

Gerenciamento de Suprimentos & Planejamento do Canteiro

Aula 1 — planejamento do canteiro de obras e gerenciamento de suprimentos.

Prof. Leonardo Kock — Cartesian Engenharia **Carga:** 20h (disciplina) · Aula 1 = 10h **Campus** Itajaí · 26–27/06



ANTES DE COMEÇAR

Quem fala com vocês — e de onde eu venho

2 minutos sobre mim e sobre a Cartesian, pra vocês saberem de onde vem cada número de hoje.

• O PROFESSOR

Leonardo Kock

- **Engenheiro Civil** formado aqui na **UNIVALI** (2014) — hoje do outro lado da sala.
CREA/SC 130980-4 · MBA em Gerenciamento de Projetos (FGV)
- **+15 anos** de experiência na construção civil, nas áreas de **orçamento, planejamento de obras** e **gestão BIM**.
- **Sócio-diretor e fundador** da **Cartesian Engenharia** (Itajaí/SC).
- Professor de pós-graduação em BIM, orçamento e planejamento (UNIVALI, UNIFEBE, IDD).
- **Diretor da Vertical Construtech da ACATE** — comunidade de construtechs de Santa Catarina.

POR QUE ISSO IMPORTA PRA AULA

Todo número que eu trazer hoje vem de obra real e de orçamento que a gente fecha — não de slide de livro.

• A EMPRESA

Cartesian Engenharia

- Engenharia de **custos, planejamento e BIM** para obras de incorporação.
- Integra **escopo + custo + prazo** num modelo só — e acompanha a obra ao vivo pela plataforma **Ampli**.

333₊

empreendimentos

4,5 M m²

área orçada

166

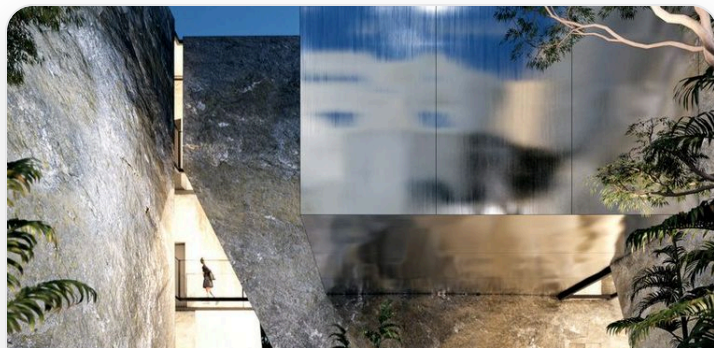
clientes

12

estados

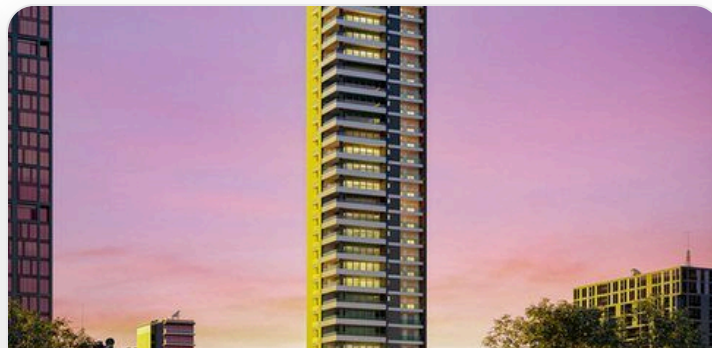
• O PORTFÓLIO

Isso vira obra de verdade



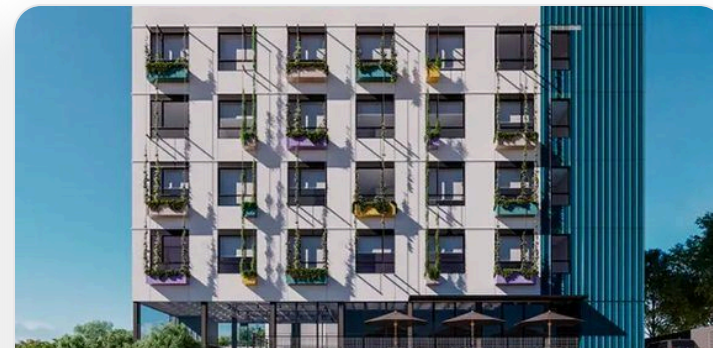
Monolyt

Balneário Camboriú



Chelsea

Itajaí



Parkside

Florianópolis

Custos, prazo e BIM em obras de incorporação — pra clientes como **FG** (Scenarium, Blue Coast), **Mussi** (Oxford 600) e **Gessele** (Elizabeth II). Mais de **330 empreendimentos** no Brasil.

//

O que a gente entrega não é economia. É previsibilidade — a obra fecha na margem que o incorporador imaginou no lançamento.

— previsibilidade, não sorte. E é no canteiro e nos suprimentos que essa margem se ganha ou vaza.

• O ROTEIRO DOS 2 DIAS

Do plano ao canteiro ao caminhão

- 1 **Nivelamento** — recap rápido de planejamento
- 2 **Gestão do planejamento** — Last Planner, look-ahead e PPC
- 3 **Recursos** — histograma e nivelamento de efetivo
- 4 **O canteiro como sistema** — e quanto ele custa
- 5 **Layout, transporte e vivência** — NR-18, grua, elevador
- 6 **Canteiro enxuto** — Lean, 5S e as perdas
- 7 **Suprimentos** — comprar e abastecer (sábado)
- 8 **Exercícios** — layout + cronograma de compras



Planejamento de obras: o que vocês já viram

15 minutos de ponte pra falarmos a mesma língua — sem aprofundar.

• RECAP RAPIDO

A tríade que vocês já conhecem

- **EAP** — o QUE fazer (quebra a obra em pacotes).
- **Diagrama de rede** — em QUE ORDEM (precedências).
- **Cronograma** — QUANDO (datas e prazos).
- **Caminho crítico** — a sequência que não pode atrasar.
- **Duração** = Quantidade ÷ (Produtividade × nº de equipes).

SÍNTESE

Isso responde QUANDO e EM QUE ORDEM.

//

O cronograma diz o que fazer e quando. O **canteiro** e os **suprimentos** decidem se vai acontecer.

— a ponte de hoje

• COMO A GENTE VAI OPERAR HOJE

Do plano à obra, em 3 camadas

- **Gestão do planejamento** — fazer o plano sobreviver à obra (Last Planner) e dimensionar gente (histograma).
- **O canteiro** — o lugar físico onde se produz, e quanto ele custa.
- **Suprimentos** — o abastecimento que faz o plano virar obra.

COMEÇAMOS PELA GESTÃO

O sistema que conecta o cronograma macro ao que a equipe faz amanhã — e que puxa o canteiro e as compras.



GESTÃO DO PLANEJAMENTO

Last Planner: do cronograma ao canteiro

O sistema que faz o plano sobreviver à obra — e que puxa os suprimentos.

• O PROBLEMA

O cronograma macro **não sobrevive** ao canteiro

- O cronograma fala em **meses e semanas**; a obra funciona em **dias e turnos**.
- Falta a camada que traduz o macro pro **o que eu faço amanhã**.
- Glenn Ballard (anos 90): o problema não era o plano — era a **gestão do plano**.

O NÚMERO QUE DÓI

Sem gestão sistemática, o **PPC médio fica em ~50%** — metade do que se planeja pra semana não acontece.

• AS 3 CAMADAS DO LAST PLANNER

Longo, médio e curto prazo

Camada	Horizonte	Pergunta-chave
Longo — master plan / cronograma	a obra toda	o que PRECISA ser feito
Médio — look-ahead	6 a 8 semanas	o que PODE ser feito (está livre?)
Curto — programação semanal	1 a 2 semanas	o que SERÁ feito (compromisso)

O cronograma da rede/CPM é a camada **longa**. O Last Planner acrescenta o **médio** e o **curto** — e é aí que a obra acontece.

• MÉDIO PRAZO — LOOK-AHEAD

Olhar 6 a 8 semanas à frente

- Toda semana: as atividades de daqui a 6–8 semanas **podem começar** na data? O que pode travar?
- Essa "coisa que trava" é uma **restrição** — e tem que ser resolvida ANTES de a equipe chegar.
- É a camada mais importante do sistema: **é onde a falta é antecipada**.

• ANÁLISE DE RESTRIÇÕES

As 7 coisas que **travam** um serviço

Restrição	Exemplo na obra
Material	esquadria não chegou (lead time) — causa nº1
Projeto	detalhe não compatibilizado
Mão de obra	equipe não contratada / realocada
Equipamento	grua ou balancim indisponível
Espaço / acesso	pavimento anterior não liberou
Técnico	cura do concreto, reboco não secou
Aprovação	laudo ou liberação do cliente

• RESOLVER A TEMPO

A linha do tempo da restrição

- 1 **6 semanas antes** — identifica TODAS as restrições do serviço.
- 2 **4 semanas antes** — começa a resolver: cobrar, comprar, contratar.
- 3 **2 semanas antes** — tudo precisa estar livre.
- 4 **Na semana** — só entra na programação o que NÃO tem restrição pendente.

• CURTO PRAZO — PROGRAMAÇÃO SEMANAL

Só se promete o que se pode cumprir

- Da lista de atividades **livres** (sem restrição), monta-se a semana.
- Atividade com restrição pendente **NÃO entra** na programação — sem fingir.
- Cada tarefa tem **responsável e meta clara**; no fim da semana, mede-se.

A VIRADA DE CHAVE

Parar de "empurrar" o que não dá pra fazer e só comprometer o que está **pronto pra acontecer**.

• PPC — O TERMÔMETRO SEMANAL

Percentual de Programação **Concluída**

PPC

tarefas concluídas ÷ programadas

80%+

meta de uma obra bem gerida

~50%

média sem gestão (o ponto de partida)

O QUE IMPORTA NÃO É O NÚMERO

É a **análise de por que não cumpriu**. Toda semana o sistema aprende — e a causa nº 1 quase sempre é material.

• A REUNIÃO SEMANAL

55 minutos que **seguram** **a obra**

- Mede o PPC, analisa as causas de não-cumprimento, atualiza o look-ahead.
- Monta a próxima semana (só o que está livre) e cada um **se compromete**.
- Quem participa: engenheiro, mestres, encarregados — e o **almoxarife** (restrições de material!).

RESULTADO REAL

Obra de 15 pavimentos: PPC subiu de **48% para 78%** em 12 semanas — sem mudar o cronograma, só a gestão.

• ANTES DE SEGUIR — CHUTE

Qual restrição **mais
atrasa a obra?**

A Mão de obra

B Material

C Clima



GESTÃO DO PLANEJAMENTO • RECURSOS

Histograma: quantas pessoas, e quando

O Last Planner diz o QUE e o QUANDO. O histograma responde QUANTOS — e ensina a nivelar o efetivo.

• O QUE É

A curva de **efetivo** da obra

- Gráfico de barras: no eixo X o **tempo** (semanas ou meses), no eixo Y o **número de operários**.
- Sai direto do cronograma: cada atividade tem uma **equipe**; somando as equipes ativas em cada período, nasce a curva.
- Formato típico: **sobe** na estrutura, faz **platô/pico** no acabamento e **cai** na entrega.

LEMBRETE DA FÓRMULA

Duração = Quantidade ÷ (Produtividade × nº de equipes). É a equipe de cada serviço que alimenta o histograma.

• O QUE A CURVA DENUNCIA

3 problemas que o histograma mostra

Problema	O que acontece na obra
Pico alto demais	vivência lotada, logística caótica, encarregado sem supervisionar — e gente demais pra contratar e dispensar rápido
Vale profundo	equipe ociosa entre serviços: você paga sem produzir
Subida brusca	sair de 10 pra 35 operários numa semana: não dá pra contratar e treinar tão rápido

A META

Uma curva **suave**: sem picos que estouram o canteiro, sem vales que pagam ociosidade.

• A FOLGA COMO FERRAMENTA

Nivelar é um jogo de Tetris

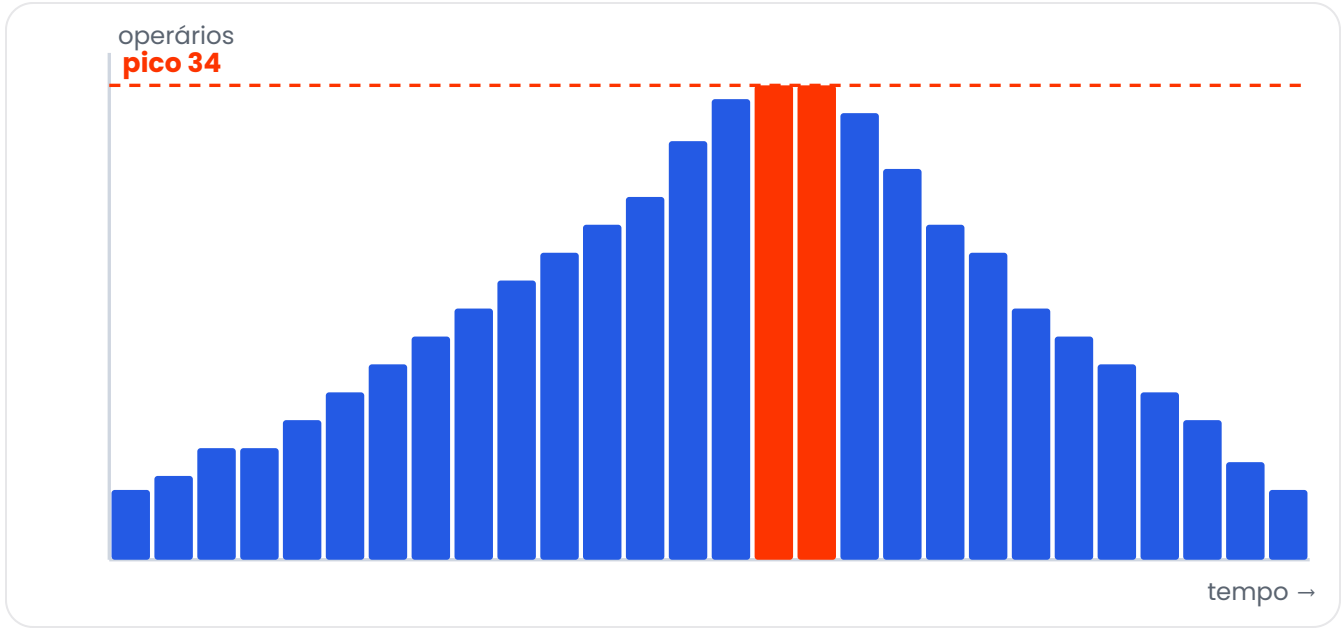
- Atividade **não-crítica tem folga** — pode começar mais cedo ou mais tarde sem atrasar a obra.
- Empurrando a atividade com folga pra dentro de um **vale**, você tira gente do pico e preenche o buraco.
- É o que o MS Project faz no botão **"Resource Leveling"** — mas saber na mão é saber quando o software erra.

• O PULO DO GATO

Mesmo prazo, mesmo escopo — só remanejando dentro das folgas, o pico cai e o canteiro respira.

• EXPERIMENTE — ARRASTE O CONTROLE

Nivele o efetivo usando a folga



Usar a folga pra nivelar

0%

Pico bruto: 34 pessoas
tudo o quanto antes — o canteiro estoura

- semana de pico do efetivo
- efetivo nas demais semanas



O pico do histograma é quanta gente o canteiro precisa **caber ao mesmo tempo.**

— por isso a vivência se dimensiona pelo pico de efetivo. Agora, ao canteiro.



O CANTEIRO

Planejamento do Canteiro de Obras

A obra como sistema produtivo: layout, logística e Lean.



O canteiro é a fábrica que você monta pra fabricar um produto que nunca mais vai fabricar igual, num lugar onde nunca mais vai produzir, com uma equipe que se desfaz no fim.

— a maldição e a beleza da construção

• DEFINIÇÃO OPERACIONAL

O canteiro é um sistema de produção

- Transforma insumos (material, mão de obra, energia) em obra.
- **Subsistema de produção** — a frente de serviço.
- **Apoio à produção** — centrais, transporte, estoque.
- **Apoio à mão de obra** — a vivência (NR-18).

REGRA DE BOLSO

O canteiro custa tipicamente 3% a 6% do custo direto da obra.

• O GANHO OCULTO

Pra onde vai o tempo do operário

40%

agrega valor (mão na massa)

60%

transporte, espera, retrabalho

LEAN

Reduzir distância de transporte é o jeito mais barato de “contratar gente sem contratar gente”.

• PERDAS FÍSICAS (BENCHMARK FINEP/EPUSP)

O material que **vira entulho**

9%

concreto

11%

aço

27%

blocos (até)

40%

areia

DÓI NO BOLSO

Toda caçamba de entulho foi paga 2x: quando comprou o material e quando paga pra jogar fora.

• 6 VETORES DE IMPACTO

Por que o canteiro importa

- **Produtividade** — menos transporte e espera, mais valor.
- **Segurança** — layout ruim é acidente esperando acontecer.
- **Custo** — perdas, dobra de manuseio, equipamento ocioso.
- **Prazo** — fluxo travado atrasa serviço.
- **Imagem** — cliente, vizinho e fiscalização julgam o que veem.

SÍNTESE

Canteiro não é onde a obra acontece — é o que decide se ela acontece.



Como se dimensiona um canteiro

Não se chuta: tudo escala a partir do efetivo de pico. Norma (NR-18 / NR-24) + a prática Cartesian.

• A ORDEM CERTA

Dimensionar em 4 camadas

- 1 **Efetivo de pico** — quantas pessoas no máximo (vem do histograma).
- 2 **Vivência** — sanitário, vestiário, refeitório, pelo nº de gente (NR-18 / NR-24).
- 3 **Produção e apoio** — centrais, almoxarifado, pátios (por área e produção).
- 4 **Utilidades** — água, energia e esgoto, pela demanda da obra.

A REGRA DE OURO

Dimensione sempre pelo **pico** de efetivo, nunca pela média — senão falta banheiro e bebedouro justo na hora de mais gente na obra.

• CAMADA 1 — O MOTOR DE TUDO

A conta do efetivo

$$N = \frac{\text{Área construída} \times Pm \text{ (h/m}^2\text{)}}{\text{Prazo (meses)} \times 180 \text{ h/mês}}$$

Pm — índice de mão de obra, ~40 a 50 h/m² **180** — horas por mês de cada trabalhador

VILLA VAUBAN (REAL)

$22.311 \text{ m}^2 \times 43 \text{ h/m}^2 \div (48 \text{ meses} \times 180) = \mathbf{112 \text{ trabalhadores}}$. Obra maior ou mais rápida = mais gente = canteiro maior. Tudo desce daqui.

Quantos m² para cada central

Instalação	Critério	Referência
Central de armação (aço)	acomodar barra de 12 m — a que mais pede espaço	~60 m² / 30 op. (SINAPI)
Central de fôrma e argamassa	bancada + estoque de uso	15 m² cada (Cartesian)
Almoxarifado geral	volume dobra ao longo da obra	~150 m² (Cartesian)
Armazenamento por pavimento	~3 m² por unidade habitacional, rateado	Cartesian
Baias de agregado	3,0 × 3,0 m; pilha até 1,5 m	prática de obra

DECISÃO PRIMEIRA

Posicione a **central de armação** e o **elevador de carga** antes de tudo — são eles que condicionam todas as outras áreas.

• QUANTO CANTEIRO NO TOTAL

A área do canteiro é uma **soma**, não um %

- **Não existe** "canteiro = X% da obra" com respaldo — é chute de obra.
- O jeito certo é **aditivo**: soma a área de cada instalação que você dimensionou (vivência + produção + apoio + circulação).
- Exemplo de referência: 100 operários → **~790 m²** de canteiro, somando 9 instalações.
- O que aperta o resto é a **taxa de ocupação do terreno**: projeção grande sobra pouco → **canteiro restrito**.

NA PRÁTICA

Projeção da obra + canteiro mínimo passando de ~90% do terreno = canteiro restrito: aí o transporte vira vertical e a logística aperta.

Dimensionar as utilidades

Utilidade	Critério de demanda
Água	~50 L/operário/dia (NBR 13969) — 45 sem cozinha, 65 com cozinha na obra
Reservatório	1 a 2 dias de consumo (humano + produção)
Esgoto	~50 L/pessoa/dia; fossa + filtro/sumidouro sem rede
Energia	soma das cargas (grua 26-33 kVA, elevador, betoneira, serra) × fator de demanda
Pontos de água	1 a cada 20 operários (Cartesian)

ERRO COMUM

Superdimensionar a energia: contratar demanda muito acima da real custa caro o mês inteiro. Some as cargas reais e aplique o fator de demanda.

• SEGURANÇA — O QUE NÃO ESCALA COM GENTE

Proteção coletiva é geometria

Proteção (EPC)	Como se dimensiona
Tela fachadeira	perímetro × pé-direito de cada pavimento (≈ área de fachada)
Guarda-corpo de desforma / linha de vida	perímetro da torre × nº de pavimentos
Bandeja de proteção	perímetro de projeção × nº de reinstalações
Tapume	perímetro do terreno × 2,40 m de altura

O CONTRASTE

Vivência e ferramentas escalam com o **efetivo**; a proteção coletiva escala com a **geometria do prédio** (perímetro, fachada, nº de lajes).
Dois motores diferentes no mesmo canteiro.

• PRA NÃO ENSINAR NÚMERO VELHO

Norma × prática: 4 alertas

- A **NR-18 de 2020 enxugou as metragens**: refeitório $1,0 \text{ m}^2/\text{trab}$ e pé-direito hoje só estão na **NBR 12284 (cancelada)** — referência de projeto, não lei.
- **Ambulatório** (acima de 50 trab.) é da **NBR 12284**, não mais da NR-18.
- **Vestiário virou fórmula** (NR-24): $1,5 - (n^\circ/1000) \text{ m}^2/\text{trab}$ — não é mais 1,5 fixo.
- Não invente "**% do terreno pro canteiro**" nem "**1 grua por X m²**" — sem respaldo; dimensione somando instalações e estudando ciclos.

A SÍNTESE

A norma dá o piso (segurança); a prática Cartesian dá os índices de projeto. Os dois juntos viram um canteiro **dimensionado** — e, na sequência, **orçado**.

• A FICHA QUE FECHA AS 4 CAMADAS

Ficha de dimensionamento ao vivo

Área construída

22.500 m²

Prazo

48 meses

Pm (mão de obra)

43 h/m²

112

trabalhadores de pico — tudo escala daqui

CAMADA 2 - VIVÊNCIA (NR-18 / NR-24)

6

Vasos 1:20

12

Chuveiros 1:10

5

Bebedouros 1:25

6

Lavatórios 1:20

155 m²

Vestíário (NR-24)

90 m²

Refeitório (ref.)

CAMADA 3 - PRODUÇÃO E APOIO

150 m²

Almoxarifado

240 m²

Central de armação

30 m²

Fôrma + argamassa

CAMADA 4 - UTILIDADES & ÁREA TOTAL

5.600 L

Água/dia (50 L/op)

6

Pontos de água

~885 m²

Canteiro (~7,9 m²/op)



DO PROJETO AO ORÇAMENTO

Quanto custa um canteiro?

A regra de bolso da literatura — e o que a nossa base de obras reais mostra.

• REGRA DE BOLSO × DADO REAL

O que o livro diz × o que a obra mostra

A literatura

- › Instalação do canteiro: **3% a 6% do custo direto** da obra.
- › É média de manual — serve pra um chute inicial, não pra fechar orçamento.

CUIDADO COM O DENOMINADOR

"3-6%" é sobre o **custo direto**; a nossa linha é sobre o **custo total** e cobre só o canteiro físico. O **custo indireto cheio** — administração local, equipe, operação — é bem maior. Vamos abrir.

Nossa base — 13 obras Cartesian

- › Linha de canteiro (provisórias) sobre o **custo total**:
- › p25 **0,2%** · mediana **1,55%** · p75 **3,3%** · p90 **6,7%**
- › Varia muito: **porte, prazo e padrão** mudam tudo.

• COMO A CARTESIAN MONTA O NÚMERO

Anatomia do custo de canteiro

Grupo (dentro do custo indireto)	O que entra
Serviços técnicos	sondagem, estudo e projeto de canteiro
Preliminares + canteiro	tapume, placa, portão · containers, refeitório, vestiário, almoxarifado, escritório, mobiliário, plano logístico
Ligações provisórias	água, energia, esgoto, bombeamento, tratamento de efluente
Operação da obra	água/luz/internet, limpeza, entulho, manutenção, EPCs, vigilância e portaria
Equipe indireta	engenheiro, mestre, almoxarife, estagiário, técnico de segurança

O QUE PEGA MUITA GENTE

O **canteiro físico** (container, tapume) é só uma fatia. O grosso é **manter a obra rodando**: operação e equipe indireta correm o prazo inteiro.

• CASO REAL — OBRA RESIDENCIAL, 2 TORRES

Onde o dinheiro realmente vai

Item (custo indireto)	R\$/m²	% da obra
Serviços iniciais (mobilização, preliminares)	67,03	2,55%
Instalação e manutenção do canteiro	7,33	0,28%
Administração local (equipe indireta)	48,03	1,83%
Obra completa (referência)	2.627	100%

A VIRADA DE CHAVE

O **canteiro físico** (central, almoxarifado, container) é só **0,28%**. A **administração local** — a equipe que toca a obra todo mês — é **mais de 6× maior**. No fundo, o custo do canteiro é o custo de **manter gente coordenando** do início ao fim.

• ABRINDO O CANTEIRO FÍSICO — OBRA REAL, 112 FUNCIONÁRIOS

O que tem dentro da linha do canteiro

Componente do canteiro físico	Como dimensiona	R\$
Instalações provisórias	centrais (aço/fôrma/argamassa), armazenamentos, almoxarifado, construções temporárias	142.343
Ferramentas	R\$ 800 / funcionário × 112	89.600
EPI	R\$ 500 / funcionário × 112	56.000
Informática	PCs, impressora, rede	35.500
Mobiliário	mesas, cadeiras, ar-condicionado, armários	20.200
Sinalização	placas e totem de obra	7.891
Total do canteiro físico		≈ 351.500

O GANCHO COM O HISTOGRAMA

Ferramentas e EPI são **por funcionário** — sobem com o **pico de efetivo**. Quanto maior a curva de gente, maior o canteiro físico e a vivência. Por isso dimensionar o efetivo vem antes de orçar o canteiro.

• O QUE FAZ O NÚMERO SUBIR OU DESCER

O que **dirige** o custo do canteiro

- **Prazo da obra** — operação e equipe indireta são custo por mês: obra mais longa, canteiro mais caro.
- **Porte e nº de torres** — um canteiro concentrado ou vários satélites; ganho de escala na obra grande.
- **Padrão de acabamento** — do container básico ao canteiro com sala de cliente e refeitório padrão.
- **Sistemas especiais** — pressurização, ETE e bombeamento puxam mais infraestrutura provisória.
- **Restrição do terreno** — canteiro urbano apertado força logística vertical e mais custo.

NA PRÁTICA

Por isso a gente não usa "3-6% e pronto": parte das composições reais e ajusta pelos drivers da obra.



LINHA DO TEMPO

Fases do canteiro

O canteiro é um filme, não uma foto: nasce, cresce, atinge o pico e morre.

• VISÃO GERAL

O ciclo de vida do **canteiro**

- 1 **Implantação** — montar a fábrica no terreno.
- 2 **Crescimento** — a estrutura sobe, ciclo por ciclo.
- 3 **Pico** — efetivo máximo, acabamento.
- 4 **Desmobilização** — desmontar e entregar.

CURVA DE EFETIVO

Formato de sino: começa baixa, sobe na estrutura, platô no acabamento, cai na entrega.

• FASE 1

Implantação: montar a fábrica

- Limpeza, terraplenagem, tapume do perímetro.
- Ligações provisórias: energia, água, esgoto.
- Vivência, almoxarifado, guarita e locação da obra.
- Montagem da grua (ela ajuda a montar o resto).

ERRO CLÁSSICO

Montar vivência ou estoque onde depois passa o caminhão-bomba ou a grua não alcança.

• FASE 2

Crescimento: a estrutura sobe

- Fôrma, armação e concretagem ciclo por ciclo.
- **Transporte vertical vira o coração** do canteiro.
- Centrais de fôrma e armação a plena carga.
- O canteiro começa a perder espaço de chão.

MIGRAÇÃO

O estoque do térreo recolhe; pavimentos já concretados viram área de apoio.



O pico de gente é no
acabamento, não na estrutura.

— o contraintuitivo do canteiro

• FASE 3

Pico: dezenas de **equipes** **juntas**

- Alvenaria, reboco, gesso, pintura, elétrica, hidro, esquadrias.
- **Elevador vira gargalo** — fila de operário é Hh parado.
- Vivência no limite: refeitório e sanitário no pico.
- A grua pode já ter sido desmontada.

LOGÍSTICA FINA

Material caro e frágil (porcelanato, louças) entra just-in-time por pavimento.

• COLA RAPIDA

A regra de bolso das **fases**

- **Vivência** — dimensione pelo PICO (acabamento).
- **Acessos e vias** — dimensione pela IMPLANTAÇÃO (caminhão pesado).
- **Transporte vertical** — dimensione pela ESTRUTURA (ciclo de concreto).

RESUMO

Três fases, três gargalos diferentes — cada um manda em um recurso.

• TENHO ESPAÇO OU NÃO?

Canteiro restrito **x** amplo

Restrito / Urbano (vertical)

- › Gargalo: espaço de chão
- › Estoque mínimo, JIT forçado
- › Transporte vertical é tudo
- › Vivência sobe no próprio prédio
- › Logística externa crítica (rua, vizinho)

Amplo / Horizontal

- › Gargalo: distância
- › Estoque amplo, risco de excesso
- › Transporte horizontal pesado
- › Vivência espalhada em pátio
- › Múltiplas frentes simultâneas



ENGENHARIA DE FLUXO

Layout do canteiro

Não é decoração de planta: é minimizar movimentação e separar fluxos.

• COMO SE PROJETA UM LAYOUT

Método **SLP** (Systematic Layout Planning)

- 1 **Localização** — onde cada setor entra no terreno (análise preliminar).
- 2 **Arranjo geral** — zonear por proximidade (a matriz A-E-I-O-U-X) e por fluxos.
- 3 **Arranjo detalhado** — dimensionar cada instalação e posicioná-la.
- 4 **Implantação** — cronograma de montagem e desmontagem ao longo da obra.

O QUE GOVERNA

Minimizar **fluxos × distâncias**. As decisões primeiras — posição do **elevador/guincho de carga** e da **central de armação** — condicionam todo o resto. (Muther, 1978; Saurin & Formoso)

• OS FUNDAMENTOS

5 princípios do layout

- **Zoneamento** — cada coisa no seu lugar (sujo longe do limpo).
- **Fluxos separados** — pessoas, material, equipamento, resíduo.
- **Movimentação mínima** — recurso perto de quem usa.
- **Separação** — inflamável longe de faísca; comida longe do lixo.
- **Segurança embarcada** — rotas de fuga, vivência NR-18.

ESPAGUETE

Se as linhas das viagens repetitivas cruzam em tudo, o layout está errado.



**Regra de ouro do layout: o fluxo
de **pe**ss^oas não cruza o fluxo de
carga.**

— cruzamento com caçamba ou raio de grua é fatalidade

• O MÉTODO SLP NA PRÁTICA

Matriz de proximidade (A-E-I-O-U-X)

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Central concreto/arg.		E	X	I	A	I	O	O
2. Almojarifado	E		U	A	E	I	O	U
3. Refeit./vivência	X	U		E	X	X	X	A
4. Portaria/acesso	I	A	E		I	O	E	O
5. Elevador de carga	A	E	X	I		A	O	U
6. Central de armação	I	I	X	O	A		O	U
7. Área de resíduo	O	O	X	E	O	O		O
8. Sanitário	O	U	A	O	U	U	O	

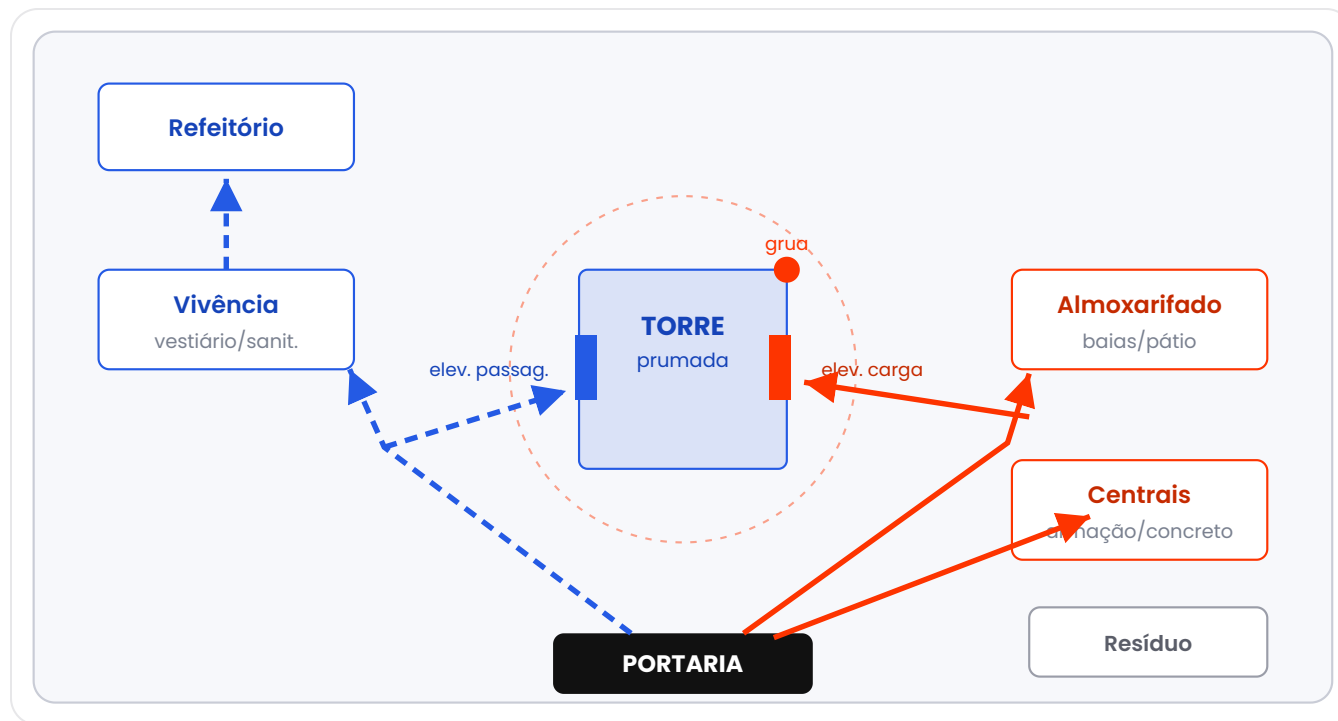
A absolut. E especial I important. O normal U indif. X proibido

Clique numa célula

A matriz de Muther cruza cada par de instalações e diz o quanto elas querem estar perto (A) ou longe (X). Na obra, comece resolvendo os X e os A.

• O RESULTADO: ZONAS + FLUXOS SEPARADOS

Diagrama de zoneamento



Fluxo de pessoas — portaria → vivência e refeitório → elevador de passageiro. Tudo à esquerda.

Fluxo de carga — portaria → almoxarifado e centrais → grua e elevador de carga. Tudo à direita.

Os dois fluxos **não se cruzam** — a regra de ouro, agora desenhada. A poeira das centrais fica longe do refeitório; o resíduo sai junto da saída.

• ANATOMIA

Os setores do canteiro

- **Produção** — a frente de serviço, o “cliente” de todos.
- **Centrais** — fôrma (carpintaria), armação, argamassa.
- **Armazenamento** — almoxarifado, baias, pátios.
- **Vivência** — vestiário, sanitário, refeitório (NR-18).
- **Administração / portaria** — controle de acesso.

DECISÃO LOGÍSTICA

Aço cortado/dobrado e concreto usinado eliminam centrais no canteiro.

• GALERIA DE HORRORES

Erros comuns de **layout**

- Grua mal posicionada (não cobre a planta) — caro e irreversível.
- Estoque longe da prumada — duplo manuseio.
- Pedestre cruzando veículo / caçamba — risco grave.
- Vivência subdimensionada — fila e insalubridade.
- Esquecer o resíduo — caçamba mora no caminho de todos.

ATENÇÃO

Layout ótimo na fundação pode virar inferno no acabamento — preveja a evolução.

• ESTOQUE

Armazenar é proteger capital

- **Coberto x descoberto** — o que estraga com chuva vai pra coberto.
- **Elevado do chão** — sobre estrados; solo úmido = perda.
- **FIFO** — o que chegou primeiro sai primeiro (perecível).
- **Perto da prumada** — menos transporte até a elevação.

EQUILÍBRIO

Estoque demais é capital parado e perda; de menos é obra parada esperando entrega.

• MATERIAL X GUARDA X PERDA

Como guardar cada material

Material	Como guardar	Perda típica
Cimento	Coberto, estrado, até 10 sacos, FIFO	Empedra (lote velho/úmido)
Aço	Descoberto mas elevado, por bitola	~11%
Blocos	Paletizado, perto da prumada	~13 a 27%
Areia / brita	Baias separadas, piso firme	Areia ~40%+
Esquadrias / louças	Coberto, em pé, embalado, JIT	Cada peça = prejuízo



MOVER MATERIAL

Logística e transporte

Onde mora boa parte do desperdício de homem-hora.

• NO PLANO

Transporte **horizontal**

- **Girica** — carrinho de 1 roda, curta distância, puro braço.
- **Paleteira** — move pallet inteiro, exige piso firme (2 a 2,5 t).
- **Dumper** — caçamba motorizada, terreno irregular (0,5 a 2,5 t).
- Mecanizar reduz homem-hora e quebra.

REGRA DE BOLSO

Use o menor equipamento que resolve a distância — mas pare de carregar nas costas o que um pallet resolve.

• O CORAÇÃO DO CANTEIRO VERTICAL

Transporte vertical

Equipamento	Move	Capacidade	Quando usar
Grua-torre	Carga pesada	~1 a 2,5 t na ponta	Edifício alto, estrutura
Elevador cremalheira	Pessoas + material	~1 a 3 t / 10 a 25 pess.	Acabamento (pico de gente)
Guincho de coluna	Material leve	~200 a 500 kg	Obra pequena (não leva pessoas)
Bomba de concreto	Concreto	Lança ~24 a 36 m	Concretagem (lança / estacionária)

• QUANDO A LEI OBRIGA

Gatilhos da **NR-18** (item 18.14)

A partir de	O que vira obrigatório
Altura ≥ 10 m	Transporte vertical de material motorizado — acabou subir no braço
8+ pavimentos com 30+ trabalhadores	Elevador de passageiro (cremalheira) a partir da 7ª laje
12+ pavimentos	Elevador de passageiro sempre obrigatório (independe do efetivo)

MITO DE OBRA

Não existe regra “1 grua atende X m²” nem ciclos/hora de bolso. Grua e elevador se dimensionam por **estudo de cargas e de ciclos** (plano de cargas) — nunca por índice pronto.

• 3 DIMENSÕES

A grua-torre

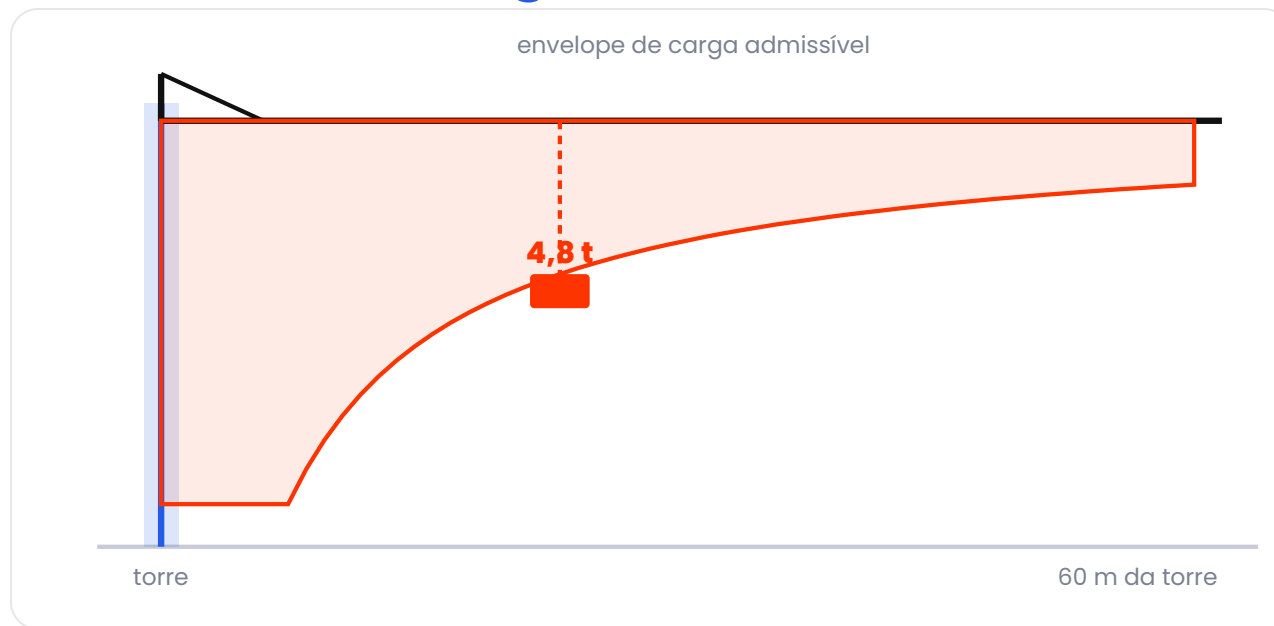
- Lança giratória: sobe, desce, gira 360 e corre na lança.
- Move fôrma, armadura, paletes, balde de concreto.
- **Posição quase irreversível** — é a decisão crítica.
- Não pode invadir vizinho sem acordo; para com vento.

MOMENTO DE CARGA

A capacidade cai com a distância: carga pesada perto da torre, leve na ponta.

• POR QUE PESADO PERTO, LEVE NA PONTA

A conta da grua: momento de carga



Distância na lança

25 m

4,8

toneladas admissíveis

momento de carga ≈ 120 t·m (constante)

Momento = carga $\times$ raio. O mesmo momento dá muito peso perto da torre e pouco peso na ponta. Lança 30–80 m, ponta 1–5 t; a grua puxa **26–33 kVA** (entra na demanda elétrica).

• O ÔNIBUS VERTICAL

Elevador cremalheira

- Cabine sobe por torre dentada — só vertical, prumada fixa.
- Transporta **pessoas** + material paletizado, rápido e seguro.
- O forte dele é o **acabamento** (pico de gente subindo).
- Material desembarca e ainda precisa de transporte horizontal.

COMPLEMENTAR

Grua e elevador não se substituem — dominam fases diferentes.

• DEDICADA AO CONCRETO

Bomba de concreto

Bomba-lança (autobomba)

- › Lança articulada distribui no ponto
- › Alcance ~24 a 36 m
- › Rápida e flexível
- › Altura/distância moderada

Bomba estacionária

- › Fixa no térreo + tubulação rígida
- › Alcança grandes alturas
- › Sobe pela obra por tubo
- › Edifício alto / arranha-céu

• COMPARADOR INTERATIVO

Grua, elevador ou os dois?

Nº de pavimentos



15

Fase da obra

Estrutura

Acabamento

Peças pesadas (fôrma/pré-moldado)?

Sim

Não

RECOMENDAÇÃO

Os DOIS — grua + elevador

Grua na estrutura (iça fôrma, aço e concreto, alcança toda a planta) e elevador cremalheira no acabamento (sobe o exército de acabadores). Dominam fases diferentes.

Gatilho NR-18: 12+ pav → elevador de passageiro **sempre** obrigatório; material motorizado também (≥ 10 m).

• COLA DA DECISAO

Regras de bolso: grua **x** elevador

- **Edifício alto + concreto** — grua na estrutura, elevador no acabamento.
- **Prédio baixo sem peça pesada** — elevador + guincho + bomba-lança.
- **Sobrado** — guincho de coluna + girica; grua é exagero.
- **Sem espaço pra base/raio** — força solução sem grua.

NUNCA

Elevador não substitui grua na estrutura; grua não substitui elevador no acabamento.



OBRIGATORIO POR LEI

Áreas de vivência e NR-18

Vivência digna não é capricho: é lei e retém mão de obra.

• NR-18 ITEM 18.5.1

O que é **obrigatório** na vivência

- **Instalação sanitária** — vaso, lavatório, mictório, chuveiro.
- **Vestiário** — armários individuais; área pela fórmula **NR-24**: $1,5 - (n^\circ/1000) \text{ m}^2/\text{trab.}$
- **Local de refeição** — não se come na frente; $\sim 0,8\text{--}1,0 \text{ m}^2/\text{usuário}$ (referência de projeto, NBR cancelada).
- **Alojamento** — só se houver trabalhador alojado.

DIMENSIONAR

Sempre pelo PICO de efetivo — errar gera fila, insalubridade e multa.

• NÚMEROS OFICIAIS

As proporções da NR-18

Item	Proporção	Distância
Vaso sanitário	1 : 20 trabalhadores	Sanitário a até 150 m do posto
Lavatório	1 : 20	—
Mictório	1 : 20	—
Chuveiro	1 : 10	—
Bebedouro	1 : 25	Até 100 m horizontal / 15 m vertical

• CALCULADORA AO VIVO • NR-18

Dimensione a vivência pro seu efetivo

Trabalhadores no pico



40

Proporções NR-18 (18.5); vestiário pela fórmula NR-24; refeitório em referência de projeto. Dimensione sempre pelo PICO.

2 Vasos sanitários	2 Lavatórios	2 Mictórios
4 Chuveiros	2 Bebedouros	32 m² Refeitório (ref.)
58 m² Vestiário (NR-24)		

• NR-18 ITEM 18.13

Proteção contra quedas

- **Guarda-corpo** — travessão a 1,20 m, intermediário a 0,70 m.
- **Rodapé** — 0,20 m na base, segura material que cai.
- **Plataforma principal** — em prédio com mais de 4 pavimentos.
- **Plataformas secundárias** — a cada 3 lajes.

MUDOU EM 2020

O antigo PCMAT virou PGR (Programa de Gerenciamento de Riscos) na NR-18.

• A REDE DE UTILIDADES

Instalações provisórias

- **Energia** — grua e elevador puxam o pico de demanda (dezenas de kW).
- **Água** — com reservação pra garantir a cura do concreto.
- **Esgoto** — vivência gera sanitário; não lançar irregular.
- **Drenagem** — valetas e bombas; sem ela vira lamaçal.

A ESQUECIDA

Obra que não planeja drenagem trabalha no barro no 1º temporal — e aí tudo para.



SISTEMA TOYOTA

Canteiro enxuto (Lean)

Separar o que o cliente paga do que ele não paga.



**O cliente paga pela parede
pronta, não pelo pedreiro
andando, esperando ou
refazendo.**

— a ideia central do Lean

• DE ONDE VEIO

Nasceu na **Toyota**, no Japão arrasado

- **Anos 1950** — Japão pós-guerra, sem capital e sem espaço pra estoque. Copiar a produção em massa do Ford era impossível.
- **Taiichi Ohno**, engenheiro da Toyota, inverteu a lógica: em vez de produzir muito e estocar, **produzir só o que o cliente puxa**, na hora que puxa.
- Virou o **Sistema Toyota de Produção** — a raiz de tudo que a gente chama hoje de **Lean** (enxuto).

A VIRADA DE CHAVE

O inimigo deixou de ser o custo de cada peça e passou a ser o **desperdício** escondido no processo: estoque, espera, retrabalho.

• OS 2 PILARES

Just-in-Time + Jidoka

- **Just-in-Time** — cada etapa recebe o que precisa, na quantidade certa, na hora certa. Nada de estoque "por garantia".
- **Jidoka** (autonomação) — parar a linha na hora que aparece o defeito, em vez de empurrar o erro pra frente.
- O **Kanban** (cartão) é o sinal que **puxa** a reposição: só repõe quando consome — é o avô do nosso ponto de pedido.

TRADUZINDO PRA OBRA

Material puxado por pavimento + parar e resolver o erro na hora, em vez de rebocar por cima do torto.

• TIMWOODS • PARTE 1

As 7+1 perdas no **canteiro**

- **Transporte** — mover material à toa (estoque longe da prumada).
- **Inventário** — estoque parado em excesso (capital + quebra).
- **Movimentação** — gente andando atrás de ferramenta.
- **Espera** — equipe parada esperando concreto ou elevador.

ALVO DO LEAN

Esses são os ~60% do tempo que não agrega valor.

• TIMWOODS • PARTE 2

As 7+1 perdas no canteiro (cont.)

- **Superprodução** — argamassa que vira antes de usar.
- **Processamento excessivo** — reboco mais grosso que o necessário.
- **Defeitos / retrabalho** — a perda mais cara, paga 2x.
- **Intelecto** — ignorar quem está na ponta e vê o desperdício.

RETRABALHO

Parede fora de prumo paga material e mão de obra de novo — e ainda atrasa.

• PERGUNTA RÁPIDA

Qual é a perda **mais cara**?

A Espera (equipe parada)

B Defeito / retrabalho

C Estoque parado

• DOS ANOS 90

Do Toyota ao Lean Thinking

- Em **1990**, Womack e Jones estudaram a Toyota e batizaram o método de **Lean** no livro "A Máquina que Mudou o Mundo".
- Resumiram em **5 princípios**: definir o **valor** pela ótica do cliente → mapear o **fluxo de valor** → fazer **fluir** sem parar → deixar o cliente **puxar** → buscar a **perfeição**.
- O fio condutor é o mesmo de sempre: **mais valor, menos desperdício** — e vale pra qualquer processo, não só fábrica de carro.

A PERGUNTA-CHAVE

Em cada etapa: isso agrega valor pro cliente, ou é só custo que ele não enxerga?

• O LEAN CHEGA NA OBRA

Lean Construction

- Em **1992**, **Lauri Koskela** trouxe o Lean pra construção e apontou o erro do nosso jeito antigo de enxergar a obra.
- A obra não é só **Transformação** (as atividades que a gente mede no orçamento). Ela é também **Fluxo** (espera, transporte, estoque, conferência) e geração de **Valor**. É a teoria **TFV**.
- O orçamento clássico só enxerga a **Transformação**. O desperdício mora no **Fluxo** — e é lá que se escondem os ~60% que não agregam.

POR ISSO O LAST PLANNER EXISTE

É a ferramenta Lean que ataca o **Fluxo**: reduz a variabilidade do plano e só libera tarefa sem restrição.

• O CORAÇÃO DO LEAN

Empurrar × Puxar

Empurrar (push)	Puxar (pull)
Produz / compra pela previsão	Produz / compra pela demanda real
Estoca "por garantia"	Estoque mínimo, no just-in-time
Esconde o problema dentro do estoque	Expõe o problema na hora
Capital parado + risco de quebra	Fluxo puxado pela necessidade

NA OBRA

O **look-ahead** é o sinal que puxa a compra: o material entra porque a frente vai precisar dele — não porque "comprei pra garantir".

• NA PRÁTICA

Ferramentas **Lean** no canteiro

- **5S** — um lugar pra cada coisa; é o piso de tudo, não faxina.
- **Gestão visual / Last Planner** — programação à vista na frente.
- **Kanban de materiais** — reposição puxada quando atinge o mínimo.
- Combate falta (espera) e excesso (estoque) de uma vez.

INDICADOR

PPC (Last Planner): % do planejado que foi concluído — meta acima de 80%.



GOLDRATT · "A META"

Teoria das Restrições

A obra anda no ritmo do seu gargalo — é nele que você foca.

• O ELO MAIS FRACO

Todo sistema tem **um gargalo**

- Sempre existe **uma restrição** que limita o resultado do todo. Os outros recursos sobram capacidade.
- Reforçar quem **não** é gargalo não acelera nada: a obra anda no ritmo do **elo mais fraco**.
- Se o Lean ataca o desperdício em **todo** lugar, a TOC concentra a energia **onde dói**: no gargalo.

A FRASE DE GOLDRATT

Uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida na **obra inteira**. Uma hora ganha fora do gargalo é **miragem**.

• O MÉTODO EM 5 PASSOS

Como **domar** o gargalo

- **1. Identificar** — onde a obra trava? A fila de espera se forma antes de quem?
- **2. Explorar** — tirar o máximo do gargalo: ele não pode parar, esperar nem refazer.
- **3. Subordinar** — todo o resto trabalha no ritmo do gargalo; não adianta produzir o que só vira estoque.
- **4. Elevar** — só então aumentar a capacidade do gargalo (mais turno, mais equipamento).
- **5. Repetir** — resolvido um, o gargalo se muda de lugar. Volta ao passo 1, sem deixar a inércia mandar.

ATENÇÃO

Quase sempre o passo barato (explorar e subordinar) resolve antes de gastar dinheiro no passo 4.

• NA OBRA DE VERDADE

Quem é o **gargalo** da sua obra?

- **Estrutura** — quase sempre a **grua** (ou o elevador de carga): todo mundo depende dela pra subir material.
- **Fundação** — o ritmo do **concreto** (usina + bomba) ou a escavação.
- **Acabamento** — o **elevador de passageiro** e a frente de revestimento.
- Às vezes o gargalo nem é físico: é a **aprovação de projeto** ou a **liberação de material** que trava a frente.

O GANCHO COM O LEAN

Proteja o gargalo do desperdício: ele não pode esperar material (espera) nem refazer serviço (retrabalho). É nele que o Lean rende mais.

• COMO OPERAR PELA RESTRIÇÃO

Tambor, pulmão e corda

- **Tambor** — o gargalo dá o ritmo que a obra inteira segue.
- **Pulmão** — uma folga de tempo e estoque **na frente do gargalo**, pra ele nunca parar por falta.
- **Corda** — libera material no **ritmo que o gargalo consome**. Isso é puxar (pull), não empurrar.
- **Corrente Crítica** — junta as folgas das tarefas num **pulmão de projeto**, em vez de inchar cada atividade.

CONECTA TUDO

A "corda" é o seu look-ahead puxando as compras; o "pulmão" é a margem de segurança do cronograma de aquisições.

• PERGUNTA RÁPIDA

A grua é o gargalo. Onde você **não deve investir?**

- A** Um estoque-pulmão de fôrma na base da grua
- B** Manutenção preventiva da grua
- C** Dobrar a equipe de armação, que não é o gargalo

• EXERCÍCIO EM GRUPO

Projete o layout de um canteiro

- 1 **Zoneie** o terreno-tipo: produção, centrais, estoque, vivência, portaria.
- 2 **Posicione a grua** de modo a cobrir toda a planta sem invadir o vizinho.
- 3 **Posicione a vivência** dimensionada pelo pico, longe de área suja.
- 4 **Defina os acessos** separando fluxo de pessoas do de carga.
- 5 **Ache o gargalo** de cada fase: implantação, estrutura e acabamento.

• GABARITO COMENTADO

Layout do canteiro: **como resolver**

- **1. Decisões primeiras** — fixe a grua/elevador de carga (cobre a planta, não invade o vizinho) e a central de armação, coladas à prumada.
- **2. Resolva a matriz** — os **X** (refeitório longe da poeira; vivência longe da armação; resíduo longe da comida) e os **A** (central → elevador de carga).
- **3. Vivência** — pelo pico de efetivo, perto do acesso de pessoas e longe da área suja.
- **4. Acessos** — pessoas de um lado, carga do outro; os fluxos não se cruzam.
- **5. Gargalo por fase** — implantação: acesso e terra; estrutura: grua; acabamento: elevador de passageiro.

NÃO HÁ LAYOUT ÚNICO

Há vários certos. O errado é o que cruza pessoas com carga, enterra estoque longe da prumada ou ignora a evolução das fases.



A restrição de material no look-ahead é exatamente o gatilho do cronograma de compras.

— por isso gestão do planejamento e suprimentos andam juntos. Agora, aos suprimentos.

2

SÁBADO 27/06 · 6 HORAS

Gerenciamento de Suprimentos

Objetivo: garantir que o material certo chegue na hora certa — sem ruptura, sem capital parado, sem obra parada esperando.

• HOJE • SÁBADO — SUPRIMENTOS

O roteiro de **hoje**

- 1 Por que suprimentos quebra obra
- 2 Do orçamento ao plano de compras + curva ABC
- 3 Lead times — o tempo que você não controla
- 4 Cronograma de suprimentos (quando comprar cada coisa)
- 5 Look-ahead × compras — antecipar a falta
- 6 Gestão de estoque no canteiro
- 7 Fornecedores, cotação e contratos
- 8 Indicadores + exercício

PERGUNTA PRA COMEÇAR

De cada R\$ 100 que entram na obra, quanto vira material?

• O PESO DOS SUPRIMENTOS

Material é metade da obra

50–60%

do custo total da obra é material

30–35%

dos atrasos no curto prazo: falta de material

50%

PPC médio no Brasil sem gestão (metade do plano não acontece)

A REAL

A causa nº 1 de atraso semanal é **material que não chegou** — quase sempre item de lead time conhecido, que dava pra antecipar com uma planilha simples.

• O QUE É A CADEIA DE SUPRIMENTOS

Da necessidade à **entrega** **no canteiro**

- **Planejar a compra** — o que, quanto e quando cada material é preciso.
- **Comprar** — cotar, negociar, fechar pedido com o lead time em mente.
- **Receber e estocar** — conferir, guardar, proteger contra perda.
- **Abastecer a frente** — material na mão da equipe na hora certa.

ONDE TUDO COMEÇA

A mesma **EAP do orçamento** que virou cronograma agora vira **plano de compras**. Terceira face da mesma moeda.

• POR QUE O PLANO NÃO SE CUMPRE

As causas de não-cumprimento

O que faz a programação semanal falhar (obras sem gestão sistemática)

Causa	Peso	Quem resolve
Falta de material	30–35%	Compras / antecipação
Falta de mão de obra	15–20%	RH / mestre
Pré-requisito não concluído	15–20%	Campo
Retrabalho	10–15%	Qualidade
Clima / projeto / mudança	10–20%	Vários

BOA NOTÍCIA

A maior fatia (material) é a **mais previsível e evitável** — é o que vamos atacar hoje.

• DO ORÇAMENTO AO PLANO DE COMPRAS

Você não compra tudo igual

- Uma obra tem **centenas de itens** — do parafuso ao elevador.
- Gastar a mesma energia de gestão em todos é **desperdício**.
- O segredo é **priorizar**: foco onde está o dinheiro e o risco.

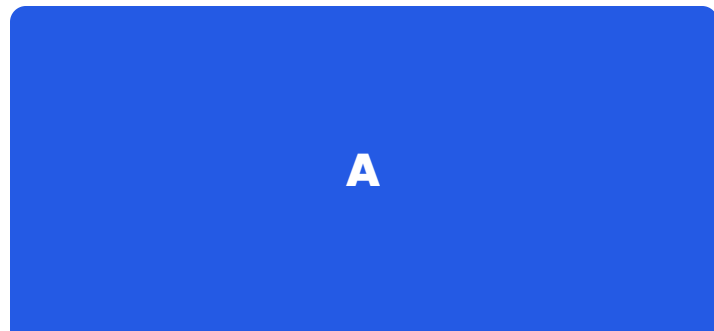
A FERRAMENTA

A **Curva ABC** separa o que merece atenção de comprador sênior do que é compra de rotina.

• CURVA ABC DE MATERIAIS

Poucos itens, muito dinheiro

~80% do valor



~20% dos itens
aço, concreto, elevador, esquadrias

~15%



~30% dos itens
revestimentos, louças

~5%



~50% dos itens
parafusos, EPI, consumo

Classe A: controle rigoroso, comprador sênior, contrato. Classe C: estoque simples, compra automática.



SEÇÃO B3

Lead time: o tempo que você não controla

O fornecedor tem o ritmo dele. Seu trabalho é antecipar.

• O CONCEITO

Lead time = pedido → entrega

- É o tempo entre **fechar o pedido** e o material **chegar no canteiro**.
- Não depende de você — depende do **fornecedor e da fila dele**.
- Varia de **1 dia (concreto) a 4 meses (elevador)** — tratar tudo igual é receita de atraso.

• LEAD TIMES TÍPICOS — RESIDENCIAL VERTICAL

Quem comprar cedo, quem deixar pro look- ahead

Lead LONGO — comprar nos 1ºs meses

- › **Elevador:** 90–120 dias (+ montagem 60–90)
- › **Esquadria de alumínio:** 45–60 dias
- › **Louças/metais importados:** 60–90 dias
- › **Granito, vidros, portas sob medida:** 30–45 dias
- › **Gerador, guarda-corpo inox:** 30–90 dias

O CONTRA-INTUITIVO

O **elevador** instala no fim da obra, mas o contrato fecha quando a obra ainda está na **fundação**. Lead longo = compra cedo.

Lead CURTO — comprar no look-ahead

- › **Concreto usinado:** 1–3 dias
- › **Aço CA-50:** 7–15 dias
- › **Blocos, cerâmica:** 3–15 dias
- › **Tintas, argamassa:** 3–7 dias
- › **Material elétrico, tubos PVC:** 3–10 dias

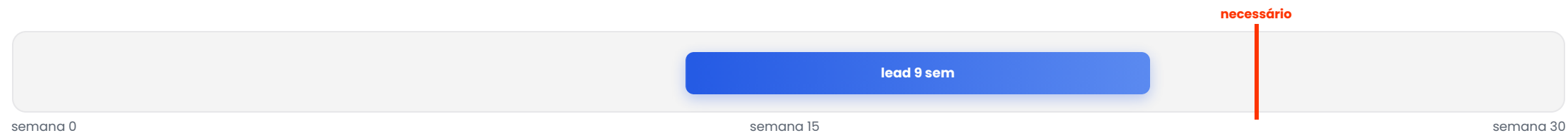
- A CONTA QUE EVITA A RUPTURA

**Data do pedido =
Necessário na obra - Lead time - Margem**

Exemplo: esquadrias necessárias na **semana 24** lead time **9 semanas** margem **2 semanas** → pedir na **semana 13**

• SIMULADOR — VAI CHEGAR A TEMPO?

Esquadrias: **quando pedir?**



Semana em que você faz o pedido

13



✓ Chega na semana 22 — folga de 2 semanas

• ANTECIPAR A FALTA

Look-ahead: olhar 6 a 8 semanas à frente

- Toda semana, pergunte: as atividades de daqui a 6–8 semanas **podem começar**? O que pode travar?
- Material não pedido vira **restrição** — e entra na lista pra resolver agora.
- Só entra na programação da semana o serviço **sem restrição** — material na mão.

OS DOIS ANDAM JUNTOS

O **cronograma de suprimentos** diz quando comprar (estático); o **look-ahead** cobra toda semana (dinâmico). Juntos, o material nunca falta de surpresa.

• O ELO COM O LAST PLANNER

A reunião semanal **puxa** as compras

- **Toda restrição de material** vira tarefa de compra com responsável e data — não fica no “depois eu vejo”.
- O **comprador participa** do look-ahead: vê a frente chegando antes de a obra cobrar.
- **PPC** que cai por falta de material vira pauta fixa — ataca a causa, não o sintoma.
- O cronograma de compras (estático) e o look-ahead (semanal) viram **um só processo**.

FECHA O CICLO DA SEXTA

Foi o que vimos no início: o médio prazo remove a restrição, o curto prazo só programa o que está livre. Material é a restrição nº 1 — e agora ela tem dono.



SEÇÕES B6 A B8

Estoque, fornecedores e controle

O material chegou. Agora: guardar bem, comprar bem e medir.

• O DILEMA DO ESTOQUE

Estoque demais **ou** de menos?

Estoque DEMAIS

- › Capital parado (dinheiro no almoxarifado)
- › Ocupa espaço no canteiro
- › Perda: quebra, roubo, vencimento, chuva

Estoque DE MENOS

- › Ruptura: a obra para esperando material
- › Compra emergencial (mais cara)
- › Equipe ociosa = custo correndo

O EQUILÍBRIO

Itens de **alto consumo** pedem estoque mínimo de segurança. Itens de **lead curto e baixo valor** podem ir no just-in-time.

• ESTOQUE MÍNIMO / PONTO DE PEDIDO

Quando **disparar** a próxima compra

Ponto de pedido = Consumo no lead time + Estoque de segurança

EXEMPLO — BLOCOS CERÂMICOS

Consumo **5.000/semana**, lead **1 semana**, segurança **1 semana** → quando o estoque chega a **10.000 blocos**, faz o novo pedido. Nunca deixa zerar na quinta com entrega só na terça.

• FORNECEDORES E COTAÇÃO

Comprar bem é **processo**, não sorte

- **Qualificar** — fornecedor confiável: prazo, qualidade, saúde financeira (não some no meio).
- **Cotar** — mínimo **3 propostas** comparáveis (mesma especificação, mesma condição).
- **Negociar** — preço, prazo de pagamento e **entregas parceladas** (por andar, por lote).
- **Registrar** — pedido com especificação completa (cor, medida, modelo) pra não chegar errado.

• CONTRATOS E RECEBIMENTO

Fechar e conferir

- **Itens classe A** (aço, elevador, esquadrias) → **contrato** com prazo, multa por atraso e cronograma de entrega.
- **Entregas parceladas** evitam estoque gigante e casam com o ritmo da obra.
- **Recebimento**: conferir quantidade, qualidade e especificação **antes de assinar** a nota.

ERRO CARO

Receber sem conferir = pagar por material errado, quebrado ou a menos — e descobrir só quando a equipe vai usar.

• COMO SE CONTRATA FORNECIMENTO E SERVIÇO

Modalidades de contrato

Modalidade	Como funciona	Quando usar
Preço global (empreitada)	valor fechado pelo escopo todo	Escopo definido; risco vai pro fornecedor
Preço unitário	paga por quantidade medida (R\$/m², R\$/kg)	Quantidade incerta; mede o executado
Administração (custo + taxa)	reembolsa custo + % de gestão	Escopo aberto; exige confiança e controle
Fornecimento + montagem	material e instalação no mesmo contrato	Elevador, esquadria, fachada

CLÁUSULAS QUE SALVAM

Prazo com **multa por atraso**, reajuste, entregas parceladas e **retenção** liberada no recebimento conforme — não na assinatura.

• INDICADORES DE SUPRIMENTOS

O que medir

Indicador	O que diz	Meta
Pedidos entregues no prazo	confiabilidade do fornecimento	> 90%
Índice de ruptura	quantas vezes faltou material	≈ 0
PPC por falta de material	atrasos semanais por compra	cair a cada mês
Giro de estoque	capital parado no canteiro	alto (pouco estoque)
Economia em cotação	ganho das 3 propostas	acompanhar

• O SISTEMA QUE COSTURA TUDO

ERP de obra: do orçamento ao financeiro

- 1 **Orçamento** (a EAP) entra como base — o que foi previsto comprar.
- 2 **Compras** puxam do orçamento: cotação e ordem de compra amarradas ao item orçado.
- 3 **Estoque** dá entrada pela nota e baixa pelo consumo da frente.
- 4 **Medição** de empreiteiro e **financeiro** (contas a pagar) fecham o ciclo.

POR QUE IMPORTA

No **Sienge** (ou similar) o comprado conversa com o orçado: dá pra ver **desvio de custo em tempo real** e travar pedido fora do previsto. Suprimentos vira controle, não papelada.

• DECISÃO DE OBRA — CHUTE

A obra está na **fundação (mês 2). Quando fechar o elevador?**

A Mês 8, quando faltar pouco

B Mês 5, meio da obra

C Agora, no mês 2

• O CICLO DA COMPRA

Aquisição é **processo**, não um zap pro fornecedor

- **Requisição** — a frente pede: o quê, quanto, quando precisa. Puxado pelo look-ahead, não pelo "acabou".
- **Cotação** — 3 fornecedores no mínimo, com a **mesma especificação** pra todos — senão compara banana com maçã.
- **Mapa comparativo** — preço + prazo + pagamento + frete na mesma tabela. A decisão fica rastreável.
- **Pedido (ordem de compra)** — trava preço, prazo e quantidade. É o documento, não o "combinado no telefone".
- **Acompanhar → receber → pagar** — cobrar a entrega, conferir e fechar o ciclo.

A VIRADA

Quem compra por requisição + cotação + pedido tem **preço travado e rastreável**. Quem compra no susto paga o spot e ainda atrasa.

• A CONTA QUE NINGUÉM FAZ

Cronograma de aquisições: de trás pra frente

- Parta da **data de necessidade na obra** — vem do cronograma físico, não do chute.
- Recue o **lead time** do fornecedor (fabricação + entrega).
- Recue o **tempo de cotação e aprovação** (cotar, mapear, aprovar: 1 a 3 semanas).
- Recue uma **margem de segurança** (atraso de fornecedor, ajuste de projeto).
- O que sobra é a **data limite pra disparar a compra**. Passou disso, a obra para esperando material.

EXEMPLO

Elevador na semana 70 · lead 16 · cotação 2 · margem 2 = comprar até a **semana 50**. São 20 semanas de antecedência — não "quando lembrar". (É o mesmo número do gabarito daqui a pouco.)

• NA PRÁTICA • LEVE COM VOCÊ

Um cronograma de aquisições **de verdade**

- Planilha pronta, item a item, com a cadeia toda: **solicitação** → **autorização** → **cotação** → **aprovação** → **contratação** → **entrega**.
- Ela soma o **Lead Time Total** e calcula sozinha a **Data Limite do Pedido** — é o "de trás pra frente" que acabamos de ver, automatizado.
- Baixe, troque pelos itens e datas da **sua** obra e cruze com o look-ahead.

[!\[\]\(666e09182d4cd268646ea700ea60dcdf_img.jpg\) Baixar o exemplo \(Excel\)](#)

COMO USAR

É um **modelo**, não a verdade da sua obra. Ajuste os lead times com os seus fornecedores e as datas com o seu cronograma físico.

• SIMULADOR — MEXE NO SLIDER

Elevador: **quando pedir?**



Semana em que você faz o pedido

58



⚠ Chega na semana 74 — ATRASA 4 semanas (obra parada)

• A ESTRATÉGIA EM UM QUADRO

Curva ABC $\times$ lead time

	Lead longo	Lead curto
Classe A (muito \$)	Comprar cedo e travar — puxa o cronograma	Look-ahead — programa 6-8 sem antes
Classe C (pouco \$)	Estoque mínimo de segurança	Just-in-time / kanban — repõe no consumo

ONDE MORA O RISCO

O canto **A + lead longo** (elevador, esquadria, fachada) é o que para obra. É ele que dita o início do cronograma de aquisições.

• COMPRAR BEM É RELAÇÃO

Gestão de fornecedores

- **Qualificar** — CNPJ ativo, capacidade de entrega, referências de outras obras. Antes de precisar.
- **Homologar** — um cadastro de quem está apto a fornecer cada família (aço, concreto, esquadria).
- **Avaliar sempre** — nota por entrega no prazo, qualidade e preço. O histórico decide a próxima compra.
- **Risco de concentração** — não depender de **um** fornecedor pra item classe A. Ter um plano B homologado.

PARCERIA x SPOT

Item recorrente (aço, concreto) pede **parceria de prazo** (preço e prioridade). Item pontual pode ir no **spot**, na melhor cotação da hora.

• AS ALAVANCAS

Negociar é **preparo**, não simpatia

- **Volume** — consolidar pedidos (fechar o aço da obra toda) ganha mais que comprar picado.
- **Prazo** — quem programa cedo negocia de igual; quem compra no desespero aceita o preço que vier.
- **Pagamento** — à vista ou a prazo é moeda de troca: use o que sobra no fluxo de caixa.
- **Relação** — fornecedor que confia na recorrência segura preço e prioriza a sua entrega.

CAUIDADO

O menor preço com prazo que não cabe é o **mais caro** da obra: atrasa a frente e custa multa de cronograma.

• FECHAR O CICLO

Receber é **conferir**, não só assinar

- **Quantitativo** — o que chegou bate com o pedido e a nota? Contou, pesou, mediu?
- **Qualitativo** — é a especificação certa? Tem dano, validade, certificado (aço, concreto)?
- **Divergência** — não conformou, não aceita: registra e devolve antes de descarregar.
- **Rastreabilidade** — NF, certificado e entrada no estoque amarram o que entrou ao que foi orçado.

POR QUE IMPORTA

Material errado aceito no portão vira **retrabalho** lá na frente — a perda mais cara, agora com a sua assinatura no recebimento.



SUPRIMENTOS · NÍVEL AVANÇADO

A visão da indústria

A fábrica resolveu isso há décadas. Vamos pegar o método e traduzir pra obra.

• A ESCADINHA

De comprador a **gestor da cadeia**

- **Comprar** — o nível transação: achar preço e fechar pedido. Reativo, item a item.
- **Suprir** — o nível tático: lead time, estoque, cronograma de aquisições, fornecedor. É onde a obra já joga.
- **Gerir a cadeia (SCM)** — o nível estratégico: enxergar do **fornecedor do seu fornecedor** até a entrega na frente, e tratar isso como vantagem.

A VIRADA DE MENTALIDADE

Comprador pensa "paguei barato?". Gestor de cadeia pensa "o material certo vai chegar na hora certa, sem ruptura e sem capital parado?".

• O MAPA DE COMO COMPRAR CADA ITEM

Matriz de Kraljic

	Risco de faltar BAIXO	Risco de faltar ALTO
Pesa muito no custo	Alavancagem — muitos fornecedores, cotação dura, ganhe no volume (aço, concreto)	Estratégico — parceria de longo prazo, contrato, desenvolva o fornecedor (elevador, fachada)
Pesa pouco no custo	Não-crítico — simplifique e automatize, compre por catálogo (EPI, consumível)	Gargalo — garanta o fornecimento: 2º fornecedor + estoque de segurança (item específico de projeto)

POR QUE É OURO

A curva ABC diz **onde está o dinheiro**; o Kraljic diz **como comprar** cada tipo. Item caro e fácil você aperta no preço; item barato que para a obra você protege o fornecimento.

• O MENOR PREÇO ENGANA

Custo Total de Aquisição (TCO)

- O preço da nota é só a ponta. O custo de verdade soma **frete**, **estoque** (capital parado), **qualidade/retrabalho** e **risco de atraso**.
- O fornecedor mais barato que entrega errado ou atrasado é o **mais caro** da obra — só que a conta chega depois.
- A indústria decide por **TCO**; a obra ainda decide pelo menor preço da cotação. Mudar isso é margem.

EXEMPLO

Bloco 5% mais barato, mas fora de esquadro: a economia some no retrabalho de reboco e no atraso da alvenaria. O "caro" certo sai mais barato.

• POR QUE O DE ÚLTIMA HORA CUSTA CARO

O efeito chicote

- Uma variaçãozinha de demanda na ponta **amplifica** conforme sobe a cadeia — igual à ponta de um chicote.
- Na obra: você pede em cima da hora → o distribuidor não tem → aciona a fábrica correndo → preço sobe, prazo estoura, e todo mundo passa a estocar com medo.
- O remédio é o mesmo do Lean e da TOC: **previsibilidade**. Cronograma de aquisições + look-ahead avisam a cadeia com antecedência e tiram o susto.

CONECTA TUDO

Planejar a compra não é burocracia: é o que **tira a chibatada** da sua cadeia — e o preço e o prazo agradecem.

• A MÉTRICA-RAINHA DA INDÚSTRIA

OTIF e os indicadores de suprimentos

- **OTIF** (On Time In Full) — a entrega só conta se chegou **no prazo E completa**. 95% no prazo mas faltando item ainda para a frente.
- **Ruptura** (falta) e **giro de estoque** — quantas vezes o estoque "roda" no ano. Giro alto = pouco capital parado.
- **% de compras emergenciais** — quanto você comprou no susto (caro) vs planejado. É o termômetro da gestão.

O QUE PERSEGUIR

OTIF alto e compras emergenciais baixas. Se metade das compras é "pra ontem", o problema não é o comprador — é o planejamento lá atrás.

• DA INDÚSTRIA • QUANTO PEDIR DE UMA VEZ

Lote Econômico de Compra (EOQ)

Pra material de consumo contínuo (bloco, cimento, aço de tela): pedir **muito de uma vez** economiza frete mas empata capital; pedir **pouco e sempre** gasta pedido e frete toda hora. O EOQ acha o meio-termo. Arraste e veja.

Demanda no ano (un)

100.000



Custo por pedido (R\$)

300



Custo de estocar (R\$/un/ano)

2,00



5.477

unidades por pedido

≈ 18,3 pedidos/ano · custo total ≈ R\$ 10.954/ano

No ponto certo, o custo de **pedir** (R\$ 5.477) ≈ o de **estocar** (R\$ 5.477). Pedir demais = capital parado; de menos = frete e papelada toda hora.

ESTOQUE DE SEGURANÇA

Some uma "gordura" pro lead time variar: quanto mais você quer **não faltar** (nível de serviço), maior o estoque de segurança — e o capital parado. É o seguro contra ruptura.

• O QUE A PANDEMIA ENSINOU

Gestão de **risco** na cadeia

- **Concentração** — depender de **um** fornecedor pra item crítico é bomba-relógio. Tenha um 2º homologado (dual sourcing).
- **Visibilidade** — saber o lead time real e o estoque do fornecedor evita a surpresa. O que você não enxerga, você não gerencia.
- **Contingência** — pra item gargalo, um plano B escrito: fornecedor alternativo, estoque de segurança ou substituto técnico já aprovado.

LIÇÃO RECENTE

2020-21: quem dependia de um fornecedor só de aço ou PVC parou a obra. Resiliência virou parte do custo — e do projeto de suprimentos.

• EXERCÍCIO DO DIA 🕒 EM GRUPO

Montar o cronograma de suprimentos

- 1 Peguem a EAP da obra-tipo e listem os 10 materiais de maior valor (classe A).
- 2 Para cada um: quando é necessário na obra + lead time + margem.
- 3 Calculem a **data do pedido** (necessário - lead - margem).
- 4 Marquem os itens de lead longo que já estão **atrasados** se a obra começou hoje.
- 5 Montem o look-ahead de 6 semanas e cruzem com as compras.

• GABARITO COMENTADO

Cronograma de suprimentos: como resolver

Material (classe A)	Necessário	Lead	Margem	Pedir até
Elevador	semana 70	16 sem	4	semana 50
Esquadria de alumínio	semana 40	9	2	semana 29
Louças / metais	semana 60	10	2	semana 48
Aço CA-50 (1º lote)	semana 6	2	1	semana 3

A LEITURA

Some lead + margem e ande pra trás a partir da data de uso. Os de **lead longo** (elevador, esquadria) já estão no caminho crítico das compras com a obra ainda na estrutura — são os que “atrasam parados”.

• EXERCÍCIO INTEGRADOR FECHA A DISCIPLINA

Um caso, os **três eixos** juntos

Obra: 12 pavimentos, 22.000 m², 40 meses, pico de efetivo ~110 pessoas. Esquadria de alumínio (lead 9 semanas) necessária na semana 30.

- 1 **Planejamento** — confirme o efetivo de pico pela fórmula e leia o histograma: onde está o pico?
- 2 **Canteiro** — dimensiona a vivência por esse pico e decida o transporte vertical (12 pav → o que a NR-18 obriga?).
- 3 **Suprimentos** — trave a data de pedido da esquadria e diga se, começando hoje, ela já está atrasada.
- 4 **Amarra** — mostre como a restrição da esquadria entra no look-ahead e na reunião semanal.

A SÍNTESE

Planejar diz QUANDO; o canteiro e os suprimentos fazem ACONTECER.
Quem enxerga os três juntos não é pego de surpresa.

• PRÓXIMO FIM DE SEMANA • 03-04/07

O que vem na **Aula 2**

Integração e controle

- › **Last Planner completo** — médio e curto prazo, PPC, causas de não-cumprimento na sua obra
- › **Controle físico-financeiro** — curva S, avanço medido e valor agregado (EVA)
- › **Canteiro × suprimentos × execução** num só fluxo

TRAGAM

Uma obra de vocês (real ou recente): vamos aplicar o método nela, do canteiro ao cronograma de compras.

Suprimentos avançado

- › **Contratos e ERP** na prática — medição, aditivo, Sienge
- › **Casos reais** Cartesian — o que deu certo e o que quebrou
- › **Trabalho final** da disciplina (se a coordenação pedir avaliação)

■ FIM DA AULA 1

O que vocês levam pra obra

- O canteiro é uma fábrica temporária: layout, fluxos e transporte definem a produtividade.
- Dimensione pelo gargalo de cada fase: vivência pelo pico, vertical pela estrutura, acessos pela implantação.
- Material é metade da obra — lead time + cronograma de compras + look-ahead = material na hora certa.
- Canteiro enxuto: só o que agrega valor; andar, esperar e refazer é perda a eliminar.

Aula 2 (próximo fim de semana): integração, controle e aprofundamento. · **Leonardo Kock** · Cartesian Engenharia