



• MBA GERENCIAMENTO DE OBRAS • UNIVALI • TURMA IV

Gestão de obra na prática: canteiro, suprimentos e controle

Aula 2 — do plano ao dia a dia da obra. Mão na massa no canteiro, compras que chegam a tempo e o controle que fecha o ciclo.

Prof. Leonardo Kock Cartesian Engenharia Fim de semana 2 · ~10h

• ONDE PARAMOS • PARA ONDE VAMOS

Semana passada a gente planejou. Hoje a gente opera e controla.

- **Aula 1 (feito):** gestão do planejamento (Last Planner, histograma), canteiro físico (layout, transporte, NR-18), Lean, restrições e os **conceitos** de suprimentos (ABC, lead time, cronograma de compras).
- **Aula 2 (hoje):** gerir a obra como um todo → **mão na massa no canteiro** (app) → **suprimentos na prática** (como se faz de verdade) → **controlar** a obra (curva-S, valor agregado).

O CONTRATO DE HOJE

Não vamos repetir o que vocês já viram. Hoje é o **como fazer**: a planilha que a Cartesian roda na obra, o app que vocês vão usar agora, e os números que dizem se a obra está indo bem.

BLOCO 1 • PARA ENTRAR NO CLIMA

01

Gerir uma obra

O que é, de fato, tocar uma obra do primeiro caminhão ao habite-se

• O TRIPÉ DO GERENCIAMENTO

Toda obra equilibra **três pernas** — e elas puxam umas às outras

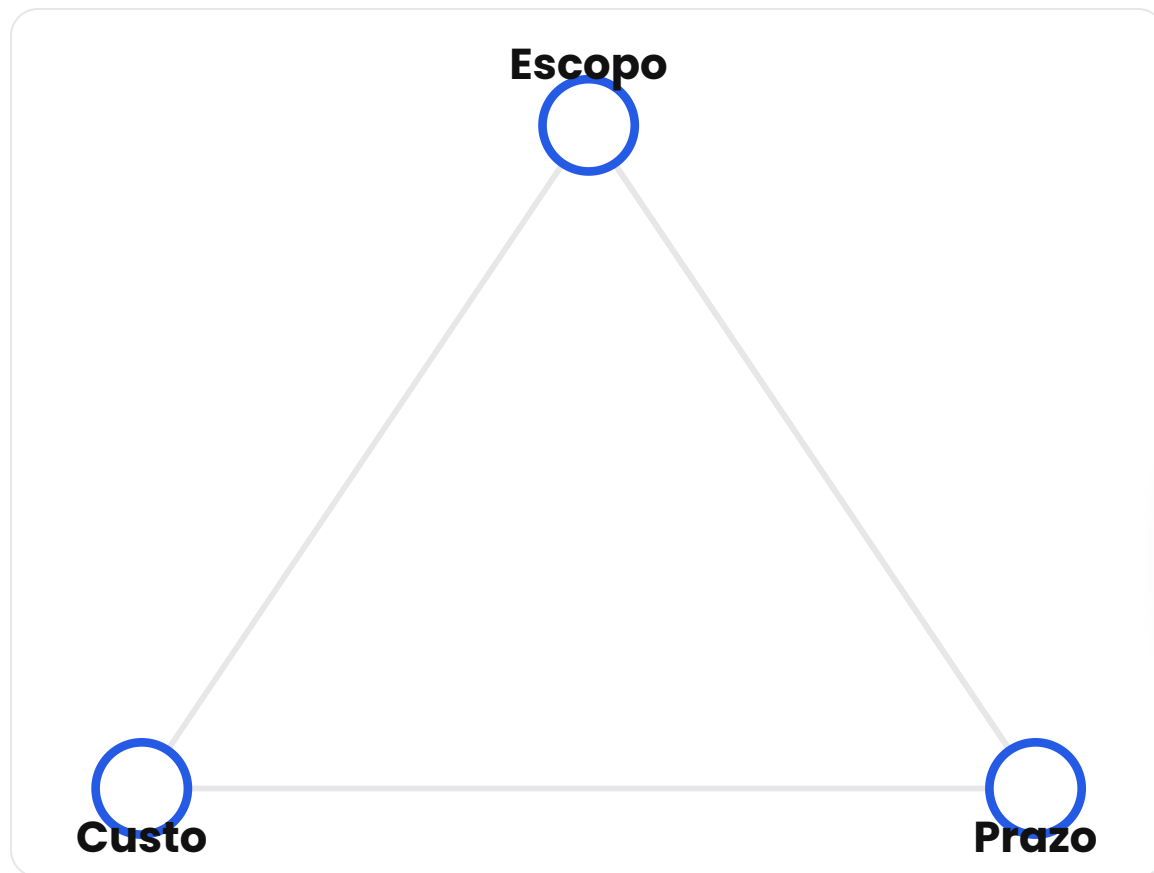


A LEI DE FERRO

Mexeu numa perna, as outras reagem. Adiantar o prazo sem mexer no escopo → o **custo** sobe. Cortar custo sem mexer no prazo → o **escopo** encolhe. No centro de tudo: **qualidade e segurança**, que nunca são moeda de troca.

• EXPERIMENTE • TRAVE DUAS

Bom, rápido e barato:
escolha dois



Clique nas duas prioridades que a obra **não pode** abrir mão. Veja o que sobra pra ceder.

Escopo

Prazo

Custo

ESCOLHA

Trave 2 prioridades

Nenhum projeto entrega escopo total, no menor prazo e no menor custo ao mesmo tempo. Clique em duas.

• ALÉM DO TRIPIÉ

O gestor equilibra **seis frentes** ao mesmo tempo

Escopo

o que entregar

Prazo

quando entregar

Custo

com quanto

Qualidade

do jeito certo

Segurança

sem ninguém se machucar

Suprimentos

com material na mão

POR QUE SUPRIMENTOS ENTRA AQUI

As três de cima são o clássico. Mas **qualidade, segurança e suprimentos** são o que, na prática, decide se as três de cima acontecem. Material que não chega derruba prazo, custo e escopo de uma vez só.

• O CICLO QUE NUNCA PARA

Gerir é rodar o ciclo
planejar → executar →
controlar → agir



O MAPA DA AULA DE HOJE

Aula 1 foi o **P**. Hoje mergulhamos no **D** (canteiro + suprimentos na prática) e fechamos no **C** e no **A** (curva-S e valor agregado). O ciclo gira a obra inteira.

• O PAPEL DO GESTOR

O gestor não faz — ele integra

- **Não é o melhor pedreiro nem o melhor projetista.** É quem faz as peças conversarem: projeto, orçamento, planejamento, compras, produção e cliente.
- **Antecipa restrição.** O bom gestor gasta o tempo dele resolvendo o que vai travar daqui a 6 semanas, não apagando o incêndio de hoje.
- **Decide com número.** Escolhe entre alternativas com base em prazo, custo e risco — não no "achismo".
- **Comunica.** Metade do trabalho é alinhar expectativa: com a equipe, com o cliente, com o fornecedor.

• COMO AS DISCIPLINAS SE CONECTAM

Uma **única espinha** costura a obra inteira



A IDEIA QUE AMARRA A AULA

É a **mesma EAP** (Estrutura Analítica do Projeto) que vira preço no orçamento, prazo no planejamento e lista no plano de compras. Uma quebra bem feita alimenta todo o resto.

• OS NÚMEROS QUE MEDEM A OBRA

Toda obra se mede por m^2 — mas qual m^2 ?

QUANTO ÁREA CONTA

Área equivalente

o m^2 "de custo", não o m^2 bruto

•

R\$ POR m^2

CUB

o custo de referência do mercado

•

HH POR m^2

Produtividade

quanta mão de obra a obra consome

POR QUE ISSO IMPORTA HOJE

O **Pm** (Hh/m^2) é o que dimensiona o efetivo que você vai calcular no app daqui a pouco. E o **CUB** sobre a **área equivalente** é a primeira leitura de custo de qualquer obra. Os três dependem de acertar **qual é o m^2** .

Nem todo m² custa igual

Uma garagem no subsolo não custa o mesmo que um apartamento. A NBR 12721 converte a área real em área equivalente: cada tipo de área vale uma fração da área de padrão, conforme o custo relativo dela.

Coefficientes usuais (a NBR fixa por projeto, comparando custos)

Tipo de área	Coefficiente	Leitura
Área privativa / padrão da unidade	1,00	a referência — custo cheio
Garagem / subsolo coberto	0,50 – 0,75	menos acabamento, menos custo
Varanda / terraço / área coberta aberta	0,50 – 0,75	coberta, mas sem fechamento pleno
Áreas descobertas (piscina, quadra, jardim)	0,00 – 0,30	pouco ou nada de construção

A REGRA DA NORMA

Coefficiente = **custo estimado daquela área ÷ custo da área de padrão**.
Some tudo e você tem a **área equivalente de construção** — o m² que entra no CUB.

• NA PRÁTICA

6.000 m² reais → 5.050 m²
equivalentes

Área	Real (m²)	Coef.	Equivalente (m²)
Privativa + comum padrão	4.000	1,00	4.000
Garagem (subsolo)	1.500	0,60	900
Áreas descobertas	500	0,30	150
Total	6.000	—	5.050

O ERRO QUE CUSTA CARO

Estimar por **6.000 × CUB** superfatura a obra em ~19%. O custo por CUB usa a **área equivalente (5.050)**. Confundir área bruta com equivalente é um dos erros mais comuns de viabilidade.

O termômetro de custo da construção

- **O que é:** um valor em **R\$ por m²** que representa o custo básico de construir, publicado **todo mês** pelo **Sinduscon de cada estado** (o CUB/SC, CUB/SP...).
- **De onde vem:** a **NBR 12721** define **projetos-padrão** (residencial R1, R8, R16, comercial...) e um **lote básico** de materiais e serviços representativos. O Sinduscon coleta preços e calcula o custo desse lote.
- **Para que serve:** comparar padrões e obras, indexar contratos, e dar a **primeira estimativa** de custo: $\text{custo} \approx \text{área equivalente} \times \text{CUB}$.

REFERÊNCIA REAL

Num paramétrico Cartesian em Florianópolis, o **CUB usado foi R\$ 3.028/m²** (data-base do projeto). O CUB muda todo mês e por estado — sempre cite a data-base.

• O QUE O CUB INCLUI — E O QUE NÃO

CUB não é o custo total da obra

O CUB cobre (lote básico)

- › Materiais dos serviços do projeto-padrão
- › Mão de obra + encargos sociais
- › Equipamentos, ferramentas e despesas de administração da obra
- › Estrutura, alvenaria, revestimentos, esquadrias, pintura, instalações comuns

A CONTA HONESTA

Custo real = **área equivalente** × **CUB** + tudo que o CUB não cobre. Por isso o R\$/m² de uma obra real fica **acima** do CUB — quem esquece isso subestima o orçamento.

O CUB NÃO cobre

- › Terreno, fundações especiais e contenções
- › Elevadores, gerador, ar-condicionado, paisagismo, playground, muros
- › Projetos e honorários técnicos
- › Impostos, taxas, BDI/lucro e custos financeiros
- › Ligações definitivas de água, luz, esgoto, gás

• CUB RATIO • LENDO O PADRÃO

Quanto sua obra **pesa em CUB**

$$\text{CUB ratio} = (\text{R\$/m}^2 \text{ da obra}) \div \text{CUB}$$

$\approx 1,0$ → padrão do projeto-padrão $1,2 - 1,5$ → alto padrão $< 1,0$ → econômico

POR QUE A CARTESIAN USA

O CUB ratio é **atemporal e regional-neutro**: um alto padrão dá ~1,3 CUB em qualquer estado e em qualquer mês. Vira o **benchmark** pra saber se o R\$/m² de uma obra faz sentido — independentemente da inflação e da praça.

RUP: o **homem-hora** de cada serviço

- **O que é:** Razão Unitária de Produção = **homem-hora para produzir UMA unidade** de um serviço. É o conceito do Prof. **Ubiraci Souza (Poli-USP)**, a referência brasileira de produtividade.
- **A conta:** $RUP = Hh \text{ gasto} \div \text{quantidade produzida}$. Ex.: 8 pedreiros $\times$ 8 h = 64 Hh levantam 80 m² de alvenaria $\rightarrow$ **RUP = 0,8 Hh/m²**. Quanto **menor** a RUP, mais produtiva a equipe.
- **De onde vêm os números:** (1) **apontamento na própria obra** — Hh real $\div$ produção real, a fonte mais confiável; (2) **referências:** SINAPI (cada composição traz o coeficiente de mão de obra), TCPO, estudos do Ubiraci; (3) a **Cartesian calibra** com a base histórica das obras dela.

O PONTO

RUP **não é chute — é medição**. Por isso o efetivo estimado a partir dela tem lastro: são horas que a obra realmente consumiu, obra após obra.

• SIMULADOR • CALCULE A RUP

Mão na massa: $Hh \div$ produção

Alvenaria

Reboco

Fôrma

Contrapiso

Operários na equipe

8

Jornada (h/dia)

8

Produção no dia (m²)

80

0,80

Hh por m² — a RUP

8 oper. $\times$ 8 h = 64 Hh $\div$ 80 m²

Na média

Cada operário faz **10,00 m²/dia**. Referência p/ alvenaria: bom $\leq$ 0,70 · médio ~1,00 · ruim $\geq$ 1,30 Hh/m².

• PRODUTIVIDADE · PM (HH/M²)

Pm: quantas horas de gente por m² de obra

Pm = total de homem-hora do orçamento ÷ área construída.
É a soma das RUPs (Razão Unitária de Produção, Hh/m²) de cada serviço. Na Cartesian, sai da planilha de estimativa de prazo, serviço por serviço.

Composição do Pm (ordens de grandeza — RUP por família de serviço)

Família de serviço	RUP (Hh/m²)
Estrutura (fôrma + armação + concreto)	~12 – 16
Alvenaria e vedações	~6 – 9
Revestimentos (parede, piso, teto)	~10 – 14
Instalações + esquadrias + pintura + demais	~8 – 12
Pm total (residencial vertical padrão)	≈ 43 Hh/m²

O NÚMERO DA CARTESIAN

Para o padrão de obra da Cartesian, o Pm de referência é **~43 Hh/m²**.
Padrão mais alto (mais acabamento) sobe; obra mais simples desce.

• POR QUE SÓ ESSAS FAMÍLIAS

Cada serviço tem sua RUP — **somadas**, dão o Pm

- **Cada serviço mede na sua unidade:** alvenaria em Hh/m² de parede, concreto em Hh/m³, fôrma e reboco em Hh/m². Pra virar um Pm único (Hh/m² de **obra**), converte cada um — RUP × quantidade daquele serviço por m² de obra — e soma tudo.
- **Por que essas quatro:** estrutura, alvenaria, revestimentos e instalações/esquadrias/pintura concentram **quase toda a mão de obra direta** de um prédio vertical. É a espinha da produção — por isso dominam o Pm.
- **O que fica de fora:** movimento de terra e fundação são pontuais e muitas vezes **empreitados/terceirizados** (entram por conta própria); o pessoal de **canteiro, apoio e gestão** não é RUP de produção — é **efetivo indireto**, somado à parte.

FECHANDO

Somadas as RUPs das famílias de produção, dá **~43 Hh/m²** pro padrão Cartesian. Estrutura mais simples desce; muito acabamento sobe.

• DO PM AO EFETIVO • VOCÊ VAI USAR ISSO NO APP

Quantas **pessoas** a obra
precisa

$$\text{Efetivo médio } N = \frac{\text{Área} \times Pm}{\text{Prazo} \times 180}$$

$Pm = Hh/m^2$ (~43) $180 \approx Hh/\text{mês}$ por operário (22 dias $\times$ 8 h) N = efetivo médio; o pico vem do histograma

NO CENÁRIO DE HOJE

$14.000 \text{ m}^2 \times 43 \div (20 \times 180) \approx \mathbf{167 \text{ pessoas}}$. É a mesma conta que o app faz no Passo 1 — e o pico (acabamento) é ainda maior que essa média. Guardem esse número: ele dimensiona vivência, transporte e canteiro.



Planejar é fácil no papel. A obra acontece no canteiro e no caminhão de entrega.

Vamos pro concreto: primeiro o canteiro, na mão de vocês.

BLOCO 2 · MÃO NA MASSA

02

Dimensionar um canteiro — de verdade

Vocês vão usar o **Designer de Canteiro** no computador · atividade prática

• POR QUE ESSA ATIVIDADE

Na Aula 1 vimos a teoria. Agora vocês dimensionam

- **Recall rápido:** o canteiro se dimensiona a partir do **pico de efetivo** — quantas pessoas ao mesmo tempo. Dele saem vivência (NR-18/NR-24), produção, utilidades e o layout.
- **O app faz a conta pesada:** efetivo, programa de necessidades, áreas, gatilho de transporte vertical e ocupação do terreno — em tempo real.
- **Você toma as decisões:** onde vai a grua, como separar fluxo de gente e de carga, quanto o terreno aperta. O app calcula; vocês projetam.

• A OBRA-TIPO DE HOJE

O cenário que todos vão dimensionar

Residencial vertical — dados de entrada da atividade

Parâmetro	Valor	De onde vem
Área construída total	14.000 m²	quadro de áreas do projeto
Prazo de obra	20 meses	contrato / planejamento
Pavimentos-tipo	15 + térreo	projeto arquitetônico
Subsolos	2 (garagem)	projeto
Produtividade média (Pm)	43 h/m²	referência Cartesian (Hh/m²)
Terreno disponível	2.000 m² (urbano)	implantação → canteiro restrito

O QUE O APP VAI DEVOLVER NA HORA

Efetivo médio $\approx 14.000 \times 43 \div (20 \times 180) \approx 167$ pessoas (o pico, no acabamento, é maior) — e com 16 pavimentos, o gatilho da NR-18 já obriga elevador de passageiro.

• PASSO A PASSO NO APP

Cinco passos no app

ONDE

Abra **canteiro.cartesianengenharia.com** — a conta já vai estar liberada.

- 1 **Entrar e abrir projeto.** Faça login, crie um projeto com o seu nome.
- 2 **Passo 1 — Dados da obra.** Digite os números do cenário. Veja o **efetivo de pico** aparecer e o gatilho de transporte vertical.
- 3 **Passo 2 — Programa de necessidades.** Clique em "gerar programa": vivência (vasos, chuveiros, vestiário, refeitório), produção e grua saem calculados. Ajuste se quiser.
- 4 **Passo 3 — Layout.** Posicione os blocos à escala real. Coloque a grua, separe fluxo de gente e de carga, veja a **ocupação do terreno**.
- 5 **Passo 4 — Custo.** Veja o canteiro consolidar em R\$/m². Exporte o PNG do seu layout.

• ENQUANTO FAZ, REPRE

Onde mora a **decisão de engenharia**

- **O efetivo manda em tudo.** Mude o prazo de 20 → 16 meses e veja o pico de gente subir. Menos prazo = mais gente = canteiro maior. Essa é a troca.
- **A grua não é "1 por X m²".** Ela se posiciona pelo alcance e pela carga. Onde ela cobre a planta toda sem cruzar a vivência?
- **Fluxo de pessoas ≠ fluxo de carga.** A entrada da vivência não pode disputar espaço com o recebimento de material.
- **Terreno apertado cobra escolha.** Passou de 90% de ocupação? Canteiro restrito: verticalizar armazenagem, terceirizar central, reduzir estoque.

• COMO VAMOS RODAR

Dinâmica e tempo

- **Duplas.** Um mexe no app, o outro questiona as decisões. Trocam no meio.
- **~40 min de mão na massa:** 10 min dados + programa · 20 min layout · 10 min custo + export.
- **~15 min de discussão:** 2-3 duplas mostram o layout na projeção.

ENTREGÁVEL DA ATIVIDADE

O **PNG do layout** + três frases: (1) qual foi o pico de efetivo, (2) por que a grua ficou onde ficou, (3) quanto o terreno apertou (% de ocupação).

FECHANDO A ATIVIDADE

Dois canteiros para a mesma obra ficaram diferentes. Qual está certo — e por quê?

BLOCO 3 · O CORAÇÃO DA DISCIPLINA

03

Suprimentos: do conceito à prática

Vocês já sabem o "o quê". Hoje é o **como se faz de verdade** na obra

O SALTO DE HOJE

**Semana passada: o que é
curva ABC, lead time e
cronograma de compras.
Hoje: a planilha real que faz
isso girar.**

• O FIO CONDUTOR

O plano de compras **não nasce do nada** — nasce da EAP

EAP / ORÇAMENTO

Quantitativos

quanto de cada insumo



PLANEJAMENTO

Quando cada serviço

data de necessidade na obra



PLANO DE COMPRAS

O que pedir e quando

data-limite do pedido

RASTREÁVEL, NÃO CHUTE

A quantidade de aço, bloco e revestimento sai do **orçamento executivo por pavimento**. A data em que precisa sair do **cronograma**. Junte os dois e você tem o plano de compras — com origem em cada número.

• DA QUANTIDADE À DATA

Cada material ganha uma **quantidade** e uma **data**

- **Quantidade** — vem do quantitativo por pavimento: 15 lajes × X m² de fôrma, Y kg de aço, Z m² de revestimento.
- **Data de necessidade** — vem do cronograma: a estrutura do 8º pavimento é na semana 30 → o aço do 8º precisa estar na obra **antes** da semana 30.
- **Recuo pelo lead + ciclo** — a partir da data de necessidade, anda para trás. É aqui que a maioria das obras erra: acha que "pedir" é rápido.

A CONTA QUE A AULA 1 JÁ DEU

Data do pedido = **necessário - lead time - margem**. Hoje a gente abre o "lead time" e mostra que ele é bem maior do que parece.



**O lead time do fornecedor não é
o ciclo de compras da sua
empresa.**

Fabricar leva X dias. Mas cotar, aprovar e contratar — dentro de casa — muitas vezes leva mais.

• ABRINDO O "LEAD TIME"

O ciclo de compras tem seis etapas — só a última é o fornecedor

Ciclo de compras de um elevador (exemplo real, em dias)

Etapa	Dias	Quem faz
1. Solicitação (a obra pede)	30	engenharia da obra
2. Autorização (libera verba)	5	direção / financeiro
3. Cotação (3 propostas)	60	suprimentos
4. Aprovação da compra	20	direção
5. Contratação	30	jurídico / suprimentos
6. Fabricação + entrega	120	fornecedor
Ciclo total	265 dias ≈ 38 semanas	~9 meses!

• SIMULADOR • ESCOLHA O ITEM

Quando o pedido **tem que sair?**

Elevador

Esquadria alumínio

Quadros elétricos

Bloco cerâmico

Solicitação
30d

Cotação
60d

Aprovação
20d

Contratação
30d

Fabricação
120d

● Solicitação ● Autorização ● Cotação ● Aprovação ● Contratação ● Fabricação + entrega

Semana que precisa na obra

40

265

dias de ciclo · ≈ 38 semanas

Item: **Elevador**

Precisa na obra na sem 40

pedido tem que sair até a semana 2

A fabricação é só a última barra. Metade do ciclo é processo **interno** (cotação + aprovações) — aí que a obra costuma perder tempo.

• NÃO É TEORIA DE SALA

A planilha que a Cartesian **roda na obra**

- **Uma linha por serviço/material.** Cada linha carrega as 6 etapas do ciclo, com **previsto x realizado**.
- **Responsável nomeado.** Não é "o setor de compras" — é a pessoa que responde por aquela linha.
- **Data-limite do pedido calculada.** A planilha recua da data de necessidade e acende o vermelho quando o pedido está atrasado.
- **Vira kanban.** Cada serviço vira um card (Trello) com o checklist das 6 etapas — gestão visual, igual ao canteiro Lean.

POR QUE ISSO IMPORTA

Um cronograma de compras que **ninguém atualiza** é decoração. O que segura obra é **previsto x realizado** com dono e data — a planilha vira um instrumento de cobrança, não um anexo.

• DA EAP ÀS FAMÍLIAS DE COMPRA

Os macrogrupos da EAP já são suas famílias de compra

- **Movimentação de terra · Infra · Estrutura** — concreto, aço, fôrma. Recorrentes, curto lead, alto volume.
- **Alvenaria · Revestimentos · Pisos** — bloco, argamassa, porcelanato. Volume grande, lead médio.
- **Instalações (elétrica/hidráulica/telecom)** — quadros, tubos, cabos. Lead longo nos itens especiais.
- **Esquadrias · Elevadores · Fachada** — os campeões de lead. Compra na fundação, instala no fim.

O ATALHO

Você não parte do zero: a EAP já organiza a obra em ~18 macrogrupos. Cada macrogrupo é uma **frente de compra** com um comprador responsável e um perfil de lead.

• RECALL RÁPIDO • O CRUZAMENTO QUE DECIDE

Não basta ABC de valor — cruze com o lead

	Lead curto (dias)	Lead longo (meses)
Classe A (muito \$)	Concreto, aço → controla no look-ahead, JIT	Elevador, esquadria, fachada → compra na fundação
Classe C (pouco \$)	Bloco, argamassa → estoque simples, compra de rotina	Item importado barato → cuidado: barato mas trava a obra

O ERRO CLÁSSICO

Tratar tudo igual. O que quebra obra não é o item mais caro — é o item de **lead longo** que ninguém pediu a tempo, mesmo sendo barato.

• ESTOQUE NO CANTEIRO

Estoque é **remédio** — e todo remédio tem dose

Estoque demais

- › Capital parado (dinheiro dormindo no pátio)
- › Espaço que o canteiro restrito não tem
- › Perda: quebra, roubo, chuva, vencimento

O PONTO CERTO

Estoque é um **pulmão** que absorve a variação entre o consumo e a entrega. Nem tanque cheio, nem seco: o suficiente para não parar enquanto o próximo pedido chega.

Estoque de menos

- › Ruptura: a obra para por falta de material
- › Compra emergencial (paga caro, sem cotar)
- › Equipe ociosa esperando — o custo invisível

• QUANDO DISPARAR O PRÓXIMO PEDIDO

Ponto de pedido

$$\text{Ponto de pedido} = (\text{Consumo} \times \text{Lead time}) + \text{Estoque de segurança}$$

Consumo por semana **Lead time** de reposição **Segurança** = folga para o imprevisto

EXEMPLO — BLOCO CERÂMICO

Consumo 5.000/semana · lead de reposição 1 semana · segurança 1 semana.
Ponto de pedido = $(5.000 \times 1) + 5.000 = \mathbf{10.000 \text{ blocos}}$. Ao ver o pátio chegar em 10 mil, dispara o próximo pedido — como a luz da reserva do carro.

• APROFUNDANDO O "DE SEGURANÇA"

A margem não é chute — depende da **variabilidade**

- **Consumo estável + fornecedor pontual** → segurança pequena. Bloco de fornecedor da esquina que entrega em 2 dias, sempre.
- **Consumo que oscila OU lead que varia** → segurança maior. Quanto mais imprevisível o consumo e a entrega, mais pulmão você precisa.
- **A regra prática:** a segurança cobre **o pior caso razoável** — o atraso típico do fornecedor + o pico de consumo de uma semana ruim.
- **Item de lead longo** não se resolve com estoque de segurança — se resolve **comprando cedo**. Estoque de segurança é para o recorrente.

EM UMA FRASE

Estoque de segurança $\approx$ **variação do consumo** durante **a variação do lead**. Fornecedor confiável e consumo estável são o que barateiam o estoque.

• DUAS FILOSOFIAS, UMA OBRA

Just-in-time onde dá • estoque onde precisa

Just-in-time (puxado)

- › Concreto usinado: chega na hora da concretagem
- › Zero estoque, zero perda, zero capital parado
- › Exige fornecedor perto e confiável

A DECISÃO

JIT não é "estoque zero em tudo" — é estoque zero **onde o fornecedor aguenta**. Em obra de canteiro restrito, JIT deixa de ser filosofia e vira **necessidade**: não há onde guardar.

Estoque de segurança

- › Bloco, argamassa, aço de bitola comum
- › Pulmão para não parar a frente de serviço
- › Vale quando faltar custa mais que estocar

• O MATERIAL CHEGOU • E AGORA?

Recebimento e inspeção: o **filtro** que evita retrabalho

- **Confere quantidade.** O que veio bate com a nota e com o pedido? Contou, pesou, mediu?
- **Confere qualidade.** Bitola do aço, fck do concreto, dimensão do bloco, especificação da esquadria. Amostra na hora.
- **Confere documento.** Nota fiscal, certificado, laudo. Sem NF certa, não entra (e não paga).
- **Registra e armazena.** Dá baixa no pedido, atualiza o estoque, guarda na baia certa protegido.

POR QUE O MESTRE NÃO PODE IGNORAR

Material errado que entra vira **retrabalho** lá na frente — quando já está aplicado. O recebimento é a última chance barata de pegar o problema.

• QUANDO NÃO BATE

O que fazer com a divergência

DETECTA

Falta / avaria / spec errada

na hora do recebimento



REGISTRA

Foto + termo

documenta a ocorrência



DECIDE

Recusa parcial / total

aceita o que serve



ACIONA

Fornecedor + compras

reposição / abatimento

O ERRO COMUM

Receber "no susto" para não parar a obra e resolver depois. Depois vira **nunca**: a NF já foi paga e o fornecedor não responde mais. Divergência se trata **no ato**.

• ONDE O DINHEIRO EVAPORA

Comprar bem e **perder no canteiro** zera o ganho

9%

perda de concreto (típica)

11%

perda de aço

27%

perda de blocos

40%

perda de areia

O ELO COM O CANTEIRO

Baia certa, proteção da chuva, transporte que não quebra, estoque que não vence. A gestão de suprimentos **não acaba na entrega** — ela termina quando o material vira obra, sem desperdício.

Antes de cotar, **qualifique**

- **Capacidade de entrega.** Aguenta o volume e o prazo da sua obra? Já entregou obra desse porte?
- **Qualidade comprovada.** Certificação, laudo, referência de outra obra. Não é o mais barato — é o que entrega certo.
- **Saúde financeira.** Fornecedor que quebra no meio da obra é o pior atraso possível. Um CNPJ frágil é risco de cronograma.
- **Histórico com você.** A base da Cartesian guarda o **preço pago real** e o comportamento de cada fornecedor — memória que vale ouro.

• COTAÇÃO • O PREÇO NÃO É UM NÚMERO

A Cartesian cota contra três fontes

Fonte	O que é	Para que serve
Referência de projeto	preço do orçamento / índice	a baliza inicial (SINAPI, memorial)
Cotação de mercado	propostas atuais (internet, fornecedor)	o preço de hoje, real
Preço pago real (base Cartesian)	o que a empresa já pagou em outras obras	o piso de negociação – "já paguei menos"

A VANTAGEM

Quem tem **memória de preço pago** negocia de outro lugar. Não é "quanto você cobra?" – é "já comprei isso por X, você faz por quanto?".

• **NEGOCIAÇÃO**

Preço é só **uma** das variáveis

- **Prazo de pagamento.** Casar o desembolso com a medição da obra vale tanto quanto desconto — é fluxo de caixa.
- **Entrega parcelada.** "Esquadria por andar, na medida em que a obra sobe" — reduz estoque, reduz risco de avaria, casa com o cronograma.
- **Volume e recorrência.** Fechar o ano de concreto com uma usina rende preço e prioridade na fila.
- **Assistência e garantia.** Quem monta o elevador? Quem responde pela esquadria que vazou? Isso é parte do preço.

• COMO FORMALIZAR

Modalidades de **contrato** de fornecimento

Modalidade	Como funciona	Quando usar
Compra simples	pedido pontual, entrega única	item de baixa recorrência
Fornecimento contínuo	preço travado, entregas ao longo da obra	concreto, aço, bloco
Empreitada (mat + mão de obra)	fornece e aplica	fachada, esquadria, impermeabilização
Consignado	estoque no canteiro, paga só o que usa	fixação, EPI, consumível

A ESPECIFICAÇÃO SALVA

O contrato só protege se o **pedido** for específico: bitola, fck, dimensão, acabamento, norma. Pedido vago = briga na entrega.

• MEDIR A SAÚDE DA CADEIA

Três indicadores que **não** **mentem**

OTIF	Taxa de ruptura	Giro de estoque
$\text{entregas no prazo E completas} \div \text{total}$	$\text{itens que faltaram} \div \text{itens necessários}$	$\text{consumo} \div \text{estoque médio}$

COMO LER

OTIF alto = fornecedor confiável (na data e completo). **Ruptura alta** = você está parando a obra por falta. **Giro alto** = pouco capital parado (mas cuidado com ruptura). O bom gestor persegue OTIF alto + ruptura baixa + giro saudável.

• UM PAINEL DE SUPRIMENTOS

O que o gestor **olha toda semana**

94%

OTIF

meta $\geq$ 90% · entregas no prazo e completas

3%

Ruptura

itens que faltaram na semana · meta $<$ 5%

8×

Giro

consumo $\div$ estoque médio · capital girando

2

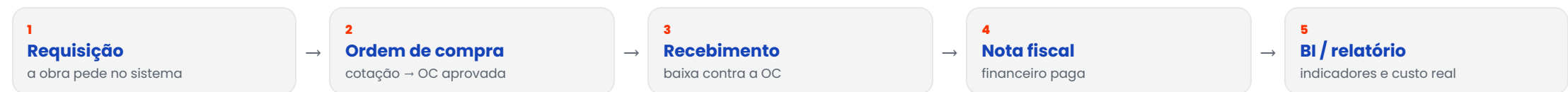
Pedidos em risco

data-limite estourando · ação hoje

DE ONDE SAI

Todo esse painel sai do **ERP** quando os dados são lançados. Sem sistema, o gestor voa às cegas — e descobre a ruptura só quando a obra já parou.

Do pedido à nota, **tudo amarrado**



O GANHO DO SISTEMA

Cada etapa amarra na anterior: não recebe o que não foi pedido, não paga o que não foi recebido. O **custo real** por item volta pra base e melhora a próxima cotação. É o ciclo se fechando.

• O QUE PODE DAR ERRADO NA CADEIA

Os **riscos** que o gestor precisa antecipar

- **Fornecedor único.** Um só fornecedor de item crítico = refém. Ele atrasa, você para. Tenha plano B qualificado.
- **Ruptura de fornecimento.** Falta de matéria-prima no mercado (cimento, aço em pico de demanda). Antecipe compra dos críticos.
- **Câmbio, em importados.** Elevador, louça premium, revestimento importado — o preço muda com o dólar entre a cotação e a entrega.
- **Escopo que "some".** O item que nem entrou na lista de compras — o mais perigoso, porque ninguém está esperando faltar.

• CASO REAL · O ITEM QUE SUMIU DO PREÇO

Auditoria de cobertura: **cruzar** projeto × lista × orçamento

- **O que aconteceu:** um sistema de pressurização de escada existia no **projeto**, mas não estava na lista de compras nem no orçamento.
- **O tamanho do buraco:** ordem de **R\$ 1,2 a 2,2 milhões** — que só apareceria quando o material fosse necessário, obra em andamento.
- **Como se pega:** auditoria cruzada — todo item do projeto tem que ter linha na lista e no orçamento. O que não fecha, investiga.

A LIÇÃO DE SUPRIMENTOS

O pior risco não é o item que atrasa — é o item que **ninguém comprou porque ninguém sabia que existia**. Suprimentos começa garantindo que a lista está **completa**.

• O QUE NÃO FAZER

Cinco erros que **quebram** a gestão de compras

Erro	Consequência
Comprar só na hora que precisa	atraso — o lead do fornecedor não espera
Não rastrear a entrega	descobre a falta com a frente parada
Pedido sem especificação	vem errado → retrabalho e briga
Estoque zero de recorrentes	ruptura de bloco/argamassa para a obra
Não negociar entrega parcelada	canteiro entupido e capital parado

Exercício: monte o cronograma de suprimentos

ENUNCIADO

Para a obra-tipo (14.000 m², 20 meses), pegue **6 materiais** — um de cada perfil (elevador, esquadria, quadro elétrico, revestimento, bloco, concreto). Para cada um: (1) classifique **ABC × lead**, (2) estime o **ciclo de compras** (as 6 etapas), (3) dada a semana de necessidade na obra, calcule a **data-limite do pedido**, (4) marque quais estão **em risco** se hoje é a semana 20.

• COMO RESOLVER

Gabarito — o **raciocínio**, não só o número

- 1 **Classifique.** Elevador e esquadria = A/longo (compra já).
Concreto e bloco = curto (look-ahead). Revestimento = médio.
Quadro = longo, atenção.
- 2 **Some o ciclo.** Elevador ~265 dias (38 sem), esquadria ~175 (25 sem), quadro ~165 (24 sem), bloco ~20 (3 sem).
- 3 **Recue da necessidade.** Data-limite = semana de necessidade - semanas de ciclo. Elevador para a semana 60 → pedir na semana **22**.
- 4 **Marque o risco.** Se hoje é a semana 20, o elevador (limite semana 22) ainda dá — **por pouco**. Um de lead longo com limite < 20 já está atrasado.

BLOCO 4 · FECHANDO O CICLO

04

Controlar a obra

Planejei, executei — agora **meço** se está indo como deveria

A PERGUNTA QUE CONTROLE RESPONDE

A obra está adiantada ou atrasada? Está dentro ou fora do orçamento? E se seguir assim, onde vai parar?

Não dá pra controlar o que você não **mede**

- **Avanço físico por serviço.** Quanto da estrutura, da alvenaria, do revestimento está pronto — em %, medido em campo, não estimado no chute.
- **Por pavimento.** A mesma lógica da extração de recursos: cada frente tem seu quanto-feito. A soma ponderada dá o avanço da obra.
- **Ponderado pelo peso.** 100% da pintura $\neq$ 100% da estrutura. Cada serviço pesa conforme o valor no orçamento.

O ELO COM O ORÇAMENTO

É o **orçamento** que dá o peso de cada serviço. Por isso a mesma EAP que orçou e planejou também **controla**: ela diz quanto cada avanço vale no todo.

• A FERRAMENTA CLÁSSICA

A curva-S: o avanço acumulado no tempo

- **Por que "S".** A obra começa devagar (mobilização), acelera no miolo (estrutura + revestimento) e desacelera no fim (acabamento fino). O acumulado desenha um S.
- **Previsto × Realizado.** Duas curvas no mesmo gráfico. A distância entre elas **é** o atraso (ou o adiantamento).
- **Físico e financeiro.** Uma curva de % de obra feita e uma de R\$ desembolsado. Elas não andam juntas — e a diferença conta uma história.

Quando as duas curvas se descolam

Financeiro adiantado do físico

- › Gastou/comprou mais do que produziu
- › Pode ser estoque parado ou adiantamento a fornecedor
- › Atenção ao fluxo de caixa

Físico adiantado do financeiro

- › Produziu mais do que pagou (ainda)
- › Bom sinal — mas confira se não é NF atrasada
- › Medição a receber pode estar represada

ONDE SUPRIMENTOS APARECE

A compra antecipada dos itens de lead longo (elevador, esquadria) **infla a curva financeira** antes do físico. Isso é esperado — e é bom, desde que planejado.

• O OUTRO LADO DA CURVA

Histograma de desembolso: quando o dinheiro sai

- **Quanto sai por mês.** A derivada da curva financeira — o caixa que a obra consome em cada período.
- **Casado com a receita.** Em incorporação, o desembolso tem que conversar com a entrada de vendas/financiamento. Descasou, falta caixa.
- **Puxado pelas compras grandes.** Os picos de desembolso batem com os pagamentos dos itens A: estrutura no miolo, esquadria e elevador no fim.

POR QUE O GESTOR DE OBRA SE IMPORTA

Obra que "para por falta de dinheiro" quase sempre é **desembolso mal planejado**, não obra cara. O histograma antecipa o aperto de caixa antes dele acontecer.

• VALOR AGREGADO (EVA) · A FOTO COMPLETA

Três números dizem **tudo**

PV — Valor Planejado
quanto devia estar feito (R\$)

EV — Valor Agregado
quanto está feito (R\$)

AC — Custo Real
quanto já gastou (R\$)

O PULO DO GATO

O **EV** é o avanço físico **traduzido em dinheiro** (avanço % × orçamento).
Comparando os três, você separa duas perguntas que sempre se misturam:
estou **atrasado**? estou **gastando demais**?

• DOIS ÍNDICES · PRAZO E CUSTO

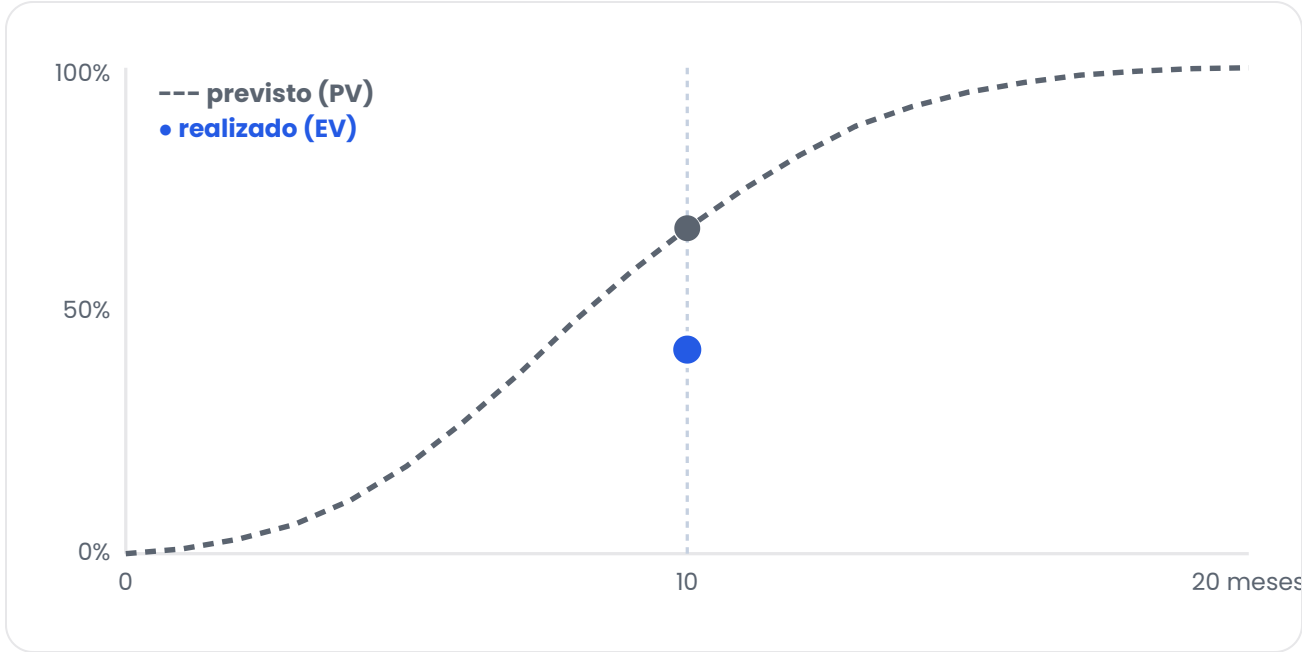
SPI e CPI: **acima de 1 é bom**

Índice	Conta	Leitura
SPI — desempenho de prazo	$EV \div PV$	≥ 1 no prazo/adiantado · < 1 atrasado
CPI — desempenho de custo	$EV \div AC$	≥ 1 no/abaixo do orçado · < 1 estourando

EXEMPLO

SPI 0,90 = a obra fez **90% do que devia** até aqui (10% atrasada). CPI 0,85 = para cada R\$ 1 gasto, agregou **R\$ 0,85** de obra (15% de estouro). Os dois juntos: atrasada **e** cara — sinal vermelho.

Onde está a sua obra?



Mês atual

10

Avanço físico real

42%

Custo gasto (% do orçamento)

50%

0,63

SPI — prazo ($EV \div PV$)

0,84

CPI — custo ($EV \div AC$)

42%

EV feito · PV previa 67%

R\$ 11,9

EAC — custo final projetado

⚠ Atrasado e estourando o custo — a pior combinação

• A PERGUNTA QUE A DIRETORIA FAZ

**Se continuar assim,
quanto vai custar?**

EAC = Orçamento total ÷ CPI

EAC = custo final projetado CPI 0,85 → obra de R\$ 10 mi termina em **~R\$ 11,8 mi**

O PODER DO EVA

Com o mês 6 de 20, o CPI já **projeta** onde a obra vai parar de custo. Não precisa esperar o fim para saber que vai estourar — dá pra **agir** (o "A" do ciclo) enquanto ainda dá tempo.



Controle sem suprimentos é cego: metade do custo da obra é material.

A curva financeira é, em boa parte, a curva das suas compras. Controlar a obra é controlar o que entra pelo portão.

ENCERRAMENTO

05

Fechando a disciplina

O que fica das 20 horas — e o trabalho final

• A DISCIPLINA INTEIRA EM UM SLIDE

De ponta a ponta: planejar → operar → controlar

AULA 1

Planejar

Last Planner, canteiro, Lean, conceitos de suprimentos



AULA 2

Operar

canteiro na mão, suprimentos na prática



AULA 2

Controlar

curva-S, valor agregado, agir a tempo

O FIO QUE AMARROU TUDO

A **mesma EAP** orçou, planejou, comprou e controlou. Quem domina essa espinha domina a obra — não como quem executa cada serviço, mas como quem faz tudo **conversar**.

• PARA LEVAR PRA OBRA SEGUNDA-FEIRA

Cinco coisas que **não** podem ser esquecidas

- **Gerir é integrar.** O tripé escopo-prazo-custo se equilibra; o gestor é quem faz as disciplinas conversarem.
- **O canteiro se dimensiona pelo pico.** Efetivo manda em vivência, produção, transporte e layout.
- **Compra é ciclo, não pedido.** Lead do fornecedor $\neq$ ciclo da empresa. Item de lead longo compra na fundação.
- **Estoque é remédio com dose.** JIT onde dá, segurança onde faltar custa mais que estocar.
- **Meça para agir.** Curva-S e SPI/CPI dizem onde a obra vai parar — a tempo de corrigir.

• AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA

Trabalho final — a sua obra

PROPOSTA

Escolha uma obra (real ou hipotética) e entregue: (1) o **layout de canteiro** dimensionado pelo pico de efetivo — pode usar o app; (2) um **cronograma de suprimentos** com 8 itens (ABC × lead, ciclo de compras, data-limite do pedido); (3) uma **análise de controle** num marco da obra (curva-S prevista × uma leitura de SPI/CPI). Formato e prazo **a confirmar com a coordenação**.

Obra boa não é a de sorte — é a que foi gerida.

- Planejou o canteiro pelo pico
- Comprou pensando no ciclo, não no pedido
- Mediu para corrigir a tempo

Obrigado, Turma IV. — **Prof. Leonardo Kock** · Cartesian Engenharia · leonardo@cartesianengenharia.com