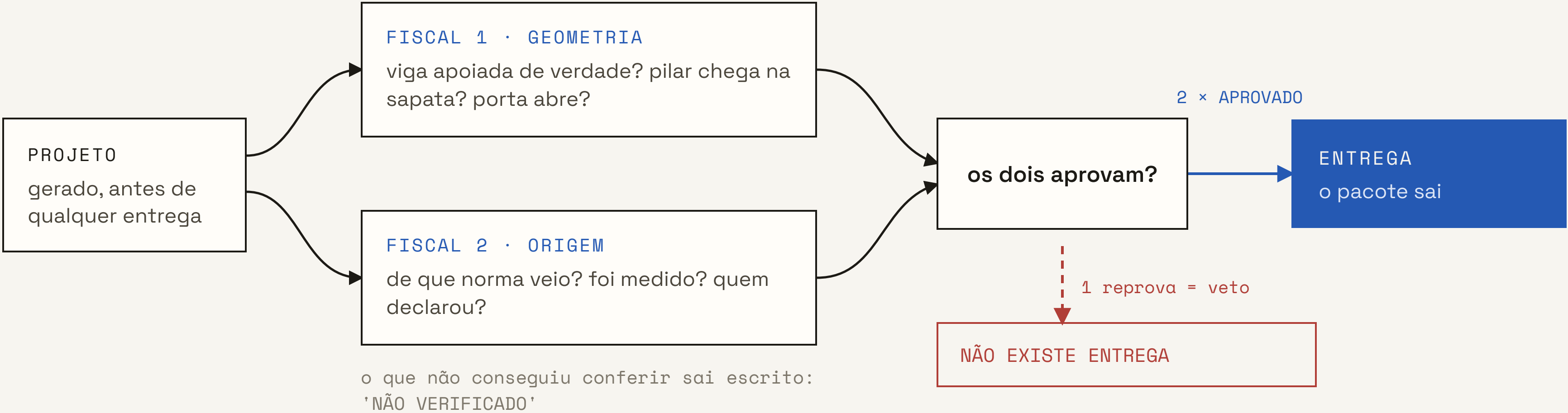
Mexeu na arquitetura no meio da obra: o que isso obriga a mudar na estrutura, na elétrica, na hidráulica e no orçamento aparece ANTES de virar retrabalho no canteiro. A cascata refaz o cálculo estrutural inteiro a cada alteração de peça, e a propagação entre disciplinas passou a rodar: numa prova em arquivo real de cliente, mover uma laje no modelo do TQS editou 41 peças no arquivo de hidráulica do AltoQi, cada arquivo na sua própria revisão e os originais intactos.

03 NÃO EXISTE PROJETO AINDA?

Aí sim geramos do zero por tipologia — galpão, creche, escola, hospital, residencial, hotel. É UMA das portas de entrada, não a história: para quem já projeta, o valor está em verificar, orçar, planejar e entregar o que já existe.

A regra da casa: ele se reprova sozinho

quem corrige a prova não é quem fez a prova — dois fiscais independentes olham tudo antes de qualquer entrega



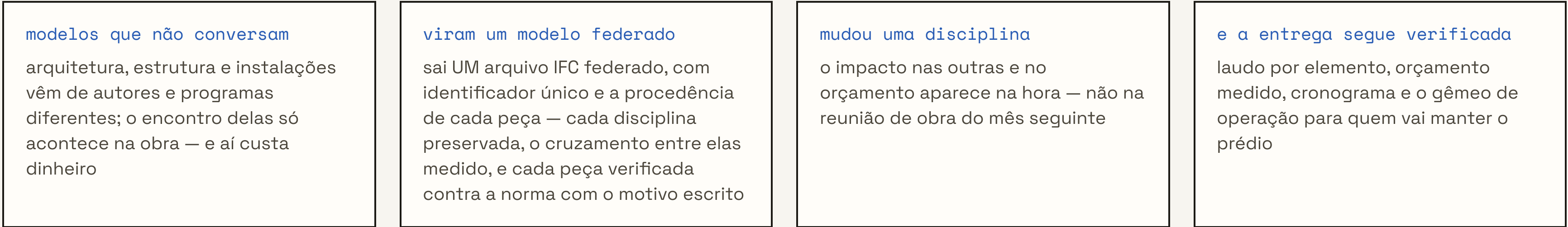
Se qualquer um dos dois reprova, não existe entrega. **Não é relatório para ler depois — é veto.**

E o que ele não conseguiu conferir, ele CONFESSA: sai escrito 'NÃO VERIFICADO' no laudo. **Falta de informação nunca vira aprovação.**

Por que isso importa: projeto aprovado por preguiça do verificador vira problema na obra. Aqui a aprovação é conquistada — ou o pacote não sai.

Modelos que não conversam — nós fazemos conversar

e quando algo muda no meio do projeto, o impacto aparece antes de virar retrabalho



Onboarding com a construtora: lemos os modelos que a empresa já produz — como ela nomeia, monta e detalha — e ajustamos o motor ao jeito dela. O padrão da casa passa a ser o padrão da geração.

Medido no galpão de referência: quatro modelos de autores diferentes federados em 32 segundos — 11.078 peças, alinhamento de coordenadas conferido (o erro clássico da federação) e 2.069 interferências entre fontes classificadas por severidade.

E a mudança, medida: mover UMA parede de escritório 1,5 m acusou **172 elementos afetados** — 114 na estrutura, 45 na elétrica, 13 na hidráulica: tomadas que ficaram dentro da parede e pilares no vão da janela, nomeados um a um. Antes de virar retrabalho no canteiro.

O que você recebe

um pacote completo — cada item abre em programa comum de mercado



Maquete 3D (BIM)

o edifício inteiro, separado por disciplina
— abre em qualquer visualizador



Plantas prontas

DXF em todos os pacotes, e DWG no
galpão de referência — o engenheiro abre
no AutoCAD e edita



Conta de materiais

concreto, aço e serviços MEDIDOS na
maquete, com preço da tabela oficial
SINAPI



Memória de cálculo assinada

assinatura digital: dá para provar que
ninguém mexeu depois



Lista de ferros

cada barra com dobra, medida e marca —
pronta para a bancada de corte



Laudo de conferência

o que passou, o que é alerta e o que ficou
sem verificar — por escrito

Como sabemos que está certo

três provas, em palavras simples

1

Comparamos com quem não nos conhece.

O motor de cálculo foi batido contra dois programas de referência que não são nossos — o OpenSees, da Universidade da Califórnia em Berkeley, e o PyNite, projeto aberto de licença MIT — e as respostas coincidem até a décima casa decimal.

2

Demos a ele um projeto REAL de mercado, sem avisar.

Um modelo de agência bancária feito no software mais usado do Brasil entrou como estava. Em 30 segundos ele conferiu 722 peças, apontou os problemas reais — e listou por escrito o que não conseguiu verificar.

3

Todo número mostra a fonte.

Norma e parágrafo, medição na maquete ou declaração de quem assina — quem recebe o pacote consegue conferir sem perguntar nada a ninguém.

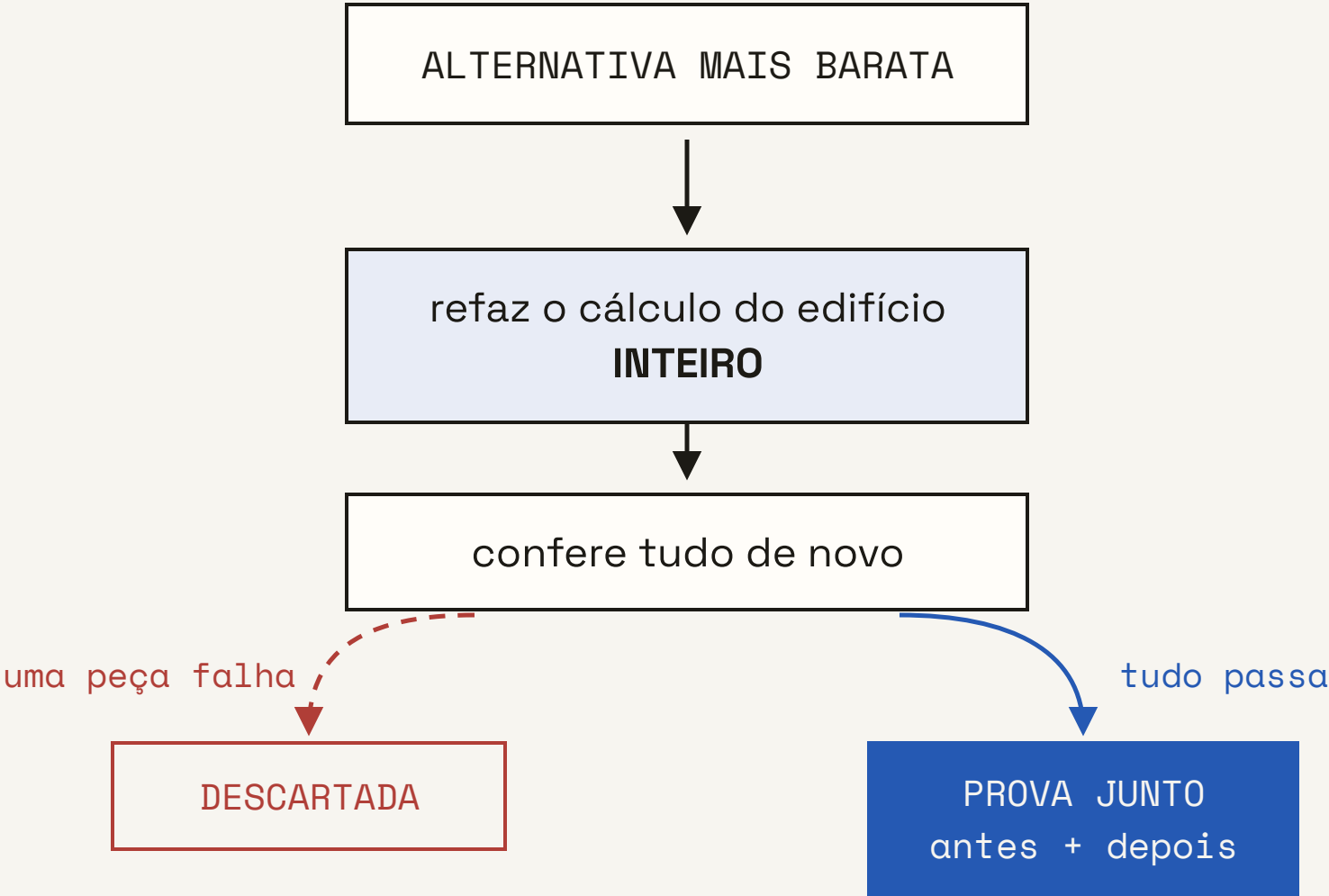
E ele ainda procura economia — sem sair da norma

o único desconto que ele aceita é o que continua passando em tudo

Ele testa alternativas mais baratas da estrutura (um concreto mais em conta, uma viga mais baixa) — e para CADA alternativa refaz o cálculo do edifício INTEIRO e confere tudo de novo. Se uma única peça deixa de passar, a sugestão é descartada. O que sobra vem com a prova junto: o antes e o depois de cada verificação.

Os preços vêm da tabela oficial de obras públicas (SINAPI): milhões de preços, atualizados mês a mês, aplicados sobre quantidades MEDIDAS na maquete — não sobre estimativa de planilha.

O que a tabela não cobre, ele não inventa: vira uma lista de cotação pronta para mandar ao fornecedor.



Gêmeo de operação — o prédio inteiro, sem papel

entregue no pacote: cada peça com registro, ambiente, plano de manutenção e QR

Entregue hoje, no pacote:

registro de ativos de todo elemento operável — luminária, tomada, quadro, detector, sprinkler, hidrante, bomba, reservatório, louça, porta, janela e cada peça estrutural — com chave permanente, TAG legível, sistema, pavimento e AMBIENTE (o ativo sabe em que sala está), plano de manutenção de referência por família (NBR 5674 + a norma de cada sistema) e etiqueta QR por peça, decodificada uma a uma e conferida contra a ficha que ela abre: 5.745 etiquetas nos quatro pacotes, nenhuma ilegível e nenhuma apontando para a peça errada. Galpão de referência: 1.671 ativos, 99,5% localizados no ambiente pela geometria.

Quem vai consertar abre o modelo, não a pasta:

visualizador federado com clique-no-ativo e busca; o QR colado na peça abre a ficha com o elemento destacado em 3D. COBie no formato que o software de gestão predial do cliente lê — os 1.671 ativos do galpão de referência, com autoria e data em toda linha. O que falta é declarado: 5,2% das linhas ficam sem ambiente porque a peça está fora de qualquer espaço do modelo (sapata na fundação, equipamento de pátio), e cada uma sai nomeada com a coordenada.

O que fica honesto:

fabricante, série, garantia e data de instalação saem VAZIOS por declaração — a obra e o fornecedor preenchem no as-built; o registro nunca inventa. Sensores e leitura em tempo real não existem: os detectores são de projeto.

SENTINEL — a obra vigiada contra o modelo

foto do canteiro entra, progresso e desvio saem — comparados ao que foi planejado

Base construída (em análise, sem uso em obra real ainda):

foto de canteiro ou drone → a IA identifica elementos e percentual de conclusão e os mapeia ao modelo; compara com o cronograma gerado (13 fases, caminho crítico) e mostra a curva planejado × real; aponta desvios de qualidade, segurança e atraso.

A próxima frente:

câmera fixa no canteiro — presença e EPI/uniforme — e o progresso de fundação e parede amarrado peça a peça ao modelo, com linha do tempo.

Regra da casa vale aqui também:

nenhum número de precisão até medir com obra real. Sinal, não prova.

Veja com os seus olhos

um galpão industrial de 7.572 m² está publicado, inteiro, agora

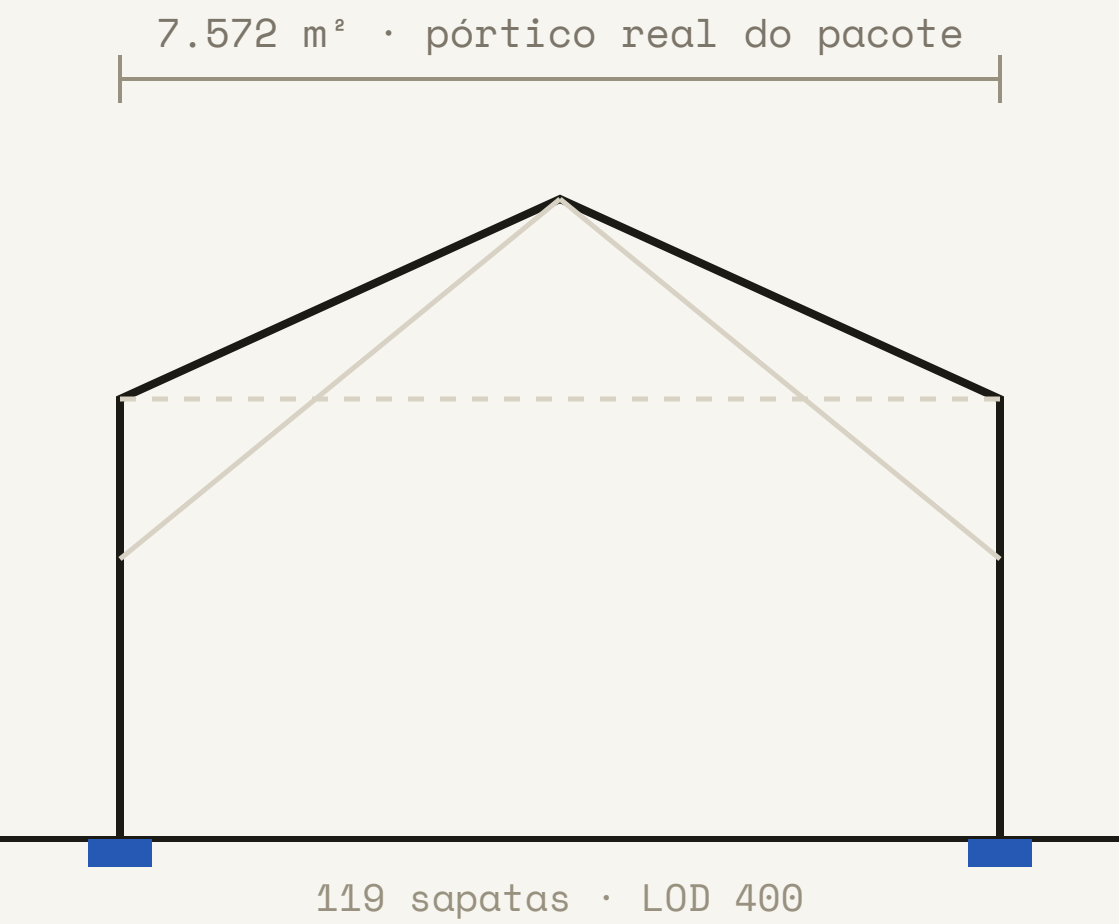
319 peças de estrutura conferidas: **nenhuma reprovada.**

119 sapatas saíram com a **ferragem pronta para a bancada.**

100% maquete, plantas, cálculo e laudos: **tudo aberto para baixar.**

Não acredite na apresentação — abra os arquivos:

gabarito.io/projeto-galpao



PARTE 2

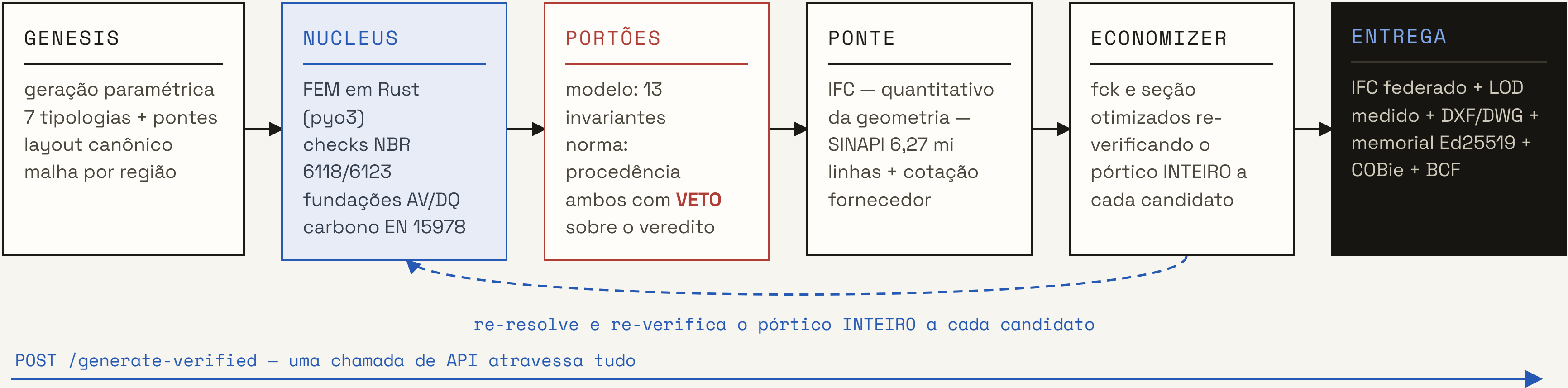
os motores por dentro

para engenheiros: o solver, os algoritmos de cada verificação, as validações independentes e as bases de dados — com evidência de código em cada afirmação.

- 01 Núcleo FEM em Rust e sua validação (OpenSees, PyNite, fe-engine)
- 02 Algoritmo de cada check NBR 6118/6123 e os deltas medidos
- 03 Fundações em dois passos · prova cega no modelo TQS real
- 04 Pontes TB-450 com perdas de protensão completas
- 05 Motor SINAPI · Economizer · Carbono EN 15978
- 06 A norma como dado · o regulador — a lei da cidade como verificação
- 07 MAESTRO · sustentabilidade e conforto · obra pública e loteamento · openBIM e Eurocode

A arquitetura — módulos reais, nomeados

cada caixa existe no repositório e é auditável; nada aqui é diagrama de intenção



Uma chamada de API atravessa tudo: POST /generate-verified gera, resolve o pórtico no núcleo, verifica por elemento, passa nos dois portões e devolve o pacote — 16 endpoints no total, mais 5 ferramentas MCP para agentes de IA.

O caminho inverso é a mesma engine: POST /verify-upload recebe o IFC de QUALQUER projetista (até 100 MB) e devolve veredito por elemento, memorial e BCF para o software de coordenação.

0 núcleo FEM — Rust, não wrapper

crate próprio gabarito_rust (pyo3 + faer): ~19.600 linhas, 226 testes internos

12 GDL elemento beam-column 3D (6 GDL/nó) — rigidez direta Euler-Bernoulli; Timoshenko opcional (kappa)	escala de pórtico de agência a edifício alto — solver denso ou esparso escolhido automaticamente	P-Delta rigidez geométrica iterativa (conv. 0,1%); torção Saint-Venant + Vlasov; rótulas por condensação estática	1,3 s pórtico do galpão: 478 nós, 559 elementos, 2.868 GDL — 6 combinações NBR 8681 em uma passada
---	--	---	--

Combinações NBR 8681 completas: 1,4D · 1,4D+1,4L · 1,4D+1,4W+0,7L · 1,4D+1,4L+0,84W · sísmica excepcional · serviço — a governante é selecionada por deslocamento máximo entre todas.

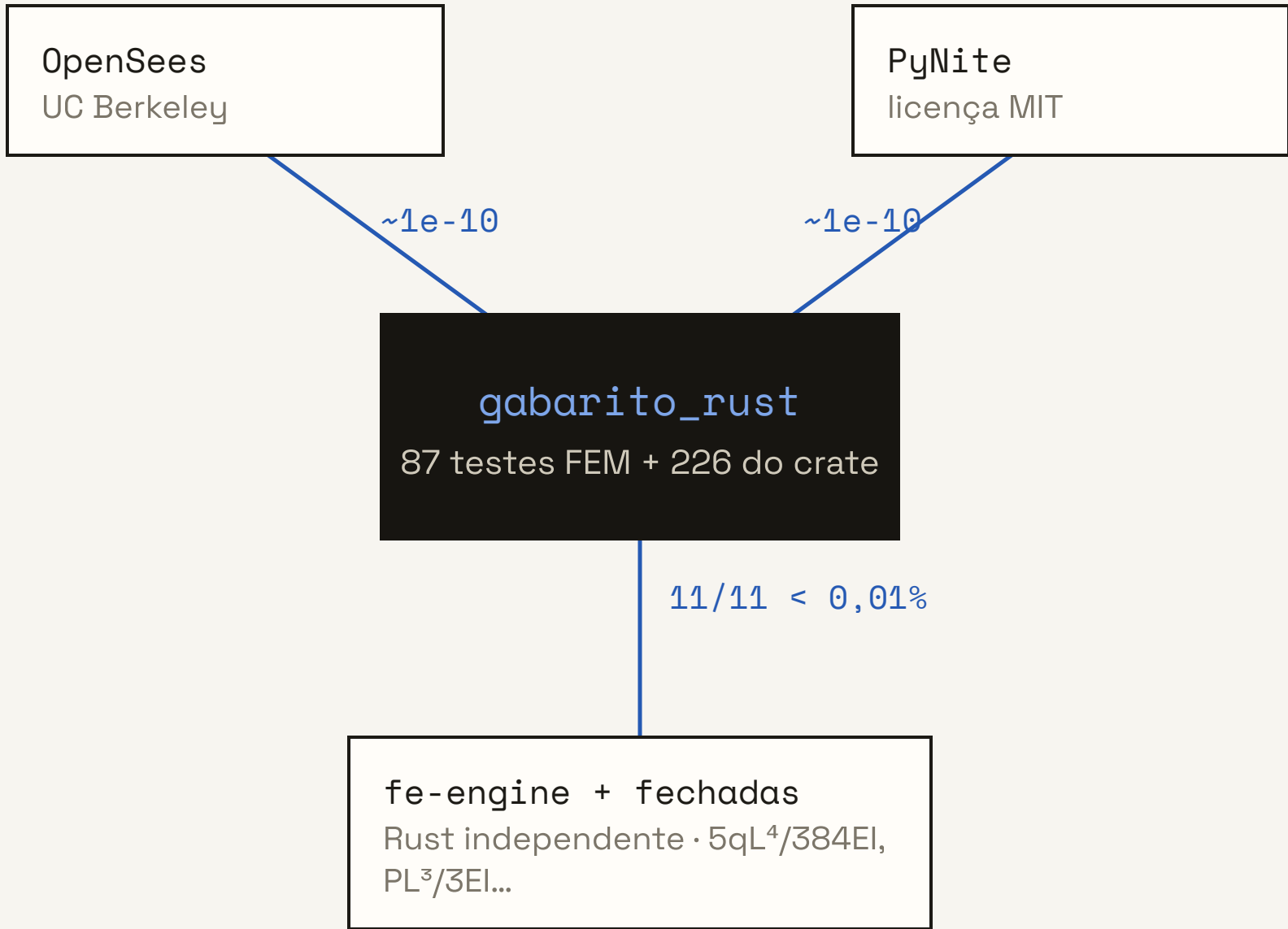
Montagem honesta do IFC: merge de nós por hash espacial, viga capturada no eixo do pilar (partição na junta), E secante NBR 6118 §8.2.8, peso próprio 25 kN/m³ explícito, apoio pela regra de pilha — e componente flutuante é EXCLUÍDO com motivo, nunca resolvido.

O pórtico é resolvido DUAS vezes: ELU para dimensionar e ELS-QP exata (D + psi2·L, psi2=0,3) para a flecha — esforço de serviço real, não aproximação ULS dividido por gama.

Além da estática: análise modal, espectro de resposta NBR 15421, integração de Newmark, flambagem linear e cascas — no crate, cobertos pelos testes internos (dinâmica ainda sem cross-validação externa, declarado).

Validação do núcleo — contra quem não nos conhece

três referências independentes, mais bateria interna com tolerância declarada



- **Livro-texto como juiz:** casos de Timoshenko, Hibbeler e Kassimali reproduzidos no módulo de testes do solver.
- **Paridade Python-Rust testada** — o caminho de produção é o mesmo caminho testado.
- **Escopo declarado por escrito:** sem elementos sólidos/contínuos; casca MITC4 e dinâmica validadas só internamente; checks de norma são auditoria separada. O documento de validação diz o que NÃO estabelece.
- **Regra da casa:** solver sem referência externa é opinião. Cada classe de problema carrega a referência contra a qual foi batida — e a que falta é declarada.

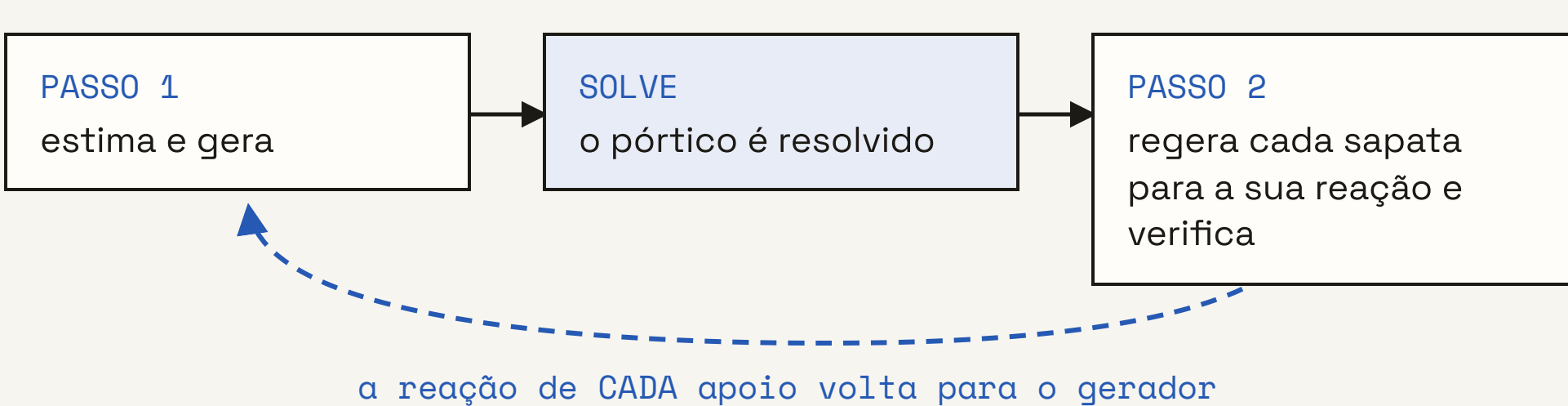
Verificação NBR — o algoritmo de cada check

não é checklist: é mecânica de seção implementada e batida contra referência

PILAR · §17.2.2	flexo-compressão por EQUILÍBRIO DE SEÇÃO: diagrama retangular ($\lambda=0,8$, $\alpha_c=0,85$), domínios por pivô A/B/C. Validado: flexão simples -0,30% e $N_{Rd,max}$ -0,05% vs fórmulas independentes; flexão oblíqua pela interação $(M_x/M_{Rx})^{1,2} + (M_y/M_{Ry})^{1,2} \leq 1$.
PILAR · §15.8.3	2ª ordem com RECUSAS explícitas: pilar-padrão com curvatura aproximada só até $\lambda 90$ — acima devolve NÃO VERIFICADO. E nunca adivinha comprimento de flambagem: o mesmo pilar de 10 m dá $\lambda 81$ (travado) ou 173 (livre) — vereditos opostos; sem restrição declarada, NEEDS_INPUT.
VIGA · §17.3 / §17.4	flecha em serviço: rigidez de Branson §17.3.2.1.1 sobre esforços da segunda resolução (ELS-QP exata); quando a fórmula de vão não localiza o máximo, a linha elástica é INTEGRADA numericamente em 200 estações. Cisalhamento pelo modelo I (§17.4, $V_{rd2} + A_{sw}/s$ mínimo).
VENTO · NBR 6123	integrado por fatias: $V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$ com $S_2(z)$ por categoria e classe, C_a por interpolação bilinear da Tabela 4, força e momento na base somados em 20 fatias de altura. V_0 NUNCA é deduzido de cidade — sem valor declarado, nada é calculado.
PROCEDÊNCIA	Cada coeficiente viaja com procedência: valor, fonte, cláusula e a flag verificar_texto quando a reprodução é secundária — o check confessa o que ainda não conferiu contra o texto oficial da ABNT.

Fundações — dois métodos brasileiros e dois passos

a sapata sai da REAÇÃO do pórtico resolvido, não de estimativa



verifica rigidez ($h \geq (A - a_p)/3$) com a dimensão do pilar na direção crítica — o **verificador cobra o mesmo número que o gerador usou.**

E agora a sapata é FABRICÁVEL (LOD 400): 2.426 barras dobradas (gancho 90°, pino 5 diâmetros), 10 marcas de ferro, quadro de corte e dobra derivado da geometria — 2,18 t de CA-50.

Sem sondagem não há aprovação definitiva: a tensão admissível é ENTRADA DECLARADA; o executivo exige SPT do terreno real — e o módulo Aoki-Velloso/Décourt-Quaresma está pronto para recebê-lo.

AV + DQ

estacas pelos DOIS métodos brasileiros (Aoki-Velloso e Décourt-Quaresma), por tipo de estaca, a partir do SPT real

Winkler

sapata corrida por viga sobre base elástica; radier com punção e flexão; recalque diferencial por Boussinesq

76 → 0

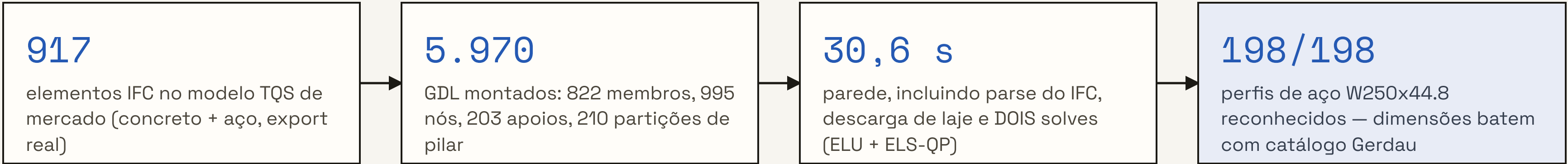
estimativa por área de influência reprovava 57-76 de 119 sapatas; com a REAÇÃO real do 2º passo: 119/119 PASS

passo 1 (estimativa) · 76 FAIL

passo 2 (reação real) · 119/119 PASS

A prova cega — modelo TQS real, sem ajuste manual

agência Sicredi Campinas: o IFC de mercado entrou, o veredito saiu — com as falhas confessadas



579 PASS

45 FAIL

98 WARN · 0 SKIP

Resultado final: 579 PASS · 45 FAIL · 98 WARN · 0 SKIPPED — e os FAIL restantes são ACHADOS de engenharia com force_provenance completo (seções abaixo do mínimo normativo, esbeltez), não artefatos.

O primeiro run confessou os próprios defeitos: 144 SKIP (perfil rotacionado não reconhecido) e 15 FAIL-artefato (insertos classificados como pilar) — corrigidos no mesmo dia por diagonalização do tensor de segundo momento e piso de plausibilidade; o doc registra antes e depois.

Divergências declaradas por escrito: o export TQS não carrega armadura (o check dimensionou As dos esforços); 81 membros flutuantes excluídos; vento não aplicado porque V0 não foi declarado — o sistema pediu a entrada em vez de inventá-la.

Pontes — envoltória TB-450 e protensão com perdas completas

generate-bridge: vãos de 5 a 600 m, protendida automática acima de 25 m de vão

Carga móvel NBR 7188 de verdade: envoltória do TB-450 (3 eixos de 150 kN + multidão 5 kN/m²) elemento a elemento em malha de ~0,5 m, com CIV, CNF e CIA aplicados — alimentando o MESMO código de flexão e cisalhamento que verifica edifícios.

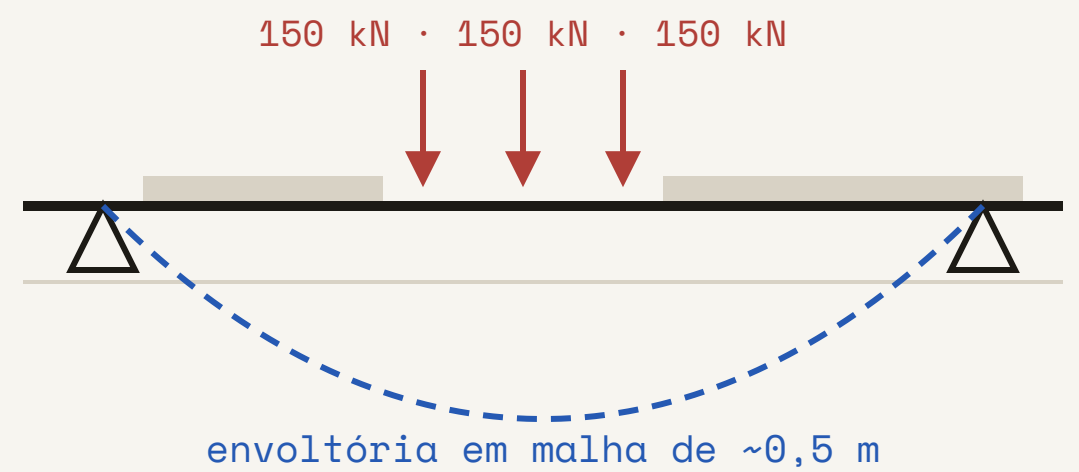
Distribuição transversal dupla: Courbon E grelha real no núcleo FEM, publicadas juntas — a grelha governa quando Courbon não vale ($L/B < 2$); onde vale, Courbon governa por ser conservador para a longarina externa.

Protendida: iteração até passar TUDO: número de cordoalhas iterado até passar nas tensões de transferência, em serviço e o ELS nativo da NBR 6118; se o concreto armado não converge, o sistema MANDA protender — nenhuma aprovação é fabricada.

Perdas de protensão calculadas, não estimadas: imediatas (atrito, cravação da ancoragem, encurtamento elástico com protensão sequencial de cabos) e diferidas (fluência, retração, relaxação) — `loss_total_pct` publicado na saída.

IFC 4.3 com IfcAlignment: o traçado é entidade de norma no arquivo, e a exportação sai sem violação da regra EXPRESS do schema.

TB-450 · 3 eixos × 150 kN + multidão 5 kN/m²



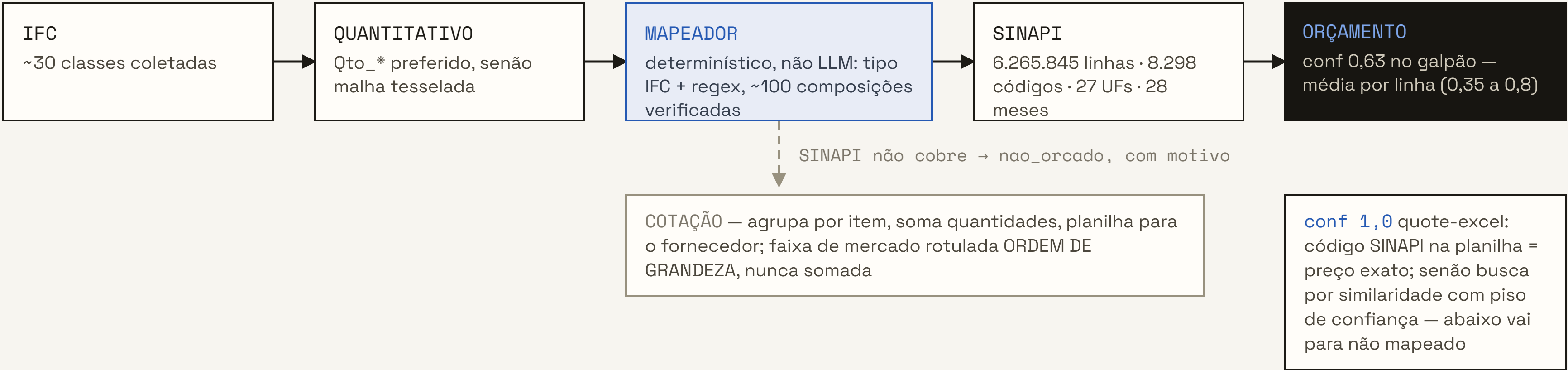
perdas de protensão — `loss_total_pct`



cordoalhas 15,2 mm · iteradas 6 → 80

Do IFC ao orçamento — quantitativo MEDIDO da geometria

e um contrato de honestidade: código de composição nunca é inventado

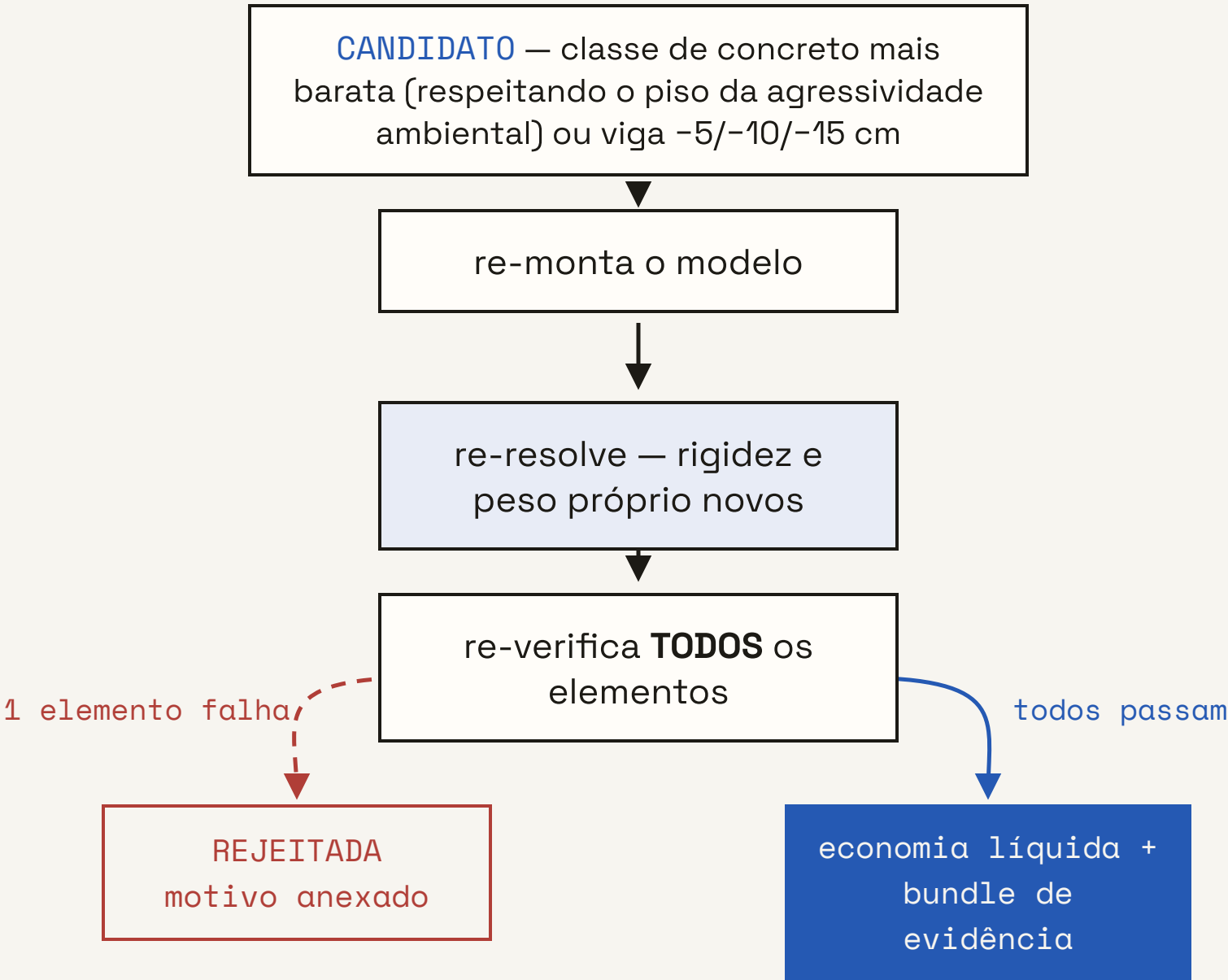


Linhas companheiras automáticas: pilar emite concreto m³ E forma m²; trama de terça cai se as terças já são objetos — sem contagem dupla.

Guardrails que evitam número falso convincente: janela com vão degenerado é recusada; dispositivo pontual vira contagem, não m³; reservatório nunca é precificado (o IFC dá volume armazenado, a SINAPI cobra concreto); preço defasado carrega staleness_warning.

Economizer — onde a estrutura economiza SEM sair da norma

cada candidato re-resolve o pórtico INTEIRO e re-verifica todos os elementos



O que devolve: a economia líquida por sugestão (concreto pelo volume auditado a preço SINAPI + aço recalculado com os esforços novos), com BUNDLE DE EVIDÊNCIA: vereditos antes e depois de cada elemento.

Comportamento medido em pórtico de teste: sugestões aceitas só com o edifício inteiro aprovado antes e depois; em ambiente agressivo (CAA IV) o motor devolve ZERO sugestões — o piso normativo é duro.

Honestidade embutida: economia sobre elemento não verificado carrega verificacao_incompleta=True e ressalva textual obrigatória — o teste automatizado EXIGE a ressalva.

Carbono — ciclo de vida EN 15978, massas medidas

A1-A3 (produto) com fatores ICE v4.1 versionados em arquivo de dados — os estágios A4 a D não são calculados, e o arquivo entregue diz isso

A1-A3 produto	A4 transporte	A5 obra 5% + canteiro	B uso + carbonatação	C fim de vida	D
---------------	---------------	-----------------------	----------------------	---------------	---

preenchido = calculado com massa medida do modelo · vazado = fora da conta, e o arquivo entregue declara

A1 - A3

o estágio de PRODUTO, com massa medida do modelo. Transporte, obra, uso e fim de vida (A4 a D) NÃO são calculados, e o arquivo entregue declara isso

26

materiais na base ICE v4.1 (concreto por classe, aço, alumínio, PVC, cerâmica, bambu com sequestro)

57,5

kgCO2e/m² no galpão — massas MEDIDAS do IFC (1.888 t concreto + 133 t aço), categoria 'low'

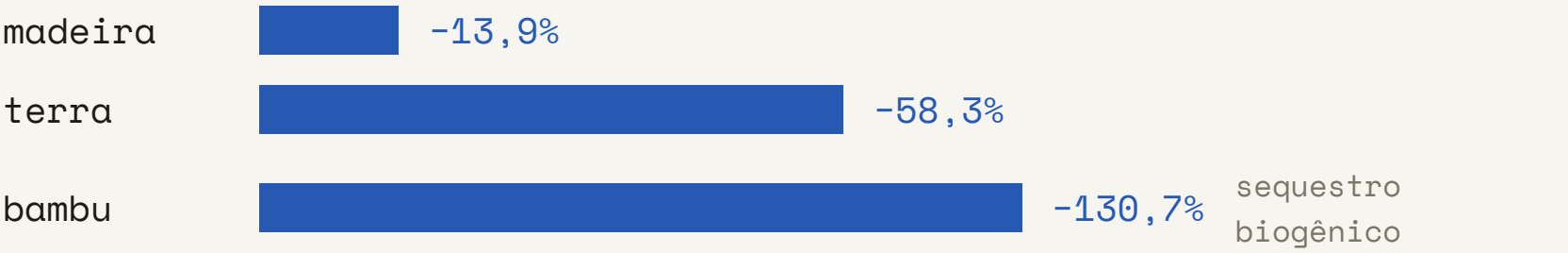
-39,8%

só trocando para cimento CP III no mesmo fck; aço reciclado -62%; alternativas sempre computadas

Medido é medido, estimado se declara: volumes de pilar/viga/sapata saem das seções e vãos reais; a armadura, quando não detalhada, é estimada por taxa de prática por tipo de peça e o campo se chama armadura_estimada_kg — com a origem escrita no JSON.

53 EPDs em 21 categorias na base para trocar o fator genérico pelo do fabricante quando o cliente tem a declaração ambiental.

Alternativas por sistema estrutural — sobre o mesmo piso:

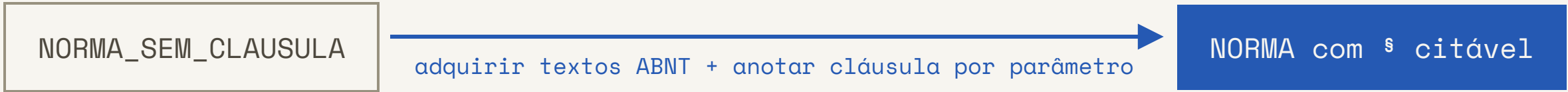


A norma como DADO — o que já existe e o roadmap

de 'a proposta cita a NBR' para 'todo número publicado carrega o parágrafo, assinado'

46 / 15 normas ABNT cadastradas / com parâmetros estruturados (NBR 6118: 58 · 6120: 46 · 8681: 19 · 9050: 18...)	264 parâmetros de norma como JSON conferíveis: PASS / FAIL (bloqueia) / NÃO MEDIDO (declarado) / N.A.	5.571 municípios na base regulador (58 REAL_VERIFIED, 212 REAL; 5.878 building codes em 346 municípios)	Ed25519 memorial determinístico: entradas idênticas = corpo byte-idêntico; versões do engine e do solver pinadas
--	---	---	--

A limitação está escrita em todo resultado: a base guarda o VALOR do parâmetro, não o ITEM da norma — a conferência vale contra o número exigido e NÃO autoriza citar parágrafo. Quando a base contradiz o módulo de cálculo, sai CONTRADICAO_NA_BASE e o parâmetro fica proibido de citação até resolver.



A estrutura já chegou lá: os checks estruturais já publicam nbr_ref com parágrafo em todo resultado (§17.2.2, §15.8.3, §22.6...) — o roadmap replica isso para as 15 normas parametrizadas.

0 regulador — a lei da CIDADE vira verificação

zoneamento, recuos, altura, uso e drenagem: conferidos contra a base do próprio município — com a qualidade do dado declarada

5.571

municípios na base regulador, nas 27 UFs — zoneamento, recuos, altura e vagas como dado estruturado

5.878

dispositivos de código de obras reais estruturados, em 346 municípios — e crescendo por ingestão de lei local

4 níveis

qualidade DECLARADA por município: DEFAULTS_ONLY → SOURCE_FOUND → REAL → REAL_VERIFIED — o laudo diz qual usou

18/18

ATENDE no galpão contra a base REAL de Jundiaí/SP, zona ZUI (dado REAL_VERIFIED) — 0 não conformidades

REGRA (Jundiaí/SP · ZUI)	MEDIDO NO MODELO	EXIGIDO
Altura máxima da edificação	10,0 m	≤ 42,0 m
Recuo frontal	conforme	≥ 4,0 m
Hidrantes e chuveiros (IT-22/IT-23)	altura 10,0 m	conforme
PGRCC (CONAMA 307)	7.572 m²	> 500 m²: exigido
Drenagem — detenção/retenção	imperm. 59%	sistema exigido

A cidade nunca é adivinhada: município e zona são ENTRADA DECLARADA. Sem eles, a conformidade sai NÃO VERIFICADA — nunca aprovada por ausência de lei.

E quando a cidade só tem defaults, o laudo escreve DEFAULTS_ONLY em vez de fingir lei local — a qualidade do dado viaja com o veredito, município a município.

Roadmap: ingerir plano diretor e código de obras dos próximos municípios-alvo e subir cada um de nível — a mesma esteira que estruturou os 5.878 dispositivos.

MAESTRO — do modelo ao cronograma e ao caixa

o planejado contra o qual a obra (e o SENTINEL) é medida

13 fases cronograma físico gerado do modelo: equipes, horas, caminho crítico e fator chuva	fluxo de caixa mês a mês, com pico de desembolso — o que o banco e o investidor pedem	planilha real aceita a planilha SINAPI que a construtora já tem e monta o cronograma sobre ela	sequência análise de construtibilidade: ordem de execução, fôrmas, concretagem, pré-moldado
--	---	--	---

Produtividades de fonte oficial, calibradas: o cronograma sai de referências públicas de produtividade da construção brasileira — declaradas como referência a calibrar com a produtividade da própria construtora.

Galpão de referência: 270 dias úteis em 13 fases, 54 profissionais, curva de desembolso completa — gerado da mesma geometria que foi verificada e orçada.

É o ‘planejado’ do 4D: a base contra a qual o acompanhamento de obra por foto compara o executado.

Sustentabilidade, conforto e energia — pré-avaliação

estimativas computadas do projeto — indicativas, nunca certificação

LEED v4 41 créditos e 12 pré-requisitos pré-avaliados do modelo; BREEAM e WELL também	ISO 7730 conforto térmico PMV/PPD, adaptativo ASHRAE 55 e zona bioclimática NBR 15220	ISO 13790 balanço energético mensal simplificado, psicrometria e carga de refrigeração	ISO 15686-5 custo do ciclo de vida — 'paramétrico e indicativo', escrito na saída
---	---	--	---

Para saber onde o projeto está antes de contratar a auditoria — cada indicador declara o método e o que é estimado.

Carbono A1-A3 de massas medidas e alternativas de menor carbono sempre computadas (slide anterior).

Obra pública, loteamento e otimização

as mesmas engines apontadas para o edital, o terreno e a fronteira de Pareto

Creche FNDE Tipo 2: gerada, verificada e orçada como tipologia nativa — e as fundações executivas por SPT real que o FNDE deixa a cargo do município (demonstração pública em gabarito.io/projeto-creche).

Radar de licitações: varredura do portal nacional de compras e classificação do que o motor já sabe gerar; pacote técnico (projeto + pranchas + orçamento + memorial) em uma chamada — rascunho técnico, exige edital e ART do responsável.

Loteamento: terreno + município → quadras, vias, lotes e casa de referência custeada, sob o zoneamento do REGULADOR.

Otimização multiobjetivo: custo, luz natural, área útil e energia na mesma fronteira de Pareto, sob as restrições regulatórias do lote.

Pontes rodoviárias: NBR 7188 com carga móvel TB-450 e protensão, IFC 4.3 — demonstração pública verificada.

Aberto por padrão — openBIM e integrações

arquivos que qualquer ferramenta abre, e uma API que qualquer sistema chama

IFC4 e IFC4.3 sem violação da regra EXPRESS do schema (zero, verificado com ifcopenshell; não passamos pelo validador oficial da buildingSMART e isto não é selo de certificação); IDS publicado; COBie e BCF de saída; DWG verificado por duas implementações.

Verificação de IFC de terceiros: TQS, Revit ou qualquer autoria — entra o arquivo, sai o laudo por elemento e o BCF que abre no software de coordenação. A ART é do engenheiro.

API documentada e ferramentas para agentes de IA: gerar, verificar, orçar e auditar como passos chamáveis de um fluxo automatizado (MCP em preparação).

Simulação ponta a ponta por texto: descrição do empreendimento → regulador → geração → orçamento → cronograma → viabilidade, em uma sequência (CÉREBRO).

Eurocode-ready: combinações EN 1990, ações EN 1991 e detalhamento EN 1992 com anexos nacionais registrados (Reino Unido, Itália, Singapura e Portugal); a verificação profunda por elemento é NBR hoje — a extensão é etapa declarada.

Conta, planos e LGPD já operam no domínio público — beta privado.

Portões com veto e LOD medido

a plataforma mede o próprio trabalho — geometria, procedência e nível de detalhe

PORTÃO DO MODELO — 13 INVARIANTES COM VETO

viga sem apoio	pilar sem sapata	peça fora do envelope	vigas numa direção só	fck do pset divergente	porta abrindo para fora do vão	ambiente sem porta
parede que não alcança a estrutura	esquadria com geometria diferente da declarada			degrau entre pisos internos	hidrante sem rede	eletroduto sem descida
sanitário sem louça						

Portão NORMATIVO: número sem procedência é erro de build; ressalva de escopo é procedência VÁLIDA — punir a ressalva ensinaria a apagá-la.

Trava de regressão que INJETA defeito: os testes apagam as vigas de um eixo e exigem que o portão acuse — o detector é testado contra o defeito que ele existe para pegar.

DISCIPLINA	LOD MEDIDO	critério que ou está no arquivo ou não está
EST	350 + 400	armadura como objeto; fundações em 400 (dobra + marca + quadro da geometria)
ARQ	350	camadas reais de material nas paredes; esquadria verificada pelo portão
ELE	350	conexões derivadas da geometria + suportaçõ com fonte normativa no objeto
HID	350	conexões + suportes por DN (NBR 10897 no incêndio, catálogo no restante)

Os motores de disciplina — 8.208 linhas de cálculo declarado

elétrica, hidráulica, incêndio e AVAC calculam de verdade — e confessam a heurística

ELÉTRICA · NBR 5410	cargas pelas regras 9.5.2.1 (100 VA + 60 VA/4 m²; TUG por perímetro; TUE dedicada), seção por tabela de ampacidade B1, queda de tensão pelas fórmulas mono/trifásicas com limites 4% terminal / 7% total, DR 30 mA por área molhada e externa, e iluminação industrial pelo MÉTODO DOS LUMENS com alvos da ISO/CIE 8995-1 — a regra VA/m² é declarada inaplicável a pé-direito de 10 m.
HIDRÁULICA · NBR 5626/8160	perda de carga por Hazen-Williams (C por material), DN por aparelho, DHU de esgoto por peça com degraus de subcoletor, NR-24 para vestiários — e o aviso repetido de que a NBR 5626 NÃO tabela consumo per capita (valores de literatura, declarados).
INCÊNDIO · ITs + NBR	hidrante por cobertura com vazão×tempo (a reserva deixou de ser constante de tabela), sprinkler por área por bico, detector por m² — ITs citadas em paralelo às NBRs com a distinção declarada.
REGRA TRANSVERSAL	comprimento de circuito é HEURÍSTICA declarada; fator de demanda com citação não conferida carrega verificar_norma=True — o número existe, e o grau de confiança dele também.

0 caso vivo — Galpão Industrial 7.572 m², Jundiaí/SP

pacote público e verificável; todos os números medidos no arquivo entregue

319 elementos verificados 216 PASS · 0 FAIL	2.868 GDL resolvidos em 1,3 s (6 combinações NBR)	119/119 sapatas PASS pela reação real — e FABRICÁVEIS	350/400 LOD medido do pacote / das fundações
---	---	---	--

5 IFCs federados + DXF/DWG verificado + memorial Ed25519 + COBie + quadro de ferros.

Conformidade municipal **ATENDE** (18 verificações na base real de Jundiaí, zona ZUI).

Tudo aberto para download na página — modelo, verificação, laudos.

demonstração viva

gabarito.io/projeto-galpao

Engenharia que se prova — ou não sai do forno

RESOLVIDO	por núcleo FEM próprio em Rust, cross-validado contra OpenSees e PyNite.
VERIFICADO	por norma, elemento a elemento — com o que falta declarado no veredito.
REPROVÁVEL	por dois portões com veto: geometria e procedência de cada número.
ORÇADO	por quantitativo medido da geometria contra 6,27 milhões de preços SINAPI.
OTIMIZADO	dentro da norma: o economizer re-verifica o pórtico inteiro por candidato.
MEDIDO	em LOD no próprio arquivo — 350 hoje, fundações já em 400.
ENTREGUE	federado e assinado: IFC + memorial Ed25519 + DXF/DWG + COBie + BCF.

Beta privado — abra os arquivos, não acredite no deck: gabarito.io/projeto-galpao