



Gerenciamento de projetos ¹

Prof. Diogo Caetano Garcia

¹ Introdução a Engenharia

Como foi visto em um Capítulo anterior, a ENGENHARIA possui íntimas relações não somente com a FÍSICA e a MATEMÁTICA, como também com a ADMINISTRAÇÃO e a SOCIOLOGIA. Estas relações diretas aparecem naturalmente no desenvolvimento de projetos de engenharia de grande porte, tais como edificações, circuitos integrados e *softwares* de código aberto. É muito difícil trabalhar com grandes grupos em sistemas complexos sem uma organização bem orquestrada de tarefas, equipes e recursos.

Material elaborado com o padrão desenvolvido pelo The Tufte-LaTeX Developers, inspirado por Edward R. Tufte. Construído também com contribuições do colega Prof. Euler de Vilhena Garcia.

Sendo assim, o gerenciamento de projetos e sub-projetos é parte fundamental no trabalho do engenheiro. A palavra PROJETO parece tão óbvia que é até difícil defini-la sem parecer redundante, mas de forma geral o PROJETO pode ser definido como **um esforço com tempo definido para criar um produto, serviço ou resultado específico**. Saber definir e realizar elementos básicos de um PROJETO são fatores determinantes para o seu sucesso, e existem diversas ferramentas simples para isso, tais como as abordagens TOP-DOWN e BOTTOM-UP, a sigla 5W2H e o QUADRO DE PLANEJAMENTO.

A. Abordagens Top-Down e Bottom-Up.

As abordagens TOP-DOWN e BOTTOM-UP são duas heurísticas bastante utilizadas por projetistas para a solução de problemas. A abordagem TOP-DOWN divide um problema em sub-problemas (*análise*), e a abordagem BOTTOM-UP combina partes já existentes (*síntese*). Considere, por exemplo, o preparo de um jantar. Com a abordagem TOP-DOWN, você pode escolher um prato (feijoada, bacalhada etc.) e buscar os ingredientes correspondentes. Com a abordagem BOTTOM-UP, você usa os ingredientes já disponíveis (arroz de segunda-feira, feijão de sexta-feira etc.) para preparar o prato possível.²

² Ou seja: decisões TOP-DOWN são tomadas no supermercado, e decisões BOTTOM-UP são tomadas na cozinha.

As abordagens TOP-DOWN e BOTTOM-UP são amplamente utilizadas no planejamento de projetos, consciente ou inconscientemente. Isto acontece porque é muito raro haver um projeto que não contenha limitações de tempo, de espaço, de custo, de impacto ambiental etc. Definir bem os objetivos de um projeto é tão importante quanto conhecer as limitações do mesmo.

B. 5W2H.

A sigla 5W2H representa 7 perguntas fundamentais no desenvolvimento de um projeto:

What? O que será feito?

Why? Por que será feito?

Where? Aonde será feito?

When? Quando será feito?

Who? Quem o fará?

How? Como será feito?

How much? Quanto vai custar?

Assim como na definição do termo PROJETO, as perguntas 5W2H parecem óbvias, mas frequentemente são esquecidas, causando uma espécie de miopia para os envolvidos. Por exemplo, durante a execução de uma tarefa longa e repetitiva, o ânimo da equipe executora pode ser esmagado pelo tédio e pela aparente falta de propósito. Neste caso, a questão *Por que?* (*Why?*) pode revitalizar a equipe, oferecendo uma visão mais ampla e sentido para tal tarefa.

Das sete perguntas do 5W2H, duas perguntas podem ser feitas repetidamente, abrindo ou fechando o foco sobre o problema. Quanto mais se pergunta *Por que?*, mais ampla é a visão do projetista, e quanto mais se pergunta *Como?*, mais focada é sua visão³. Por exemplo, considere a seguinte anedota de uma pessoa curiosa prestes a martelar um prego na parede:

³ Karl T. Ulrich. *Design: Creation of Artifacts in Society*. University of Pennsylvania, 2011. ISBN 978-0-9836487-0-3

Por que devo martelar este prego na parede? Para pregar um quadro.

E por que você quer pregar um quadro? Porque estou redecorando a casa.

E por que você está redecorando a casa?... Porque estou cansado da sua aparência.

E por que...

Repare que perguntar *Por que?* repetidamente aumenta a abrangência das perguntas. No exemplo acima, o ato de martelar um prego revela indiretamente uma necessidade mais ampla de redecorar uma casa. De modo análogo, temos:

Como devo martelar este prego na parede? Batendo o prego perpendicularmente à parede.

E como devo bater o prego perpendicularmente à parede? Segurando o martelo com sua mão mais precisa, e o prego com a outra.

E como...

De forma inversa, a sequência de perguntas *Como?* acaba sendo cada vez mais focada.

C. Quadro de Planejamento.

Existem diversas formas de se organizar as respostas para o 5W2H utilizando as abordagens TOP-DOWN e BOTTOM-UP. Uma técnica visual bastante interessante e que pode ser utilizada tanto por equipes pequenas quanto grandes é o *Quadro de Planejamento*.

O *Quadro de Planejamento*⁴ (QP) organiza visualmente o 5W2H, ofe-

⁴ O *Quadro de Planejamento* foi criado com base no *Business Model Canvas*, de Alex Osterwalder e Yves Pigneur, que modela planos de negócios, e no *Project Model Canvas*, de José Finocchio Jr, que modela o gerenciamento de projetos.

recendo uma espécie de "visão panorâmica"do projeto. Além disso, sua estrutura destaca o uso das abordagens TOP-DOWN e BOTTOM-UP na medida em que ele for preenchido. O QP é dividido em 9 campos diferentes para representar os principais aspectos do projeto, podendo ser facilmente criado em quadro-negro, caderno ou *software*. O preenchimento dos campos pode ser feito individualmente ou em equipe.

Uma técnica amplamente utilizada por grandes equipes éo *brainstorming*, ou *tempestade cerebral*. Quais são os princípios básicos de uma sessão de *brainstorming*? Quais são algumas variantes possíveis?

Procure conceitos básicos de *design thinking* para a elaboração de soluções, especialmente as dinâmicas de grupo desenvolvidas pelo Instituto de Design de Stanford (d.school).

PARA PESQUISAR

PARA PESQUISAR
MAIS AINDA

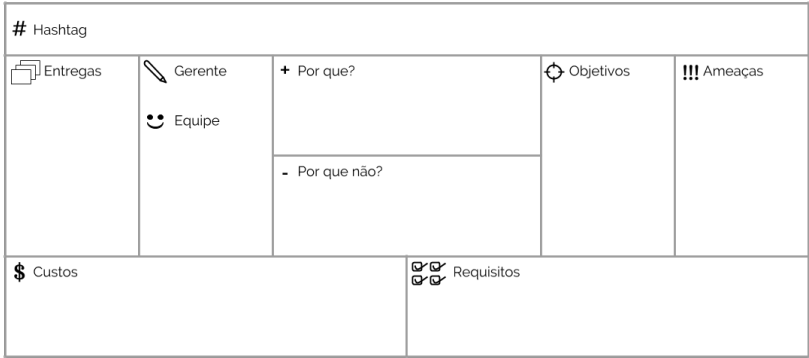


Figura 1: Quadro de Planejamento.

Os 9 campos do QP respondem de forma visual concisa ao 5W2H. Um dos campos, ENTREGAS, responde a três destas perguntas: *como?*, *quando* e *aonde?*.

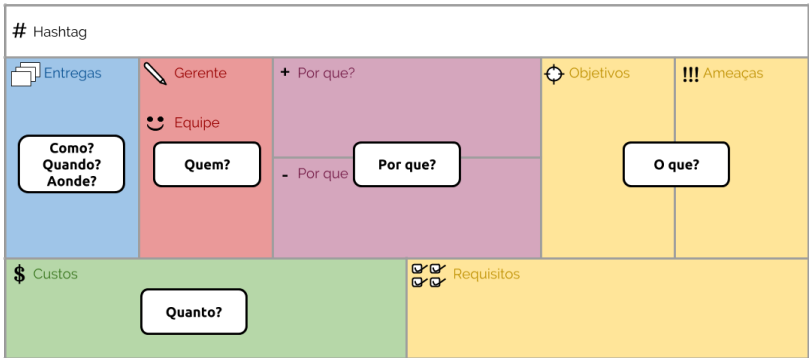


Figura 2: Agrupamentos do Quadro de Planejamento.

O campo superior do QP, HASHTAG⁵, é o mais conciso, descrevendo o projeto da forma mais simples possível. Os outros 8 campos abordam o 5W2H com mais detalhes.

Ao longo deste Capítulo, vamos considerar um projeto a título de

⁵ Em redes sociais, uma *hashtag* é uma etiqueta, ou palavra-chave, que classifica uma informação.

exemplo: a organização de um churrasco para calouros de engenharia. A Tabela 1 apresenta a HASHTAG deste projeto.

PROJETO	HASHTAG
Churrasco para calouros de engenharia	#CHURRASCO_DOS_FUTUROS_ENGENHEIROS

Tabela 1: HASHTAG de um exemplo de projeto.

O "por que?" no QP.

Os primeiros campos a serem preenchidos no QP definem a razão de existência do projeto, o porquê. Eles são respondidos antes da pergunta *o que?* e centralizados no QP justamente para que os projetistas tenham em mente que o produto/serviço sendo projetado é um meio para um fim, e não o contrário⁶. A pergunta *por que?* é respondida em dois campos:

Por quê? Quais são as demandas e/ou incentivos para a realização do projeto? Podem ser problemas em aberto, necessidades existentes, oportunidades inexploradas e até efeitos colaterais benéficos.

Por que não? Quais são as desvantagens⁷ da realização deste projeto?

É importante indicar neste campos quais são as pessoas e/ou organizações sendo afetadas pelo projeto, mas que não trabalham no mesmo. Estas também são conhecidas pelo termo em inglês *stakeholders*, que significa algo como *quem deposita apostas*.

Além de ocupar a parte central do QP, o campo POR QUE? foi posicionado acima do campo POR QUE NÃO? justamente para enfatizar as vantagens do projeto sendo desenvolvido. Se ele tiver mais desvantagens do que vantagens, deve ser reformulado.

Retomando o exemplo apresentado na Tabela 1, a Tabela 2 apresenta a razão de existência deste projeto. Repare que apesar de terem sido apresentadas quatro justificativas - um problema, uma oportunidade, uma demanda e um efeito colateral benéfico - não necessariamente todo projeto conterà o mesmo número de justificativas.

POR QUE?	POR QUE NÃO?
Calouros geralmente não se conhecem (<i>problema</i>)	Organizar um churrasco toma tempo de estudos
O ensino superior forma amizades e contatos para o resto da vida (<i>oportunidade</i>)	
Cursos difíceis requerem uma forte comunidade para estudo e apoio (<i>demanda</i>)	
Organizar um churrasco pode dar experiência em gerenciamento de projetos (efeito colateral benéfico)	

⁶ Uma famosa frase erroneamente atribuída a Albert Einstein diz: *Se eu tivesse uma hora para salvar o mundo, gastaria 55 minutos definindo o problema e 5 minutos resolvendo-o.*

⁷ É muito raro uma criação humana não ter quaisquer efeitos colaterais nocivos. Por exemplo, no diálogo *Fedro*, o filósofo grego Platão argumenta que a escrita, uma das grandes invenções da humanidade, cria falsos sábios, já que ela oferece somente uma visão parcial da realidade.

O "o que?" no QP.

Três campos no QP definem o objeto em questão do projeto:

Tabela 2: O "por que?" do projeto #CHURRASCO_DOS_FUTUROS_ENGENHEIROS.

Objetivos O que se pretende atingir com este projeto.

Ameaças Situações globais ou específicas que podem afetar os OBJETIVOS específicos do projeto.

Requisitos As características e funcionalidades necessárias para atingir os objetivos do projeto, e suas limitações.

Estes três campos estão dispostos de forma vertical a fim de ilustrar as abordagens TOP-DOWN e BOTTOM-UP: os projetistas podem começar definindo os OBJETIVOS e as AMEAÇAS para depois levantarem os REQUISITOS (abordagem TOP-DOWN), e as limitações indicadas nos REQUISITOS podem levar a reformulações nos OBJETIVOS e nas AMEAÇAS do projeto (abordagem BOTTOM-UP).

É importante não confundir os OBJETIVOS e os REQUISITOS do projeto. Pode-se encarar estes campos com uma relação de causalidade, aonde os REQUISITOS ajudam o projeto a alcançar seus OBJETIVOS (ou restringem, no caso das limitações)⁸.

Os OBJETIVOS e os REQUISITOS do projeto devem possuir 5 características fundamentais, indicadas pela sigla SMART:

eEspecíficos Devem ser claros e bem-definidos;

Mensuráveis Devem ser quantificáveis;

Alcançáveis Devem ser realistas, realizáveis e não-contraditórios;

Relevantes Devem ser importantes e pertinentes;

delimitados no Tempo Não podem ser eternos, pela própria definição de PROJETO: **um esforço com tempo definido para criar um produto, serviço ou resultado específico.**

A Tabela 3 elenca os OBJETIVOS, AMEAÇAS e REQUISITOS do projeto do churrasco para calouros de engenharia. Repare que se o projeto fosse alterado para um jantar, por exemplo, os REQUISITOS poderiam mudar completamente: tipos de comidas, bebidas e entretenimento oferecidos etc. Ainda assim, os objetivos do projeto poderiam ser exatamente os mesmos, trocando somente a palavra *churrasco* por *jantar*. Repare também que as AMEAÇAS apresentadas indicam quais OBJETIVOS elas afetam especificamente.

O "como?", o "quando?" e o "aonde?" no QP.

Definidos no projeto seu objeto principal e suas características básicas, pode-se definir como, quando e aonde ele será executado, através do campo ENTREGAS, que indica a sequência de etapas simples e fundamentais para completar o projeto.

Um método bem sucinto de organizar as entregas de um projeto é o gráfico PERT, do inglês *Project Evaluation and Review Technique*, ou *Técnica de Avaliação e Revisão de Projetos*. Neste gráfico, são indicadas as principais atividades do projeto, o tempo estimado para cada atividade⁹, e as relações de dependência entre elas.

⁸ No *Project Model Canvas*, as limitações são indicadas separadamente dos requisitos, no campo RESTRIÇÕES. Preferimos unificar os dois em um único campo, já que as limitações são tão importantes quanto as características do resultado do projeto.

⁹ O gráfico PERT completo contém mais campos, tais como os incícios mais cedo e mais tarde de cada atividade, mas eles tornariam o QP muito tumultuado.

OBJETIVOS	AMEAÇAS	REQUISITOS
Fazer um churrasco com a presença de pelo menos 80% dos calouros	Desentendimento entre calouros → não trazer 80% da turma para o churrasco	Atender até 40 pessoas com direito a um acompanhante
Confirmar outro churrasco da turma até o final do semestre	Aumento na carga de estudo → não trazer 80% da turma para o churrasco	500g de carne/pessoa (Maminha, alcatra, fraldinha, linguiça e coxa de frango)
Aproveitar os contatos no churrasco para formar um grupo de estudo	Ter de alugar um espaço → gastar menos dinheiro com comida → reduzir o interesse em um segundo churrasco Limpeza mal feita ao final do churrasco → Não poder usar o mesmo espaço no futuro → reduzir as chances de fazer um segundo churrasco Demora para sondar grupos de estudo durante o churrasco → Não formar um grupo de estudo	Bebidas: 1,5 litro/pessoa (Refrigerante, suco e cerveja) 500g de acompanhamento/pessoa (arroz, vinagrete e pão de alho) Local com campo de futebol e piscina 2 baralhos Violão Aparelho de som Garantir limpeza do local Não fornecer bebidas alcólicas para menores de 18 anos Máximo de R\$50,00/pessoa Churrasco feito longe das datas de provas e trabalhos

Tabela 3: O "o que?" do projeto #CHURRASCO_DOS_FUTUROS_ENGENHEIROS.

Considerando o projeto do churrasco, é possível enxergar onze atividades principais, além de seus locais de execução e suas durações:

1. Arrecadação de dinheiro: Universidade, 2 semanas;
2. Definição do local do churrasco: Universidade, 2 semanas;
3. Compras: supermercado, 2 horas;
4. Limpeza inicial: local do churrasco, 1 hora;
5. Preparo dos acompanhamentos: local do churrasco, 2 horas;
6. Preparo das carnes: local do churrasco, 2 horas;
7. Definição de grupos de estudo: local do churrasco, 30 minutos;
8. Jogo de futebol: local do churrasco, 2 horas;
9. Música (violão): local do churrasco, 2 horas;
10. Combinar próximo churrasco: local do churrasco, 30 minutos;
11. Limpeza final: local do churrasco, 1 hora.

A arrecadação do dinheiro e a definição do local do churrasco podem ser feitas em paralelo¹⁰. Já as compras só podem ser feitas depois de arrecadado o dinheiro¹¹, e a limpeza inicial só pode

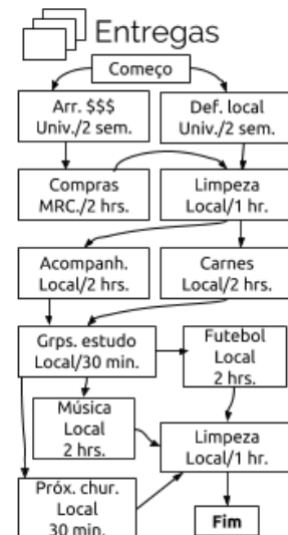


Figura 3: Gráfico PERT do projeto #CHURRASCO_DOS_FUTUROS_ENGENHEIROS.

¹⁰ Em uma opção mais conservadora, pode-se esperar a definição do local antes de se arrecadar o dinheiro.

¹¹ A não ser que alguém queira correr o risco de calote.

ser feita após definição do local do churrasco e da compra do material de limpeza. Seguindo esta lógica, pode-se definir as relações de dependência entre todas as atividades, e construir o gráfico PERT correspondente (Figura 3). Repare que decidiu-se compor os grupos de estudo depois que a comida estiver pronta, mas antes do futebol e da música, por ser um momento mais propício para este tipo de conversa. Além disso, decidiu-se combinar o próximo churrasco somente ao final do churrasco do projeto, quando os participantes estiverem satisfeitos com a festa.

Além dos gráficos PERT, os gráficos de *Gantt* fornecem uma forma interessante de acompanhar o andamento de um projeto. Pesquise os princípios básicos de construção de gráficos de *Gantt*, e aplique—os para o projeto do churrasco.

PARA PESQUISAR

O “quem?” e o “quanto?” no QP.

Os campos EQUIPE e CUSTOS completam as perguntas 5W2H no QP:

Equipe Pessoas e organizações que trabalham no projeto¹². O GERENTE foi enfatizado no topo do campo para indicar o principal responsável do projeto, mas sem separa-lo do resto da EQUIPE.

¹² A EQUIPE é diferenciada dos *stakeholders* justamente por seu papel ativo na execução do projeto.

Custos Um estimativa simples dos gastos.

Com relação à EQUIPE, é importante ligar seus integrantes às ENTREGAS do projeto: se houver alguma ENTREGA não-atribuída a alguém da EQUIPE, ela não será executada¹³. Neste caso, quem será responsável por esta falha no projeto?

¹³ Em linguagem futebolística, “Deixa que eu deixo”.

A Tabela 4 elenca a EQUIPE e os CUSTOS do projeto do churrasco para calouros de engenharia.

EQUIPE	CUSTOS
Calouro 1: tesoureiro	Carne: R\$22,00/pessoa
Calouro 2: responsável pelo espaço do churrasco	Bebidas: R\$18,00/pessoa
Calouros 3 e 4: compras	Acompanhamentos: R\$10,00/pessoa
Calouros 5 e 6: churrasqueiros	Material de limpeza: R\$1,00/pessoa
Calouros 7: responsável pelo som, pelos baralhos e pelo violão	
Calouros 1 a 15: limpeza	

Tabela 4: O “quem?” e o “quanto?” do projeto #CHURRASCO_DOS_FUTUROS_ENGENHEIROS.

Quadro de Planejamento *completo*

A Figura 4 apresenta o QP completo do projeto do churrasco. Em uma única folha ou quadro, é possível enxergar seus elementos fundamentais. Repare como a disposição geométrica do QP permite indicar relações entre os campos, tais como as setas usadas para indicar quais AMEAÇAS afetam quais OBJETIVOS.

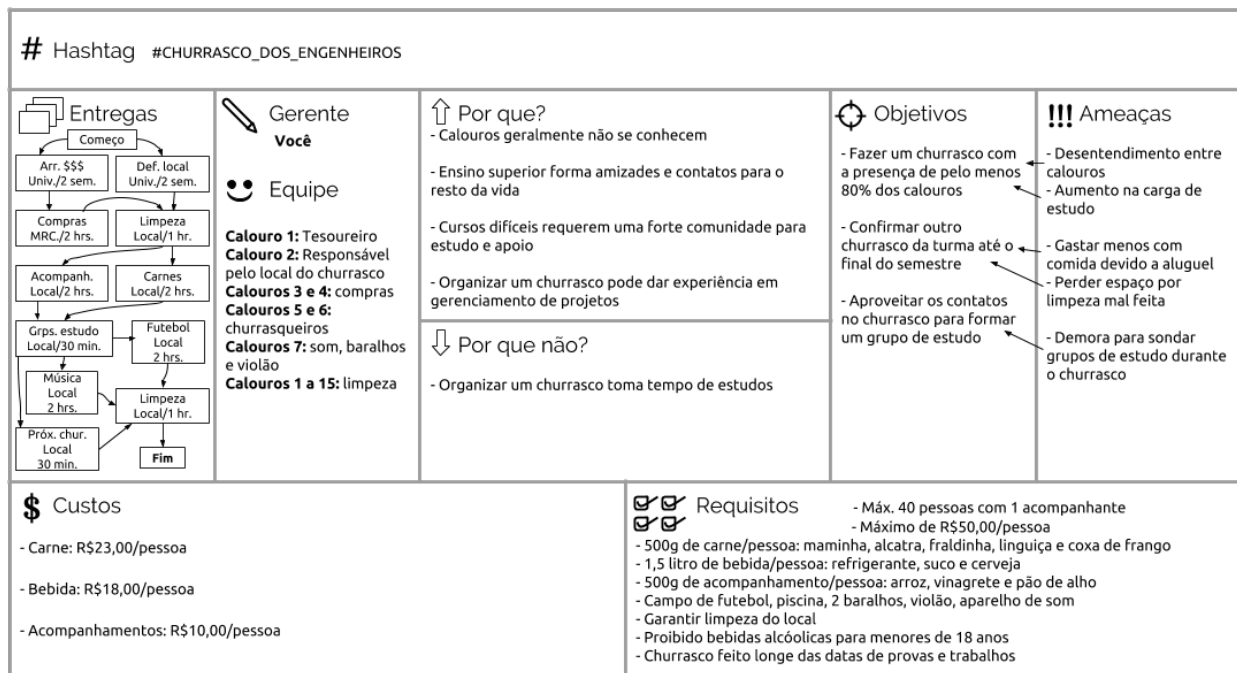


Figura 4: Exemplo completo de *Quadro de Planejamento*.

D. Particularidades de projetos em engenharia

O **QP** permite elaborar, individualmente ou em equipe, projetos para diversos tipos de resultados, tais como eventos, viagens, aulas, equipamentos e sistemas, dentre outros. Projetos de engenharia, no entanto, possuem algumas particularidades em cada um dos campos do **QP**:

Por que? Apesar de projetos de engenharia envolverem questões científicas e técnicas, o fator humano é tão ou mais importante. Mesmo que o produto final atenda a uma máquina ou um sistema, ainda haverá pessoas envolvidas no processo de construção, venda, manutenção e melhoria do produto. Considere, por exemplo, o quadro geral de distribuição de força em um prédio, que recebe a energia elétrica da fornecedora, permite ligar ou desligar conexões para cada parte do prédio, e oferece proteção contra curto-circuitos. Um quadro geral mal-organizado, sem indicações claras das conexões, pode causar até acidentes fatais para um electricista fazendo a manutenção do sistema.

Por que não? O progresso tecnológico atingido nos últimos séculos tem alimentado as profecias mais otimistas de imortalidade e desempenho humano¹⁴, e as predições mais catastróficas¹⁵. De qualquer maneira, é importante notar que não se deve construir uma tecnologia só porque é possível fazê-la, especialmente se o projetista não tiver muita experiência na área. (Pergunte-se: você **pode**, mas **deve**?) A comunidade religiosa Amish, dos Estados Unidos, é famosa por adotar tecnologias de forma muito mais lenta do que o resto da população, esperando por exemplo conhecer quais

¹⁴ Raymond Kurzweil. *A Era das Máquinas Espirituais*. Editora Aleph, 2007. ISBN: 978-8576570332

¹⁵ William J. Ripple *et al.* *World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice*. *BioScience* 67.12, 2017.









# Hashtag #QUADRO_DE_PLANEJAMENTO_SINCERO				
 Entregas Suas entregas estão bem definidas e relacionadas? Seus prazos são sinceros?	 Gerente Seu gerente sabe o que está fazendo?  Equipe Sua equipe tem conhecimento técnico do assunto? Entende as implicações deste projeto?	 Por que? Pense em quem vai: <ul style="list-style-type: none"> • Usar • Montar • Fazer a manutenção • Atualizar 	 Objetivos Seus objetivos são SMART? <ul style="list-style-type: none"> • Específicos • Mensuráveis • Alcançáveis • Relevantes • Delimitados no Tempo 	 Ameaças Você acrescentou uma margem de segurança? Fez o controle de qualidade?
 Custos Você sacrificou qualidade ou desempenho? De forma ética ?		 Requisitos Seus requisitos são SMART?		

Figura 5: Particularidades das Engenharias no *Quadro de Planejamento*.

¹⁶ Kevin Kelly. *What technology Wants*. Penguin Books, 2010. ISBN: 978-0143120179. O autor relata uma conversa com um religioso Amish, que argumenta que telefones celulares não devem ser usados porque eles fornecem mensagens, e não conversas.

efeitos colaterais eventualmente surgirão¹⁶.

Objetivos e Requisitos Dado que as CIÊNCIAS, a LÓGICA e a MATEMÁTICA são ferramentas fundamentais para a ENGENHARIA, é natural que o projeto em engenharia tenha OBJETIVOS e REQUISITOS muito bem definidos e quantificados. Até um projeto de um carrinho de rolimã, por exemplo, deve ter grandezas fundamentais bem-especificadas, tais como velocidade máxima, dimensões e peso máximos suportados, dentre outros.

Ameaças Uma técnica bastante utilizada em Engenharia para reduzir a chance de falhas em projetos é atribuir uma margem de segurança ao produto, sistema ou serviço, de forma que este suporte forças, pressões ou tensões muito maiores do que as esperadas. Em certos casos esta margem não é viável, requerendo a redução drástica da tolerância a erros. Uma ponte, por exemplo, é construída para aguentar um peso muito maior do que o esperado. Já um avião não pode ser altamente reforçado contra fortes impactos porque ficaria muito pesado, exigindo um controle de qualidade muito maior sobre suas peças, sua construção, seu funcionamento e sua manutenção.

Entregas, Equipe e Custos Apesar de serem baseados em conhecimentos técnicos e especializados, projetos de engenharia ainda precisam lidar com diversos tipos de falhas humanas: má-gestão do tempo, atrasos no fornecimento de materiais e equipamentos, má-formação técnica da equipe e/ou do gerente, liderança inadequada ou ineficaz, baixa qualidade do material utilizado devido aos custos, dentre outros. Como já foi dito anteriormente, cabe ao engenheiro certificar-se da qualidade e da confiabilidade do seu trabalho.

A Figura 5 apresenta estas particularidades de forma resumida.

Considerando o semestre atual de estudo na faculdade de engenharia como seu principal projeto, preencha os campos correspondentes no Quadro de Planejamento. Evite afirmações genéricas, e busque o significado de cada disciplina na sua formação profissional. Aproveite as datas das provas, relatórios e trabalhos para melhor estruturar suas entregas.

PARA TREINAR

Em duplas, desenvolva um sistema que proteja um ovo de galinha de uma queda de dois metros de altura. Preencha o Quadro de Planejamento e desenvolva a máquina em uma semana.

PARA TREINAR

Em um grupo de quatro pessoas, desenvolva uma máquina de *Goldberg* para estourar um balão em 10 etapas. Preencha o Quadro de Planejamento e desenvolva a máquina em duas semanas.

PARA PESQUISAR E
TREINAR