

## Prototipagem 101

Antes de construir um produto completo, mecanismos, designs e até mesmo jogabilidade precisam ser testados e testados. A prototipagem é o ato de criar maquetes preliminares para verificar o desempenho e testar a viabilidade das ideias.

### Nível 0: Conceitos de Prototipagem

Os robôs começam com uma estratégia de como jogar o jogo. O próximo passo é responder à pergunta de "como". A prototipagem permitirá que sua equipe teste suas ideias e as compare com sua estratégia prevista.

#### 1. Objetivo do protótipo

um. Cada protótipo deve ter objetivos específicos em mente, derivados da sua estratégia geral de robô. Os casos de teste para o protótipo devem ajudar a identificar como este protótipo atende ao objetivo - quão efetivamente esse mecanismo ou estilo de jogo atende aos requisitos criados pela equipe durante sua sessão de estratégia.

eu. Confira este longo vídeo de Behind the Lines de 2015: [Behind The Lines S02E03 - Prototipagem Eficaz](#)

#### 2. O que devemos prototipar?

- a. Os itens mais importantes para prototipar são aqueles que interagem diretamente com os objetos do jogo ou elementos de campo. Estes mudam todos os anos, e são cruciais para interagir para ter uma temporada de sucesso.
- b. Alguns itens, como chassis ou caixas de câmbio, devem ser projetados com base nas experiências do ano passado, tanto quanto possível, e esperamos que não exijam prototipagem. Isso permite que você concentre seu tempo e recursos de prototipagem em coisas novas, onde elas são mais necessárias.

#### 3. Testando o protótipo

- a. O principal objetivo da prototipagem é testar, registrar resultados e melhorar o conceito. O uso eficaz da prototipagem requer tanto iteração no conceito quanto a execução e gravação de testes apropriados.
- b. Para todos os testes que você executa em relação ao seu protótipo, certifique-se de que você pode gravar dados significativos, de preferência numéricos. Estes dados devem estar alinhados com os requisitos do mecanismo, conforme definido pela sua estratégia de jogo.
- c. Teste seus protótipos como se fosse uma combinação real. Certifique-se de que seus motoristas ou operadores recebam tempos, distâncias e visibilidade realistas, como fariam em uma partida real.
- d. Cada vez que você fizer uma única alteração ou ajuste, execute novamente todos os testes significativos. É possível que a mudança renderize algum moot



de teste. Também é possível que alterar um item crie um comportamento inesperado em outro item. A execução de todos os testes após qualquer alteração impede a ocorrência de regressões.

- e. A recolha e análise de dados irá mostrar-lhe o que você pede. Fazer perguntas significativas e criar testes significativos garantirá que seu protótipo esteja sendo usado de forma eficaz e fornecendo os dados de que você precisa. Só porque um protótipo executa uma ação uma vez, não o torna perfeito.

## Nível 1: Construindo o protótipo

Depois de ter um requisito de robô e um conceito geral para construir e testar, é hora de colocar as luvas e construí-lo! O foco deve ser construir e mudar as coisas rapidamente e registrar as mudanças. O conceito evoluirá através deste processo.

### 1. Faça uma versão simples

- a. As ideias formadas em sua cabeça precisam ser comunicadas aos outros. Comece com esboços em papel, quadro branco ou formas simples em CAD para produzir o núcleo da sua ideia.
- b. Use materiais simples que podem ser construídos e desmontados rapidamente para replicar o seu desenho.
- c. Não se concentre em potência ou transmissão neste momento, concentre-se no produto mínimo viável - o objeto mais simples e rápido que "funciona".
  - eu. A Equipe 1678 descreve a prototipagem como parte dos seus mecanismos e protótipos Fall Workshop: [Fabricação Mecânica e Prototipina](#) g

### 2. Materiais Úteis

- a. Para construções e estruturas, use materiais como papelão, madeira, cano de PVC, fita adesiva, molas, plásticos ou até mesmo protótipos antigos e itens "quebrados" de anos anteriores.
- b. Para alimentação, você pode girar manualmente eixos ou empurrar/puxar controles deslizantes. As brocas elétricas são fáceis de fixar a eixos para peças rotativas. Para protótipos de maior fidelidade, usando *PRIMEIRO*® Motores de competição de robótica com um conjunto de baterias (e um interruptor on-off ou potenciômetro personalizado!) podem mostrar como o mecanismo funcionará com seu motor de especificação e/ou transmissão.
- c. Muitas vezes, esses protótipos são pequenos, frágeis ou difíceis de segurar. Use grampos, vícios ou pesos para fixar o protótipo a uma superfície rígida ou a um chassi de rolamento antigo!
  - i. Os pesos são especialmente úteis para determinar o desempenho do robô. A equipe 148, Robowranglers, tem um bloco de cimento em seu laboratório que eles gravam ou amarram em chassis nu para entender



como seu trem de força e chassi funcionarão sob carga, sem a necessidade de construir todos os mecanismos.

- ii. Em 2018, muitas equipas ligaram os seus mecanismos de admissão a chassis antigos, ou tábuas de madeira com rodas, para ver quão eficazes seriam na recolha em movimento.
- iii. Confira parte do blog de 2018 da equipe 3847 aqui:  
[Team 3847 Blog - Chassis de Madeira](#)
- iv. A equipe 3847 também tem um conceito de prototipagem rápida chamado proto-tubo, usando pvc e juntas imprimíveis em 3D para fabricar e modificar rapidamente componentes em escala: [GrabCAD - Espectro Prototipagem](#) e

### 3. Itere frequentemente

- a. Seu protótipo não deve permanecer o mesmo por um longo período de tempo. Com cada execução de teste, cada resultado registrado, você deve alterar, ajustar e testar novamente.
- b. Tenha um plano de teste escrito e, para cada ajuste, execute novamente cada teste. Registe a alteração, os resultados do novo ensaio e compare com as permutações anteriores.
- c. Cada iteração deve ser composta por uma "falha" identificada e tentada melhorar. Cada iteração deve envolver a alteração de apenas um item ou componente de cada vez.
  - eu. Para 2018, a equipe 4911 e muitas outras criaram protótipos de admissão, e realizaram uma série de testes com rodas de tração, depois trocaram por rodas de colson, depois usaram as rodas verdes, depois tentaram outra roda e registraram a eficiência da entrada de elementos do jogo. Os dados mostraram que o melhor desempenho, consistência e longevidade vieram das rodas verdes.

## Nível 2: Melhorar o conceito

Depois de ter os conceitos básicos e protótipo construído, você pode melhorar o processo e melhorar a fidelidade do protótipo. Os protótipos de maior fidelidade podem, eventualmente, encontrar o seu caminho para robôs de prática ou robôs de competição e são usados para continuar a melhorar o desempenho do robô uma vez que os conceitos básicos tenham sido testados.

### 1. Ferramentas úteis

- a. Para criar protótipos de maior fidelidade, algumas equipas são capazes de recorrer a máquinas de precisão para fabricar rapidamente formas complexas. A madeira/plástico ainda são mais baratos do que o metal e, na maioria dos casos, mais rápidos de fabricar. As equipas que são capazes de utilizar moinhos e routers CNC fazem-no para aumentar a precisão e as tolerâncias dos seus protótipos e aproximá-los das especificações da concorrência.



- b. Use robôs antigos, se os tiver. Dependendo da idade da sua equipa e da capacidade de armazenamento do seu espaço de trabalho, manter robôs antigos por perto e a operar pode ajudar na prototipagem e nos testes. Eles já têm código e poder, e podem ser adaptados para executar seu novo mecanismo de protótipo.
- c. Durante os testes, replays de câmera e câmeras em câmera lenta podem revelar muito mais detalhes sobre como seu protótipo está interagindo com os objetos do jogo. As revisões da câmera são ótimas evidências de teste e podem mostrar nuances ao testar a repetibilidade.
  - eu. Em 2017, muitas equipes usaram câmeras em câmera lenta ou captura em câmera lenta de vídeo de celular para ver como e por que as peças de jogo de combustível estavam sendo disparadas de seus mecanismos.

## 2. Construindo um protótipo de maior fidelidade

- a. Seu protótipo deve passar de uma prova de conceito para uma validação de desempenho de alta fidelidade. Ajustes e mudanças devem ser focados em corresponder à qualidade da produção. Os primeiros passos devem ser remover os controles manuais, substituindo então por *PRIMEIRO* Robótica Competição motores, controladores e código.
- b. Uma vez concluída a prova de conceito, melhorar o desempenho deve ser o próximo objetivo. Faça o protótipo operar mais rápido e execute mais ciclos para desafiar a durabilidade.
- c. Comece a atualizar os materiais. Agora é onde as decisões para correia, corrente, policordão, etc. devem ser tomadas. As estruturas de madeira devem ser substituídas por alumínio mais leve e resistente.
- d. Comece a adicionar complexidade ao protótipo. Alguma complexidade que permita uma rápida mudança de posição, ou troca de peças, deve ser identificada e adicionada - poupará tempo a longo prazo.
  - i. Específico para mecanismos de disparo de volante de inércia, as equipes costumam usar slides e cames para ajustar rapidamente o ângulo de abertura/compressão e saída ao construir protótipos.
  - ii. Confira estes slides descrevendo como diferentes equipes constroem e melhoram seus protótipos: [Behind the Lines - Técnica de Prototipagem Eficaz](#) s

### Nível 3: Pensamentos Adicionais

- Os protótipos nunca estão terminados. Uma vez no robô de competição, ainda podem ser ajustados, modificados e testados.
- Prototipagem estratégica é uma coisa! Use robôs anteriores com peças de jogo semelhantes (ou não) para "jogar" o novo jogo, experimentar ciclos diferentes, comparar

tempos de ciclo e pontuações, testar o quão apertados são certos caminhos ou seções do campo de jogo.

- Muitas equipas documentaram protótipos — terminaram muito trabalho para si! Elevadores, ligações de quatro barras, mecanismos de escalada/elevação, atiradores de volante, existem CAD existentes para todos os itens acima. Para certos itens, ignore a prova de conceito e prossiga diretamente para um modelo de maior fidelidade.
- Converter protótipos em componentes prontos para competição - IDÊNTICO é crucial. Espaçamento, atrito, potência, dimensões - estes devem ser copiados de forma idêntica ao produzir sua versão final.

## Sobre a Compass Alliance

A Compass Alliance foi fundada por 10 equipas de todo o mundo com a missão de ajudar as equipas da FIRST Robotics Competition a manterem-se e a crescerem. Um repositório de recursos em crescimento e um Call Center 24 horas por dia, 7 dias por semana, dão a qualquer pessoa de qualquer nível de habilidade as ferramentas para aprender algo novo ou aprender mais em qualquer lugar do mundo. As equipas remotas sem mentores podem inscrever-se numa Tag Team para ser o seu guia remoto ao longo da temporada, e os Help Hubs identificam onde obter acesso aos serviços locais que outras equipas FIRST oferecem. A Hear For You fornece os recursos e ferramentas para ajudar as equipas e os voluntários a desenvolver o bem-estar mental nas suas equipas e em eventos. Você pode saber mais sobre a The Compass Alliance, encontrar assistência de qualidade e participar da [www.thecompassalliance.org](http://www.thecompassalliance.org)

## Sobre este recurso

Este recurso foi preparado pela The Compass Alliance, com o apoio e visão geral da FIRST. Se você tiver dúvidas sobre este recurso, entre em contato com [thecompassalliance@gmail.com](mailto:thecompassalliance@gmail.com) ou [firstroboticscompetition@firstinspires.org](mailto:firstroboticscompetition@firstinspires.org).

## Histórico de Revisões

Revisão #	Data de revisão	de	Notas de revisão
1.0	dez de 2018		Versão inicial

--	--	--

