

# O “Aprender Fazendo” da Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica

**MANUAL  
MAKER**









---

# O “Aprender Fazendo” da Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica

---

**MANUAL  
MAKER**



**Presidente da República**

Jair Messias Bolsonaro

**Ministro da Educação**

Victor Godoy Veiga

**Secretário de Educação Profissional e Tecnológica**

Tomás Dias Sant'Ana

**Diretor de Desenvolvimento da Rede Federal de  
Educação Profissional, Científica e Tecnológica - DDR**

Kedson Raul de Souza Lima

**Diretora de Articulação e Fortalecimento da  
Educação Profissional e Tecnológica - DAF**

Tassiana Cunha Carvalho

**Diretora de Política e Regulação da Educação  
Profissional e Tecnológica - DPR**

Joelma Kremer





## FICHA TÉCNICA

### EQUIPE RESPONSÁVEL PELO EDITAL 35/2020

#### Gerência de Projetos/DDR

Weber Tavares da Silva Junior (2020)

Emerson Augusto Miotto Corazza (2021-Atual)

#### Comissão AdHoc Fase I PORTARIA Nº 386, DE 25 DE JUNHO DE 2020

Weber Tavares da Silva Junior, GP/DDR/SETEC/MEC

Daniel Ferraz de Godoy, CGPG/DDR/SETEC/MEC

Úrsula Maruyama, NEPI-GP/DDR/SETEC/MEC

Paula Fabiane Martins, IFSP

Maria Goreth Araújo Reis, IFRO

André Romero da Silva, IFES

Ricardo Magalhães Dias Cardoso, IFNMG

#### Comissão AdHoc Fase II PORTARIA Nº 636, DE 21 DE DEZEMBRO DE 2021

Emerson Augusto Miotto Corazza, GP/DDR/SETEC/MEC

Jéssica Cristina Pereira Santos, CGPG/DDR/SETEC/MEC

Úrsula Maruyama, NEPI-GP/DDR/SETEC/MEC

Elizabete Ribeiro Sanches da Silva, NEPI-GP/DDR/SETEC/MEC

Weber Tavares da Silva Junior, IFG

Paula Fabiane Martins, IFC

Maria Goreth Araújo Reis, IFRO

André Romero da Silva, IFES

Ricardo Magalhães Dias Cardoso, IFNMG

#### IFES/MOOC/Equipe CEFOR

Marize Lyra Silva Passos, IFES

Mariella Berger Andrade, IFES

Vitor Bremgartner da Frota, IFAM

Jocélia Abreu Barcellos Vargas, IFES

Marcos Vinícius Forecchi Accioly, IFES

#### IFES/GT Compras

Dennis Cazeli Ferreira, IFES

#### Grupo de Apoio GT Compras Fase I

Antônio Júnior, IFAM

Cristina Lúcia Janini Lopes, IFSuldeMinas

Daniel Lima Gomes Júnior, IFMA

David Lima, IFAM

Elizabete Ribeiro Sanches da Silva, NEPI-GP/DDR/SETEC/MEC

Fábio Fernandez, IFB

Herika Fernanda Montilha Satrapa, IFAC

Honório José de Moraes Neto, IFSuldeMinas

Leandro Gomes de Oliveira, IFAP

Luiz Felipe Silva Oliveira, IFRJ

Marcel Amaral Daoud, IFC

Marcéu Oliveira Adissi, IFPB

Maykon Chagas, IFSC

Nadja da Nóbrega Rodrigues, IFPB

Ricardo Soares Rubin, IFSP

Ronan Marcelo Martins, IFMT

Samuel Silva, IFAL

Thiago Eduardo Pereira Alves, IFG

Úrsula Maruyama, NEPI-GP/DDR/SETEC/MEC

#### Grupo de Apoio GT Compras Fase II

Ademir Dorneles de Dorneles, IFSUL

Ângelo Augusto Frozza, IFMT

Antônio Júnior, IFAM

Aurélio Sabino, IFSC

Bruno GRacês, IFTM

Carlos Sobrinho, IFPB

Cristina Lúcia Janini Lopes, IFSuldeMinas

Eberton Marinho, IFRN

Elizabete Ribeiro Sanches da Silva, NEPI-GP/DDR/SETEC/MEC

Érico Pessoa Felix, IFSP

Eveline Sá, IFMA

Fábio Fernandez, IFB

Fernando Dacas, IFC

Giovani Aud Lourenço, IFG

Joel da Silva Rodrigues, IFSUL

Josemar Júnior, IFG

Juliano Siqueira Hilguera, IFC

Leandro Mondini, IFC

Luiz Felipe Silva Oliveira, IFRJ

Maykon Chagas, IFSC

Paulo Lenço, IFMT

Ricardo Soares Rubin, IFSP

Ronan Marcelo Martins, IFMT

Rosângela M. de Oliveira, IFTO

Úrsula Maruyama, NEPI-GP/DDR/SETEC/MEC

#### Trilhas ACT MEC/Sebrae

Silvilene Souza da Silva CGDP/DDR/Setec/MEC

Patrícia Albuquerque Maia, NEPI-GP/DDR



## **COLABORAÇÃO TEXTUAL SETEC/MEC**

### **Diretoria de Desenvolvimento da Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica - DDR**

Kedson Raul de Souza Lima  
Emerson Miotto Corazza  
Úrsula Maruyama

### **Diretoria de Articulação e Fortalecimento da Educação Profissional e Tecnológica - DAF**

Tassiana Cunha Carvalho  
Fabio de Medeiros Souza  
Francisco Moraes da Costa Marques

### **Diretoria de Política e Regulação da Educação Profissional e Tecnológica - DPR**

Joelma Kremer  
Anderson Sanita  
Pierry Teza  
Antônio dos Santos Júnior

### **Manual Rede Maker**

Úrsula Maruyama, NEPI-GP/DDR (org.)

### **Equipe de Revisão Textual MEC**

Camila Rodrigues Amaral  
Marta de Oliveira Sagat Paiva  
Yasmin Rodrigues de Oliveira

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Gabinete Setec/MEC

## **ELABORAÇÃO E REVISÃO TÉCNICA MANUAL REDE MAKER [EM ORDEM ALFABÉTICA]**

Alexandre Domingues Gonçalves, IFRJ  
Alexandre Martinez dos Santos, Cefet-RJ  
Aline Monteiro Guimarães Trigo, Cefet-RJ  
Ana Cristina Rodrigues da Silva, IFSUL  
Cláudia Gomes França, Cefet-MG  
Cristina Lúcia Janini Lopes, IFSuldeMinas  
Dimitri Mahmuud, IFAP  
Elizabeth Ribeiro Sanches da Silva, NEPI-GP/DDR/SETEC/MEC  
Emanuel Diego Gonçalves de Freitas, IFCE  
Evandro Luís Souza Falleiros, IFMS  
Fábio Timbó Brito, IFCE  
Felipe do Carmo Amorim, Cefet-RJ  
Francisco José Casarim Rapchan, IFES  
Gustavo Alcantara Brod, IFSUL  
João Moreno Vilas Boas, IFRN  
Júlio César Mesquita Ruzicki, IFSUL  
Leila Nunes, IFAP  
Liária Nunes Silva, IFPI  
Luciana Sandrini Rocha, IFSUL  
Luiz Felipe Silva Oliveira, IFRJ  
Marcelo Anderson Batista dos Santos, IFSertão-PE  
Marco Antônio Barbosa Braga, Cefet-RJ  
Marco Hiroshi Naka, IFMS  
Marcos Dinís Lavarda, IFPR  
Marina Bezerra da Silva, IFPI  
Myrna da Cunha, Cefet-RJ  
Nadja da Nóbrega Rodrigues, IFPB  
Patrícia de Albuquerque Maia, NEPI-GP/DDR  
Patrícia Silva Ferreira, IFRJ  
Pedro Lemos de Almeida Júnior, IFSertão-PE

Priscila Daniel de Paiva Gama e Silva, Cefet-RJ  
Renata Cardoso Fernandes Paz, DDR/SETEC/MEC  
Rhasla Ramos Abrão Wanderley, IFMS  
Rodrigo Cardoso Costa, IFC  
Sidney Teylor de Oliveira, Cefet-RJ  
Úrsula Maruyama, NEPI-GP/DDR/SETEC/MEC  
Vanessa Büttow Signorini, IFSUL  
Vitor Bremgartner da Frota, IFAM  
Wladmir Henrique Motta, Cefet-RJ

### **Estudantes Colaboradores**

Kayuá Cardoso Ávila, IFSUL  
Maria Clara de A. Dias, Cefet-RJ  
Thamires da Silva Lopes, IFSUL  
Thaiane C. da Silva, Cefet-RJ



## **APOIO NA ORGANIZAÇÃO DO LANÇAMENTO REDE MAKER: EDITAL FASE 2 E LIVRO MAKER**

Elizabete Ribeiro Sanches da Silva, NEPI GP/DDR/SETEC/MEC  
Patrícia de Albuquerque Maia, NEPI GP/DDR/SETEC/MEC  
Renata Cardoso Fernandes Paz, DDR/SETEC/MEC  
Úrsula Maruyama, NEPI-GP/DDR/SETEC/MEC

### **Rede Federal de EPCT – Exposição Maker 31/05/2022, MEC Auditório do Anexo I**

Alan Carlos da Costa, IFGoiano  
Amaury Walbert de Carvalho, IFGoiano  
Audir da Costa Oliveira Filho, IFG  
Carlos de Melo e Silva Neto, IFG  
Christiane Borges Santos, IFG  
Fábio Ferraz Fernandez, IFB  
Ghunter Paulo Viajante, IFG  
Giovanna Megumi Ishida Tedesco, IFB  
Haihani Silva Passos, IFGoiano  
Josemar Alves dos Santos Jr, IFG  
Júlio César Ferreira, IFGoiano  
Júnio César de Lima, IFGoiano  
Leonardo François de Oliveira, IFG  
Marcelo Escobar de Oliveira, IFG  
Márcio Antônio Ferreira Belo Filho, IFGoiano  
Marcos Ribeiro Rabelo de Sá, IFB  
Pedro Augusto Cordeiro Borges, IFGoiano  
Rafael Lavrador Sant Anna, IFB  
Renatha Cândida da Cruz, IFG  
Simone Paixão Araújo, IFG  
Thais Amaral e Sousa, IFG





© 2022 Ministério da Educação/Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

---

O “Aprender Fazendo” da Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica  
[livro eletrônico]: manual maker / [organização Úrsula Maruyama]. -- Brasília, DF : Ministério da Educação, 2022. PDF

Vários colaboradores.

Bibliografia.

ISBN 978-85-92565-02-2

1. Educação profissional e tecnológica
2. Inovações educacionais
3. Metodologia Cultura Maker
4. Tecnologia educacional I. Maruyama, Úrsula.

22-117554

CDD-371.3

---

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Inovações educacionais : Educação 371.3

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380





# APRESENTAÇÃO

O conceito de ecossistema se apresenta como uma abordagem promissora na literatura sobre estratégia, inovação e empreendedorismo. A iniciativa de criação dos Laboratórios de Prototipagem (conhecidos como LabMakers), nos remete à condução de uma nova perspectiva na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPC): a formação de um Ecossistema de Inovação.

Um ecossistema de inovação é composto por diferentes partes interessadas, incluindo o setor produtivo, o governo, associações, instituições de ensino, clientes e outros interessados que compartilhem o mesmo ambiente, desenvolvendo novos produtos e serviços, agregando valor por meio da inovação.

Desta forma, o Ministério da Educação, por meio da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec) fomenta os alicerces que darão suporte à inovação na Educação Profissional e Tecnológica.

A elaboração deste Manual Maker representa um marco para explicitarmos os conhecimentos existentes na Rede Federal, convidando a todos a dar o primeiro passo conosco para uma educação tecnológica com enfoque na formação de competências que habilitem, não somente os seus estudantes e corpo deservidores, mas toda a sociedade para um novo ambiente deste ecossistema inovador.

**Victor Godoy Veiga**  
Ministério da Educação





# SUMÁRIO



<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>	<b>“MANUAL MAKER”</b>	<b>56</b>
<b>PERSPECTIVAS DA EDUCAÇÃO MAKER*</b>	<b>18</b>	1. Infraestrutura dos laboratórios	58
1. Espaços Maker como ambientes de criação para uma cultura de inovação	20	2. Impressão & scanner 3D	67
2. Laboratório Maker e Arte: oportunidades e possibilidades	22	3. Máquina cnc: fresa, corte e gravação a laser	87
3. Metrologia, STEAM e Educação Maker	25	4. Ferramentas de usinagem	102
4. Metodologias Ativas, Pensamento Computacional e Educação Maker	26	5. Prototipação eletrônica	117
5. <i>LabMaker</i> no Ecossistema de Inovação da Rede Federal EPCT	30	6. Kits de robótica	132
6. Economia Circular: Educação Maker na Agenda 2030	33	7. Estabelecendo convênios, acordos e parcerias	147
		8. Regimento	150
		9. Referência maker	153
		10. Política de segurança e EPIs	156
<b>SETEC/MEC</b>	<b>36</b>	<b>FERRAMENTAS ÚTEIS DE GESTÃO PARA EQUIPES GESTORAS</b>	<b>164</b>
1. Setec/MEC	38	1. Ferramentas de estratégia, monitoramento e controle	167
2. DESENVOLVIMENTO DA CULTURA MAKER NA REDE FEDERAL EPCT: Ações Conjuntas da Diretoria de Desenvolvimento da Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica	39	2. Ferramentas básicas da gestão da qualidade	175
3. EDUCAÇÃO PARA O MUNDO 4.0 E EDUCAÇÃO DIGITAL: Ações Conjuntas da Diretoria de Política e Regulação da Educação Profissional e Tecnológica para a Convergência da EPT com o Mundo 4.0	45	3. Ferramentas especializadas para programas da qualidade	185
4. EMPREENDEDORISMO E INOVAÇÃO: Projetos da Diretoria de Articulação e Fortalecimento da Educação Profissional e Tecnológica – DAF associadas à Cultura Maker	48	4. Gerenciamento de projetos	191
<b>TRILHAS DE CAPACITAÇÃO</b>	<b>50</b>	<b>O QUE É A REDE MAKER?</b>	<b>202</b>
1. CEFOR	52	BIBLIOGRAFIA	206
		Conhecendo a Setec/MEC	213
		Contato das Instituições contempladas no Edital 35/2020	214
		Glossário	216



# INTRODUÇÃO

Antes de iniciar este Manual Maker, é necessária disposição para trilhar o caminho centenário desta Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica, percorrido por muitos estudantes, que atualmente são profissionais, professores, pesquisadores, cientistas e gestores.

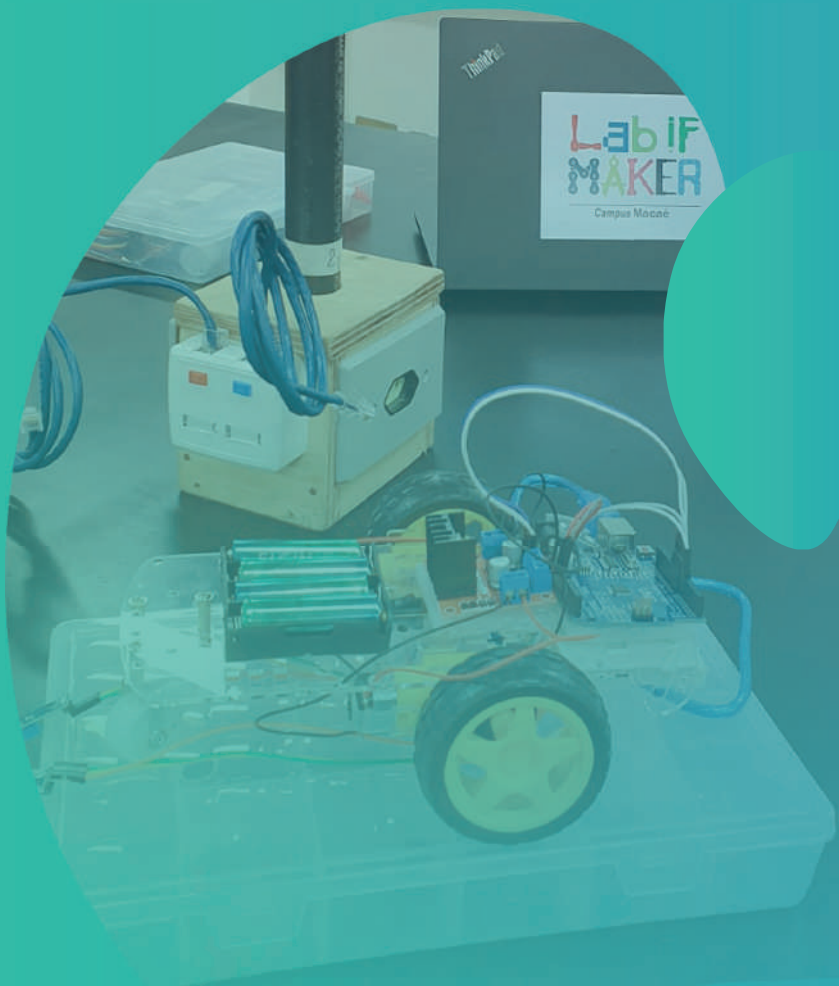
A Educação Maker começa a partir da integração de saberes e tecnologias para dar forma a uma filosofia de “aprender fazendo”. A partir da perspectiva de que estamos continuamente aprendendo algo novo, sobretudo, num mundo em constante transformação, é necessário que as “práticas tradicionais” sejam ressignificadas a partir de um olhar contemporâneo, interdisciplinar, no qual onde professor e aluno serão companheiros nesta jornada

Por conseguinte, é necessário ressaltar que este material foi elaborado por inúmeras mãos, muitas mentes brilhantes, pessoas criativas e inovadoras, que “fazem a diferença”, “agregam valor” e que compõem a nossa Rede Federal EPCT.

A cada capítulo será possível perceber que poderemos aprender sempre “um pouco mais” e que a sinergia do trabalho de todos, pode transformar positivamente a nossa Educação.

Sejamos os instrumentos para auxiliar estes jovens a construir o futuro da Educação, com uma perspectiva científica, tecnológica e empreendedora, agindo de forma ecologicamente correta, economicamente viável, socialmente justa e culturalmente diversa.





# PERSPECTIVAS DA EDUCAÇÃO MAKER

Como podemos desenvolver as atividades dentro de um espaço Maker?

Quais perspectivas podemos desenvolver a partir de uma abordagem interdisciplinar?

Como conectar as diferentes áreas do conhecimento de uma forma inclusiva e ambientalmente sustentável?

Como outras teorias e práticas de Metodologias Ativas podem ser associadas aos projetos de Educação Maker?

Como apresentar a relevância do Espaço Maker, inserida num contexto de um Ecossistema de Inovação para a Educação Profissional e Tecnológica?

Estas e outras perguntas foram apresentadas a pesquisadores especialistas da Rede Federal EPCT que compuseram um mosaico de possibilidades para apresentarmos aos estudantes. Elaborado de forma livre e refletiva, os textos apresentados aqui não pretendem “esgotar o assunto”, mas ser apenas “um primeiro passo” dentro desta bela jornada.



## 1 - ESPAÇOS MAKER: AMBIENTES DE CRIAÇÃO PARA UMA CULTURA DE INOVAÇÃO

Os Espaços Maker são novos ambientes de aprendizagem que vem ganhando importância em diversas escolas pelo mundo. Em geral, quando se fala na Educação Maker, utiliza-se o termo “mão na massa” para designar uma nova filosofia de trabalho. Para a maioria das escolas isso é realmente uma novidade. Por conseguinte, os Espaços Maker produzem uma ruptura com a aprendizagem expositiva tradicional, introduzindo metodologias ativas na formação dos estudantes.

Mas convenhamos, a educação “mão na massa” não é uma novidade para a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. O conjunto de instituições que compõem essa rede é herdeira das antigas escolas técnicas federais.

As antigas Escolas Técnicas Industriais, e mesmo as Agrotécnicas, praticavam um tipo de educação “mão na massa” baseada num modelo industrial clássico. Muitas dessas escolas, fundadas no início do século XX como escolas de “Artes e Ofícios”, deixaram o modelo artesanal a partir da década de 1940 para adotar um novo modelo de base industrial. Nesse novo modelo, cabia ao estudante aprender a executar tarefas a partir de roteiros bem estruturados.

A maioria dos laboratórios e oficinas tinha uma metodologia de trabalho fundamentada nesse conceito. O estudante recebia um roteiro com informações sobre o que deveria fazer e tabelas para colocar os dados coletados. Em seguida, era apresentada uma expressão matemática que era utilizada para calcular um valor previsto pela teoria. A não adequação dos valores medidos à teoria deveria ser explicada, seja por uma margem de erro ou por falhas de procedimentos.

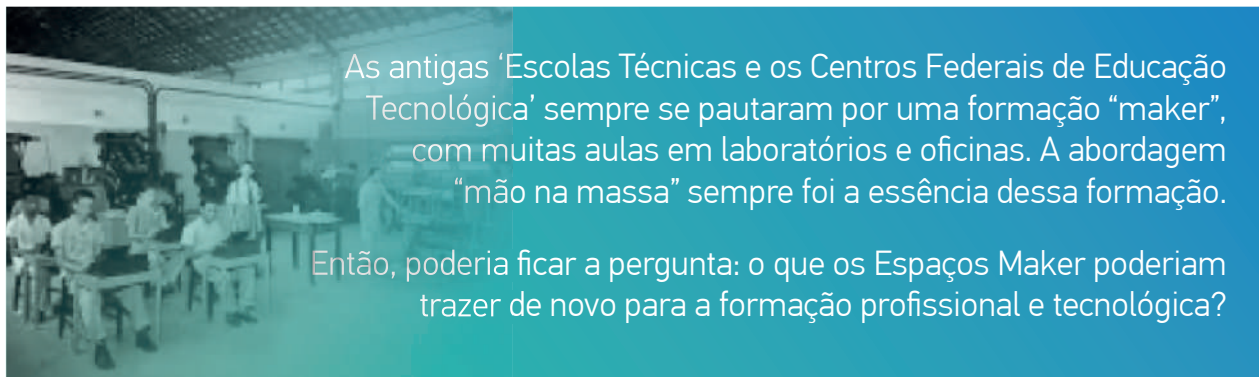
Podia-se repetir diversas vezes as medições para aproximá-las ao previsto. Não era raro, os estudantes executarem tal tarefa corretamente sem ao menos entenderem o que ela significava. Essa era a concepção de trabalho em um sistema industrial daquela época: saber ler instruções e executar metodologias de coleta de dados, mesmo que não entendesse bem o significado do que fazia.

A revolução das tecnologias da informação, mais do que introduzir um maquinário digital no mundo da produção, trouxe também novas metodologias de trabalho. A robotização dos processos repetitivos, seja na indústria ou no campo, rompeu com o antigo modelo. A rápida transformação tecnológica impôs às empresas uma nova dinâmica criativa de base científica. O cerne dessa dinâmica é a inovação, num mundo em rápida transformação.

Portanto, a atividade “mão na massa” deixou de ser um fazer quase robotizado para se transformar num fazer criativo, baseado na solução de problemas.

**Não basta mais ser alguém que sabe ler roteiros e realizar medições de forma correta. A nova formação aponta para algo mais complexo. O novo técnico tem que saber ler a realidade em suas diferentes dimensões, identificar problemas e propor soluções para eles.**

Os Espaços Maker são ambientes voltados para esse tipo de formação: não são apenas espaços de



As antigas ‘Escolas Técnicas e os Centros Federais de Educação Tecnológica’ sempre se pautaram por uma formação “maker”, com muitas aulas em laboratórios e oficinas. A abordagem “mão na massa” sempre foi a essência dessa formação.

Então, poderia ficar a pergunta: o que os Espaços Maker poderiam trazer de novo para a formação profissional e tecnológica?

atividades “mão na massa”; são espaços de criação de soluções para problemas concretos. Desta forma, impressoras 3D ou Arduinos são ferramentas para prototipar soluções e desenvolver competências ligadas à solução de problemas e à inovação.

Entretanto, a simples instalação desses equipamentos em ambientes de aprendizagem não garante isso. É necessário desenvolver uma metodologia de trabalho com foco na inovação.

### Mas aí poderia surgir a questão: como se formam profissionais voltados à inovação?

Esse é o grande desafio com o qual os Espaços Maker da rede deverão se defrontar. Inovação não é algo que se ensine, mas é possível de ser aprendida. Essa afirmação, que parece contraditória, é na realidade uma antiga máxima filosófica tirada de Sócrates. Ninguém ensina alguém a inovar. Os estudantes, ao serem desafiados pelos professores, podem ir pouco a pouco criando competências ligadas à inovação. Inovação é um ciclo que demanda saber problematizar a realidade, criar e fabricar soluções, testar e entregar um produto ou processo que elimine aquele problema inicial.

Há que ter clareza de que inovação não é apenas um ato intelectual, de genialidade. É preciso aprender a observar, fazer associações entre problemas e testar...ajustar...testar. É preciso envolver os estudantes nesse ciclo de desenvolvimento de

projetos, mais do que explicá-lo para eles. Só assim eles aprenderão a inovar sem que ninguém os tenha ensinado. Tudo isso fará do Espaço Maker uma usina de novas ideias que poderá trazer a formação dos nossos estudantes para o século XXI. É preciso fazer com que os estudantes percebam que inovação não é apenas invenção.

### Inovação é algo complexo que envolve diversos aspectos daquilo que denominamos STEAM, (acrônimo de ‘Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática’ em inglês). O olhar STEAM rompe com a ‘disciplinaridade’ da escola tradicional e ‘retira da caixa’ essa visão compartimentada do conhecimento.

Um produto inovador tem que ser complexo, ter sustentabilidade econômica, energética e ambiental, além de permitir uma interação humano-máquina amigável. Para que os estudantes tenham essa percepção é necessário desconstruir a visão disciplinar que vivenciamos ao longo de anos na escola. E nesse sentido, as ciências deixam de ser apenas as da Natureza, ampliando-se para Humanas e Sociais. Essas ciências se associam à Tecnologia, à Engenharia, e à Matemática e às Artes, criando algo que é mais do que a soma dessas partes.

O Renascimento italiano nos ensina ainda hoje muito do que significa criar uma **cultura de**

**inovação STEAM.** Naquela época, não se conseguia identificar onde terminava o trabalho do cientista e começava o do engenheiro ou do artista. Filippo Brunelleschi, Taccola, Francesco Martini e Leonardo foram a expressão máxima desse espírito. Os artefatos que criaram, de catedrais a sistemas de abastecimento de água de cidades, são funcionais e fundamentalmente artísticos.

Nos dias de hoje, essa interação STEAM pode também ser percebida em diversos artefatos tecnológicos desenvolvidos na cultura da inovação do Vale do Silício. Quem visita São Francisco poderá encontrar diversos artefatos criados, há pouco menos de 20 anos, expostos no *Museum of Modern Art (MOMA)* como o *i-pod*, o *i-pad*, e alguns desktops. Esses artefatos, além de possibilitarem uma melhor interação humano-máquina, possuem status equivalente a obras de arte devido a seu design.

### Portanto, os Espaços Maker são ambientes de aprendizagem fundamentais na criação de uma **Cultura de Inovação STEAM** em toda a sociedade, possuindo também um importante papel a cumprir na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

Cabe a nós aceitar o desafio de tornar os artefatos que compõem os espaços maker em instrumentos de criação de uma cultura de inovação que abarque toda a Rede.

## 2- LABORATÓRIO MAKER E ARTE: OPORTUNIDADES E POSSIBILIDADES

Este texto poderia começar abordando o ensino de Arte nas instituições federais apontando rupturas que se constituíram muito antes da implantação das Escolas de Aprendizizes Artífices na primeira década do século XX.

Tratam-se de rupturas históricas que instituíram que as Artes seriam eternamente belas e que ficariam confinadas em museus, que isolaram a ciência nas bancadas dos laboratórios e os elevaram às alturas inatingíveis das torres de marfim e que criaram barreiras aparentemente intransponíveis entre a tecnologia e seus usuários, de modo a deixá-los desinteressados de seus processos técnicos, mas viciados e atraídos pelos seus objetos e engenhocas de ponta.

**A teoria se desvinculou da prática.**

**O trabalho intelectual se sobrepôs ao fazer.**

**O conhecimento ficou recluso nas universidades e nos centros de poder.**

**Mas é mais do que isso que se trata.**

Nilo Peçanha criou as Escolas de Aprendizizes Artífices pelo Decreto Federal nº 7566, de 23 de setembro de 1909, entrando no século XX em meio a fervorosas mudanças que iriam moldar de maneira significativa os próximos 100 anos que estavam a caminho.

A Arte, não é de hoje, configura-se como uma das formas mais criativas e provocadoras de se ver e se estar no mundo. O Impressionismo da segunda metade do século XIX registrou, nas pontas dos pincéis, a luz em sua mais esplendorosa manifestação, enquanto a fotografia a eternizou em porta retratos que fizeram com que instantes da vida se congelassem em poses.

O frenético processo de industrialização, ainda mais veloz com a invenção do automóvel, configurou as linhas de produção cujas esteiras incansáveis acabaram por desvalorizar o que é feito com as mãos e trilharam rumos tortuosos e polêmicos na malha fina entre a mecanização do trabalho e o trabalhador.

As vanguardas europeias ousaram traduzir em obras de arte as angústias de um novo século que se iniciava, com suas contradições e mudanças que aconteceriam com a rapidez de um piscar de olhos. Andy Warhol ousou prever que no futuro todos seríamos famosos por 15 minutos. E não é que ele estava certo?

A década de 1920 reivindicou por uma arte nacional, liberta das amarras das estéticas europeias e que valorizasse a representatividade das tradições, práticas e culturas brasileiras.

Pela inquietude daqueles que se atreverem a fazer, viver e pensar sobre ela, a Arte passou por questionamentos que chegaram ao ponto de decretar sua morte, para posteriormente fazê-la

ressurgir das cinzas por meio de manifestações que incorporaram os objetos da cultura de consumo.

A Arte moderna transcendeu as telas e os pedestais e ocupou espaços arquitetônicos e urbanos, nos quais o corpo performático de artistas transitaram por instalações que convidaram os espectadores a serem coautores de suas criações. A obra de arte se abriu para o público.

As interações e a efemeridade da vida cotidiana também foram incorporadas pelas suas expressividades, na compreensão do viver, como manifestação artística e da vida como arte.

A contemporaneidade se deleitou com a expressividade da abstração, com o grafismo que emana das ruas, com a liberdade de formas, texturas e suportes. A moda, a estética, o design e a arquitetura embarcaram juntos nesse turbilhão.

A ciência, que começou a se constituir quando Tales de Mileto, no ano 585 a.C. previu um eclipse solar, tirou a responsabilidade dos deuses dos fenômenos naturais e afirmou que na natureza os fenômenos acontecem por meio de causas. Galileu (1564-1642) por sua vez, ao ter em mãos uma luneta, observou o céu e tirou o chão daqueles que buscavam aí um refúgio para a vida eterna.

A ciência que nascia pelos novos posicionamentos do “mensageiro das estrelas” se configurava pela capacidade de duvidar de tudo aquilo que está diante dos olhos e começou a se constituir pela



formulação de hipóteses que serão testadas, aprovadas e refutadas pelo método científico proposto por Francis Bacon (1561-1626). Newton (1643-1727), conforme ele mesmo disse, deitado em ombros de gigantes, formulou as leis da Física Clássica.

Heisenberg, no final dos anos de 1920, revolucionou a ciência ao enunciar seu Princípio da Incerteza, incorporar a indeterminação e a probabilidade aos experimentos e elaborar as premissas da Mecânica Quântica.

A Tecnologia, de mãos dadas com a Cultura, foi lapidada nas pedras lascadas que dão início ao Paleolítico, aqueceu-se naquele que seria um dos momentos mais cruciais da humanidade, o limiar entre o cru e o cozido, e nunca mais seria a mesma ao fundir o metal e construir instrumentos que garantiriam sobrevivência e segurança. Com as armas em punho, a humanidade jamais seria a mesma.

A década de 1990 presenciou o encurtamento de distâncias, antes quilométricas, agora traduzidas em bites e megabites pelas tecnologias da informação e da comunicação. As salas climatizadas dos gigantescos computadores, até então em mãos privilegiadas em redutos exclusivos de mentes brilhantes do mundo polarizado pela guerra fria, perdem espaço para a era das engenhocas tecnológicas personalizadas, disponíveis em casa, quase como um eletrodoméstico.

O PC, ou o “computador pessoal”, abriu um leque de opções infinitas, que colocou o mundo macro em dimensões micro nos celulares, *smartphones*, *smartwatches*, *chips*, *microchips*, *nanochips*. Enquanto que as redes sociais fizeram com que a comunicação navegasse em fluxos cada vez mais intensos que mudaram o transcorrer da história da qual a humanidade é, ao mesmo tempo, personagem e observadora atônita.

Saberes, conhecimentos e práticas passaram, de encarnados pela oralidade nos viventes, a navegar na rede mundial de comunicação digital também conhecida como internet, nas pontas dos dedos por meio de simples toques que desenharam a cibercultura, segundo o olhar eufórico de Pierre Lévy (1956-).

Quando se achava que a humanidade havia resolvido desafios que redesenharam paradigmas no curso de sua existência – a fome, as guerras e os germes – surge, no ano de 2020, um novo vírus, desconhecido, aparentemente incontrolável, avassalador.

A ciência, sob o olhar atento da população mundial, viu-se envolvida em uma busca frenética por uma solução rápida, segura e eficaz para salvar a humanidade de uma pandemia. Governos, órgãos internacionais e cientistas de diferentes países partiram em busca por uma vacina que minimizasse os efeitos do contágio em massa desse inimigo que acabara de chegar.

Duas décadas antes, em 2001, um movimento conhecido como Cultura Maker ou Movimento Maker, articula arte, design, ciência e tecnologia em espaços que prezam tudo aquilo que é coletivo e que pode e deve ser compartilhado. A prática, por meio da valorização do fazer, volta a ser alvo dos holofotes.

Com suas origens relacionadas às práticas da cultura do *Do It Yourself* (DIY – Faça Você Mesmo), a Cultura Maker vai além ao estabelecer que qualquer pessoa pode construir, consertar, modificar e fabricar objetos, máquinas, projetos e processos com suas próprias mãos.

O Movimento Maker ampliou essa questão em uma vertente mais técnica e tecnológica que avança e desloca meios de produção antes inseridos em estruturas industriais e agora nas mãos das pessoas por meio de práticas que simplificam procedimentos e conferem autonomia para a produção de objetos, máquinas e processos.

O *Make It Yourself* (MIY - Produza Você Mesmo) absorve a ampla gama de informações disponibilizadas pelas tecnologias da informação e digitais e envolve, cada vez mais, maior número de adeptos.

Considerado como a nova revolução digital, mas com perspectiva física mais evidente do que a virtual, esse movimento permite que indivíduos desenhem e produzam objetos tangíveis de acordo com suas demandas. Nesse espírito, surgiu a proposta da

disciplina ministrada por Neil Gershenfeld (1959-) denominada “*How to Make (almost) Anything*”, em 2001, no *Center for Bits and Atoms* (CBA) do *Massachusetts Institut of Technology* (MIT). O foco de Gershenfeld (2012), na época diretor do CBA, constituiu em traçar um paralelo entre a computação pessoal e a fabricação pessoal e as fronteiras entre a computação e a física.

Em dezembro de 2003, como fruto de um projeto de extensão e com apoio da *National Science Foundation*, foi criado o primeiro *Fabrication Laboratory* ou *Fabulous Labs*, mundialmente conhecido como *Fab Lab*, implantado no *South End Technology Center*, na cidade de Boston.

A partir dessa experiência os *Fab Labs* se espalharam pelo mundo e fazem parte da amplitude do *Maker Movement* ou, nas palavras de Gershenfeld, do “*high-tech do-it-yourselfers*”, na busca por democratizar o acesso aos meios modernos de produzir coisas.

O mundo de possibilidades trazido pela fabricação digital é aberto, horizontal, acolhedor, compartilha diversos espaços e pode se constituir em diferentes formatos e configurações. Essa condição é um convite irrecusável à reflexão sobre novas formas de trabalhar, de relacionar com pessoas e coisas, de criar e empreender, de fazer uso de tecnologias disponíveis onde quer que elas estejam. É o início de uma nova revolução digital e industrial de grandes proporções da qual a sociedade não pode se esquivar.

### Mas, no âmbito das Instituições Federais, quais seriam as oportunidades e possibilidades de se articular Cultura Maker e Arte?

As aulas de Arte oferecem aos estudantes configurações distintas das disciplinas da formação geral. A disposição quadro e giz, professor e carteiras enfileiradas se desconstrói no espaço da sala atelier no qual bancadas conferem outra experiência estética para os estudantes.

As diferentes linguagens agregam a essa experiência estética vivências sensoriais trazidas pelas Artes Visuais, pelas Artes Cênicas e pela Música. Cada linguagem traz consigo suas perspectivas que se desarticulam ainda mais com configurações tradicionais das outras disciplinas e se transformam em uma espécie de convite para a criatividade de maneira a proporcionar outras leituras do mundo.

A escrita dá lugar ao que chama a atenção pelo olhar, ao gesto, ao movimento corporal, à voz, às sonoridades, aos ritmos.

Tudo é compartilhado – o espaço, o mobiliário, os materiais. Limitações são colocadas na berlinda ao mesmo tempo em que os olhos se abrem para o risco de se aventurar a buscar nas gavetas da imaginação formas e cores.

A arte se faz na articulação entre as ideias e o fazer, fazer esse pautado pela construção de significado

por meio da comunicação, da mensagem que aí se materializa, toma forma, flui, não importa a forma, o suporte, a perenidade ou a efemeridade.

A arte se faz relevante na medida em que a prática revela a teoria – pelas formas, cores, composições, suportes, materiais, técnicas.

### E quais seriam os diálogos possíveis entre Arte e os Laboratórios Maker?

**O pensar criativo:** a arte é um convite para a criatividade, que é inerente ao fazer humano, que é necessária para viver a vida, que se constitui nas relações, no enfrentamento e na solução de problemas, no contato com o novo e o desconhecido.

**A materialidade e o suporte:** diferentes materiais e suportes podem ser utilizados na composição e construção de objetos e artefatos.

**O aporte transdisciplinar:** a possibilidade de diálogo com as diferentes áreas do conhecimento na elaboração de projetos.

**O aspecto estético:** a plasticidade que se pode conferir aos objetos e artefatos, pelas formas, cores, texturas.

**A linguagem visual e o diálogo com diversos usuários** (diferentes públicos e faixas etárias) na elaboração de modelos, jogos, brinquedos e objetos.



**A experiência sensorial:** possibilidades de explorar os sentidos em vários aspectos e proporcionar sensações diversas de modo a desenvolver projetos para públicos diversos e, inclusive, pessoas com deficiência.

**A comunicação:** formas distintas de comunicação que a escrita e a oralidade, elaborada por meio de elementos visuais, sonoros ou em outro formato.

**Interface com plataformas digitais:** recursos digitais utilizados como materiais no processo de desenvolvimento de projetos, objetos e artefatos.

**Interface com aspectos arquitetônicos:** possibilidade de ocupar espaços físicos por meio de projetos em grandes dimensões.

**Interface com o design:** em suas diversas modalidades (gráfico, moda, produto).

**A relação com a cultura:** aspectos visuais presentes nas práticas culturais que podem ser incorporados em projetos e demandas vindos da diversidade social.

As possibilidades de diálogo entre a Arte e os Laboratórios Maker da Rede Federal EPCT são inúmeras desde que ‘se compreenda a arte como área do conhecimento’ e não como elemento decorativo; que se tenha entendimento amplo sobre tecnologia de forma a não transformar esses espaços em reduto dos cursos de engenharia e das áreas técnicas; que as demandas que abordem

problemas das humanidades sejam acolhidas e contempladas dentro do que for cabível; que as demandas trazidas pela sociedade tenham o cuidado de acolher e preservar saberes e elementos vindos da cultura.

### 3. METROLOGIA, STEAM E EDUCAÇÃO MAKER

Ao acordarmos, provavelmente, provocados pelo tilintar de um despertador, somos impelidos a lidar com múltiplas medições, no nosso dia a dia. Se não medimos diretamente, sentimos a presença do tempo; do passar do tempo. Subimos numa balança para checar os efeitos do desfrute de uma boa mesa. Enchemos o tanque de combustível para seguir viagem. Litros e litros, para vencermos quilômetros e quilômetros. Reclamamos dos decibéis do caso de som que passa ao nosso lado, lembrando-nos das ofertas de um supermercado próximo.

Em geral, damo-nos por satisfeitos quando recebemos o resultado de um exame de sangue apontando, entre outras medições, que o nosso colesterol está dentro dos limites recomendados. E a pressão arterial? Vai bem, obrigado? Assim a nossa vida cercada de medições. Com base nelas tomamos decisão, por exemplo de economizar energia elétrica, água e dinheiro.

**As medições estão presentes em tudo.**

**A Metrologia, “ciência das medições e suas aplicações” (VIM, 2012), evolui para nos dar fundamentos para o desenvolvimento tecnológico e de outras ciências.**

Um grande desafio na formação profissional técnica de nível médio consiste no ensino das ciências e, em particular, Metrologia. Mas, como motivar os estudantes a descobrirem os “segredos” da Metrologia, ciência tão complexa quanto abrangente?

Visando despertar o interesse dos estudantes para o assunto, é possível adotar uma abordagem baseada na solução de problemas e focada naquilo que, há mais de vinte anos, vem sendo apresentado com a abordagem STEAM, que indica as ênfases dadas durante o processo de ensino.

Desta forma, o STEAM apresenta-se como uma proposta inovadora no ensino de ciências. Há uma ideia de rompimento com o ensino tradicional passivo de ciências, no qual “o estudante pouco interage com o objeto de estudo e não vê conexões com o mundo empírico”.

A esta abordagem soma-se a necessidade de criação de um espaço de experimentação, inspirado no *Maker Movement* e no *Problem Based Learning* – PBL, no qual possam ser implementadas práticas que objetivam o aprendizado sobre os fundamentos da Metrologia. Esse é um Espaço Maker no qual os estudantes são apresentados aos conceitos

da Metrologia às funções pertinentes à obtenção de resultados confiáveis, visando despertar a percepção sobre os impactos das medições na vida.

Esses objetivos são possíveis através do desafio da construção de instrumentos de medição, utilizando os recursos disponibilizados numa plataforma de prototipagem “*open source*” conhecida como Arduino, onde os estudantes embarcam numa experiência maker, tornando realidade as suas ideias.

**Nesta vivência “do it yourself”, os estudantes podem estabelecer uma conexão entre a grandeza metrológica de interesse, o instrumento de medição, necessário à realização de um processo de medição e a dinâmica em laboratórios, assegurando a necessária rastreabilidade e confiabilidade aos resultados de medição.**

Há a possibilidade, inclusive, num estágio mais avançado, de estabelecer procedimentos simplificados de calibração. Nesse ambiente maker de experimentação compartilhada, deve haver uma ênfase no trabalho em equipe, sendo possível incorporar, em todas as etapas estabelecidas para a construção do protótipo, os conceitos associados ao Ciclo de Gestão do Conhecimento e Melhoria, denominado P-D-C-A, e a Tecnologia Industrial Básica – TIB (DIAS, 2007).

Os estudantes podem ser estimulados a desenvolverem um protótipo de instrumento de medição aplicável a grandezas como temperatura, frequência cardíaca, umidade relativa do ar, umidade do solo, intensidade de radiação ultravioleta, concentração de álcool, corrente elétrica, teor de monóxido de carbono, vazão de água, concentração de gases combustíveis, índice pluviométrico, pressão e intensidade luminosa, entre outros.

**À medida em que os instrumentos de medição são desenvolvidos e construídos, os estudantes são apresentados aos problemas inerentes às medições que têm uma relação direta e importante com o bem-estar das pessoas.**

Além disso, são trabalhados, de forma prática e entusiasmante, conceitos básicos relacionados aos instrumentos, como por exemplo: faixa nominal, menor divisão, resolução, incerteza de medição, exatidão, repetibilidade etc., bem como outros aspectos integrantes da metrologia, normalização e qualidade. Ao final, os estudantes realizam apresentações nas quais objetivam transmitir aos colegas o aprendizado adquirido, além de inspirá-los para novos desafios.

**Com base nessa experiência da Metrologia como contribuição à Educação Maker é possível destacar, como pontos fortes: a qualidade da apresentação dos trabalhos criativos e com conteúdo**

**multidisciplinar; o envolvimento dos estudantes; demonstração do conhecimento na prática.**

A implementação desta metodologia, na qual os estudantes são estimulados a superar os limites da “sala de aula” e alçarem voos em áreas pouco conhecidas, como a Metrologia, proporciona oportunidade para assumirem o protagonismo na construção do protótipo. Este contexto representa uma quebra de paradigmas no atual modelo de ensino de ciências, tecnologia e, particularmente, da Metrologia no Brasil.

#### **4. METODOLOGIAS ATIVAS, PENSAMENTO COMPUTACIONAL E EDUCAÇÃO MAKER**

O papel tradicional da escola, caracterizado pelo planejamento da aula, repasse de conteúdo para os estudantes, avaliações e atribuição de notas, está paulatinamente se transformando (BACICH e MORAN, 2018). Essa transformação consiste na adoção de novas metodologias de ensino e aprendizagem que propõem a descentralização do professor como agente de ensino e a possibilidade de o estudante ser protagonista do seu conhecimento (CRUZ e BREMGARTNER, 2021).

A teoria da Pirâmide de Aprendizagem, do psiquiatra americano William Glasser, afirma que as pessoas geralmente aprendem mais, por método de aprendizagem ativa, ou seja, quando discutem,



praticam ou ensinam (GLASSER, 1998). Essa Teoria de Glasser confirma a importância da aplicação de metodologias de ensino que proporcionam ao estudante a prática do que ele está aprendendo, provando ser mais efetivo para o aprendizado se aprender praticando.

Essas categorias de metodologia que propõem a prática de conteúdo, são conhecidas como Metodologias Ativas. Desta forma, são estratégias de ensino que focam na participação efetiva do estudante, na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida (BACICH e MORAN, 2018).

Dentre as metodologias ativas de aprendizagem, há a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), que “consiste em permitir que os estudantes confrontem as questões e os problemas do mundo real que considerem significativos, determinando como abordá-los e, então, agindo cooperativamente em busca de soluções” (BENDER, 2012).

**A Cultura Maker consiste em criar, modificar objetos ou projetos. Seu principal pilar é a ideia de que qualquer pessoa pode fabricar, construir, reparar e alterar objetos dos mais variados tipos e funções com as próprias mãos, com colaboração e transmissão de informações entre grupos e pessoas usando um ou diversos recursos (MARINI, 2019).**

Juntamente com a necessidade de democratização da tecnologia, o crescente avanço tecnológico tem feito surgir uma demanda cada vez maior por profissionais que possuam maiores habilidades em áreas técnicas específicas e que podem ser mensuradas (*hard skills*). Para suprir essa demanda, é de extrema importância o papel de formação curricular desempenhado por cursos técnicos e de graduação.

Nesse sentido, também tem existido uma preocupação em promover nos estudantes que vêm da educação básica um interesse maior por carreiras nessas áreas, visando o atendimento das necessidades do mundo do trabalho (SANTOS et. al., 2019), contribuindo para o desenvolvimento de cada região do Brasil.

**A Cultura Maker já está dentro de algumas salas de aula, assim como nas grandes empresas, ou até mesmo na garagem de casas, fazendo a lógica do “faça você mesmo” um evento tecnológico e coletivo, onde ocorre o processo *learning-by-doing* (ou o ‘aprender fazendo’, em português), termo cunhado por John Dewey (2010).**

Mais do que um ambiente personalizado, os espaços Makers para colocar a “mão na massa” são próprios para estimular a criatividade por meio da aplicação de atividades e projetos interdisciplinares com uso de tecnologia, pois como uma estação

meteorológica portátil com Arduino (MELO et al, 2020), estas fundamentais para o desenvolvimento de habilidades que farão parte do futuro pessoal e profissional dos estudantes.

Desta forma, é um local de criações, experimentações e compartilhamento de descobertas, em que os estudantes aparecem como os protagonistas na resolução dos problemas, na sua maioria, baseados em situações do nosso cotidiano. Uma sala como essa pode muito bem ser criada a partir de uma tesoura e um pedaço de papel, subindo degrau a degrau até chegar em dinâmicas de eletrônica, programação, codificação e Robótica Educacional (RE). A ideia é integrar práticas táteis com tecnologias e softwares audiovisuais.

Diante disso, aplicar a Cultura Maker para o ensino de disciplinas em diferentes áreas do conhecimento (eg. Exatas, Tecnológica, Biológicas, Engenharias, Humanas e Aplicadas) seria uma estratégia atrativa e educativa para estudantes dentre os diversos níveis, tornando o aprendizado mais significativo e fazendo-os compreender que a Ciência está em todo lugar e em constante transformação, além de estimular o Pensamento Computacional (PC) do estudante. Esse conceito aborda alguns fundamentos da Ciência da Computação com aplicações no dia a dia para a resolução de problemas em diversas áreas do conhecimento, possibilitando uma interdisciplinaridade enquanto prática pedagógica (WING, 2006).

**O Pensamento Computacional, aliado à Cultura Maker, é importante para o desenvolvimento dos estudantes, a educação como um processo divertido e os desafios para a formação de professores para o ensino STEAM. O pensamento computacional já se tornou uma competência atual, principalmente para os denominados “nativos digitais”.**

Dada a sua importância, podemos também citar referências a ele na Base Nacional Curricular Comum (BNCC), como componente pertencente à formação curricular dos nossos estudantes. Portanto, para o estudante compreender os mecanismos e o funcionamento dos meios tecnológicos, o Pensamento Computacional contribui para articular respostas e manipular instrumentos que favoreçam seu desempenho cooperativo, bem como solucionar problemas que envolvam demandas ainda não esboçadas no cotidiano escolar ou acadêmico.

Como alguns exemplos, temos: controlar drones; analisar dados químicos, climáticos, ecológicos que impactam na sua saúde e na sua coletividade; desenvolver soluções lógico-matemáticas em Engenharia, Medicina, Sociologia, e compreender a ética e a moral nas redes sociais e nas relações humanas.

O Pensamento Computacional é um meio de estruturar ideias que, por vezes, surgem de forma

orgânica, promovendo maturidade, prudência e sabedoria. Aplicado à Cultura Maker, será útil para estudantes Laboratórios Maker volverem habilidades a partir do aprender fazendo, construindo artefatos que irão auxiliar no processo de ensino-aprendizagem.

Sendo assim, os Laboratórios IFMaker buscam estar de acordo com os 4 pilares educacionais, definidos pela Unesco em 1996, que são: Aprender a Conhecer; Aprender a Fazer; Aprender a Conviver; Aprender a Ser (Unesco, 1996).

**A tecnologia pode auxiliar no desempenho do estudante como um todo, atuando de maneira transversal.**

**A tecnologia ajuda na personalização dos estudos quando são adotadas abordagens de ensino híbridas, na organização e na gestão do tempo de aprendizado, assim como na adaptação do ritmo de compreensão de cada estudante.**

Além disso, o manuseio de impressoras 3D, cortadoras a laser ou até mesmo bordadeiras programáveis, para a confecção de projetos ou desenvolvimento de protótipos vinculados a atividades que envolvam Aprendizagem Baseada em Projetos, Aprendizagem Baseada em Problemas ou ainda Aprendizagem Baseada na Investigação, no âmbito das metodologias ativas,

é uma prática em que a tecnologia é um meio promissor e facilitador.

Por fim, a Robótica, também aliada à Cultura Maker com seus kits aéreos, aquáticos e terrestres, ou à própria modelagem eletromecânica, permite novas e motivadoras experiências na formação científica, consolidando o denominado Letramento Científico do estudante e reforçando seu Letramento Digital. Tais tecnologias e abordagens vão de encontro aos cursos ofertados pela Rede Federal EPCT, bem como às atuais necessidades do mundo do trabalho e à realidade da cultura de cada estado do Brasil.

Entre as alternativas de metodologias ativas de ensino, a Cultura Maker aliada a Robótica Educacional (RE) vem ganhando destaque no processo de ensino-aprendizagem, não apenas por sua habilidade de promover a interdisciplinaridade entre diferentes áreas do conhecimento, mas também por valorizar a coletividade e motivar a participação de estudantes.

**Basicamente, a Robótica Educacional tem como foco proporcionar ao estudante uma maneira prática e lúdica de investigação e materialização de conceitos previstos no conteúdo curricular.**

A aplicação da RE deve ir além de apenas montar e construir pequenos robôs e de desenvolver sua programação. De fato, a mesma proporciona um aprendizado hands-on que desenvolve o raciocínio

lógico e a capacidade de analisar problemas e encontrar soluções aos desafios propostos.

Entretanto, a Robótica Educacional por si só não atinge seus objetivos se não estiver dentro de uma metodologia de aprendizagem mais consistente, como no caso desta proposta, na qual pretendemos utilizar o método Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) para o desenvolvimento do Pensamento Computacional dos estudantes.

**Quando aplicada junto à PBL, a Robótica Educacional incentiva o trabalho em equipe, a colaboração, o planejamento, a pesquisa, os processos de tomada de decisões, assim como a interação entre os pares em um clima animado que permite administrar conflitos e respeitar ideias e opiniões diferentes, mas em busca de um resultado comum.**

O PBL é um método que organiza a aprendizagem em torno de projetos, envolvendo os estudantes em uma pesquisa construtiva na qual a investigação é um processo dirigido a um objetivo concreto que envolve pesquisa, construção do conhecimento e solução do desafio proposto.

O PBL se desenvolve a partir do trabalho coletivo em uma perspectiva de autonomia e colaboração. Nessa perspectiva, todo projeto deve ser iniciado por um problema a ser resolvido ou um desafio a

ser vencido pelos estudantes, sendo este último mais comum na Cultura Maker e na Robótica Educacional.

**Os estudantes possuem autonomia na escolha da solução, do projeto do seu grupo e nos métodos para desenvolvê-lo.**

O processo de construção e execução do projeto é realizado mediante acompanhamento do professor e em reuniões periódicas, a partir do planejamento e da construção de cronograma de etapas a serem cumpridas. Os conteúdos escolares vão emergindo através das etapas do projeto realizadas pelos estudantes e das orientações dos professores utilizadas para complementar conteúdos e sanar dúvidas.

Geralmente, os projetos culminam na elaboração de algum protótipo ou processo representativo da solução encontrada para o problema ou desafio. Particularmente, na robótica móvel, o projeto culmina com a construção e programação de um robô para alcançar e/ou superar determinada tarefa.

Embora o PBL tenha seu uso facilitado com a Cultura Maker e a Robótica Educacional, sua utilização não é garantia de um resultado positivo para todos os envolvidos. Isto pode ocorrer devido à diferença de modos de aprendizagem anteriores, dificultando a adaptação de alguns a um ambiente de aprendizagem autodirigido e colaborativo.

A maioria dos estudantes são oriundos de modelos educacionais que promovem uma “recepção passiva de conhecimentos” e estão acostumados a depender do professor como fonte de conceitos teóricos fixos e definitivos.

**Desenvolver competências como iniciativa e proatividade nos estudantes são elementos-chave ao utilizar a Cultura Maker.**

Contudo, sem um razoável comportamento colaborativo, decisões equivocadas podem ocorrer. Uma boa postura comunicativa e clareza de ideias compõem, no contexto da cultura learning by doing, princípios desejáveis para os futuros profissionais em uma sociedade do conhecimento. Além disso, fatores que incluem adaptações a mudanças de contexto (situações-problema), pensamento crítico e o “aprender a aprender” contribuem para o perfil cobiçado por empresas, indústrias e corporações.

Portanto, com um espaço Maker em cada uma das instituições que compõem a Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica, pretende-se ter um ambiente onde existam atividades simples, de fácil entrada, mas tenham também possibilidade de aprofundamento e de exploração por participantes com níveis diferentes de habilidades adquiridas.



## 5. LABMAKER NO ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO DA REDE FEDERAL EPCT

Um ecossistema de inovação se constitui em redes de organizações que, interconectadas por meio de parcerias formais ou informais, buscam interagir com o ambiente local fomentando o desenvolvimento de tecnologias e inovações. Dentre os agentes que tipicamente compõem um ecossistema de inovação podemos listar universidades, instituições de pesquisa, associações empresariais e empresas, investidores, órgão de fomento e governo.

Parte significativa das ações dos agentes do ecossistema em prol do fomento de inovação é operado por habitats de inovação: ambientes disseminadores e amplificadores de informações, promotores da interação entre os agentes locais de inovação, os desenvolvedores de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e as empresas, colaborando para disseminar a cultura de inovação e empreendedorismo na região.

Os Habitats de Inovação dão o suporte às ações de fomento, ao empreendedorismo e à inovação, criando sinergia, unindo efetivamente talento, tecnologia, capital e conhecimento para a geração de empreendimentos inovadores, permitindo que empreendedores tenham seus riscos minimizados e resultados maximizados (TEIXEIRA et al, 2017).

Dentre os habitats de inovação mais comuns, podemos citar: Espaços Maker (ou Fab Labs), *Coworking* de Projetos; pré-incubadoras,

incubadoras de empreendimentos, aceleradoras, núcleos de inovação tecnológica (NIT), pólos de inovação e parques científicos e tecnológicos. Dessa forma, é importante pensar nas ações do LabMaker como um habitat que faz parte de um ou mais ecossistemas de inovação. Nesse sentido, podemos tratar das próprias instituições da Rede Federal EPCT, com seus numerosos campi, constituindo um ecossistema de inovação.

Tipicamente fazem parte do ecossistema de uma instituição da Rede Federal EPCT: o Núcleo de Inovação Tecnológica (presente em praticamente todas as ICTs), Laboratórios de Pesquisa e de Extensão Tecnológica, Hotéis de Projeto, Incubadoras de Empreendimentos, Polo de Inovação (alguns dos quais qualificados pela EMBRAPPII), dentre outros.

### 5.1. A Rede Federal EPCT e o Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia

Segundo Tidd, Bessant e Pavitt (2008), inovação é um processo, não um único evento, como tal precisa ser gerenciada. Desse modo, embora a concepção e a criatividade estejam no âmbito dos atores humanos, a inovação deve ocorrer em um contexto organizacional, por meio de um processo contínuo, e não apenas como eventos isolados ou serendipidade.

Para ser sistemático e maduro, esse processo precisa de um ambiente estimulante e catalisador das competências e das iniciativas dos vários atores que atuam no processo criativo que, mesmo

segundo lógicas e prioridades distintas, poderiam trabalhar cooperativamente (SBRAGIA, 2006).

A participação dos espaços oriundos do LabMaker como atores protagonistas ou coadjuvantes no processo interativo das redes para a inovação depende, em grande medida, do amadurecimento das relações com os outros habitats participantes do ecossistema de inovação.

Cassiolato e Lastres (2005) mostram que as primeiras definições de Sistema Nacional de Inovação - SNI vieram com os trabalhos de Freeman (1987), Lundvall (1992) e Nelson (1993). Na perspectiva do SNI, a capacidade inovativa de um país, uma região ou um setor é vista “como resultado das relações entre os atores econômicos, políticos e sociais, e reflete condições culturais e institucionais próprias” (CASSIOLATO; LASTRES, 2005, p.37).

Portanto, a ideia básica do conceito de sistemas de inovação é que:

[...]o desempenho inovativo depende não apenas do desempenho de empresas e organizações de ensino e pesquisa, mas também de como elas interagem entre si e com vários outros atores, e como as instituições - inclusive as políticas - afetam o desenvolvimento dos sistemas. (CASSIOLATO e LASTRES, 2005, p. 37).

Para Albuquerque et al. (2015), as interações entre as empresas e as universidades são blocos de construção fundamentais do Sistema Nacional de Inovação.

**A complexa estrutura organizacional que torna a estrutura da Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica um arranjo educacional único - devido à verticalização de sua estrutura educacional, à determinação de desenvolver pesquisa aplicada sob demanda e à intensa distribuição geográfica multicampi - impacta positivamente na forma como participam dos ecossistemas locais e do Sistema Nacional de Inovação.**

Nessa perspectiva, uma característica da Rede Federal EPCT diz respeito às determinações legais de realizar pesquisa aplicada, estimular o empreendedorismo e o cooperativismo e fortalecer os arranjos produtivos locais. Segundo Bentin (2017):

No que tange ao desenvolvimento da pesquisa, prioriza-se a de natureza aplicada, na qual a investigação acadêmica visa uma intervenção direta no setor produtivo, porém orientada de forma diferenciada do que foi preconizado na década anterior. Essa parceria deve buscar, como objetivo comum, o desenvolvimento dos arranjos produtivos locais (APL) através da cooperação, do aprendizado e da inovação, não somente focado na esfera econômica, mas também nas esferas social e cultural (BENTIN, 2017, p. 150).

Essa determinação de realizar uma pesquisa aplicada, preferencialmente sob demanda, constitui uma oportunidade para que os espaços criados pelo LabMaker interajam internamente ao Instituto Federal com os habitats internos de inovação como NIT e Incubadora de Empreendimentos bem como Grupos de Pesquisa e Extensão assim como externamente com associações empresariais e instâncias da prefeitura municipal.

### **5.2. Ecossistema e os habitats de inovação**

No contexto do cenário mundial, as inovações dependem do potencial das colaborações entre os atores/agentes (ETZKOWITZ, 2009). Novos horizontes tecnológicos, dimensões virtuais, parcerias estratégicas e intervenções devem ser considerados. Tais fatores internalizados em nichos sustentáveis podem ser ampliados com acréscimo do capital humano especializado e bem capacitado, permitindo que os sistemas de inovação possam ser mais proativos.

Com o tempo o modelo de gestão da inovação da hélice tríplice foi ampliado para um de hélice quádrupla (CARAYANNIS et al., 2012) que trata a interação não só entre agentes econômicos, mas amplia a ideia para agentes humanos e as interações entre as coletividades, como fonte de conhecimento que circula, e se torna inovação ou *know-how* para sociedade e para a economia.

**A interação de agentes em um Ecossistema de Inovação depende desse capital humano e mostra que as relações acontecem por causa das pessoas, e estas se movimentam de uma esfera (ou instituição) para outra, ou (em alguns casos) não ficam permanentemente em uma única esfera, permitindo a construção de relações laterais.**

Pessoas e ideias fluem, inclusive globalmente, e com isso surgem novas formas de parcerias, e de ampliar o conhecimento (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008). A formação educacional da Rede Federal EPCT considera a pesquisa como princípio educativo, e como um estímulo à criatividade, mas que ao mesmo tempo a pressupõe também no itinerário formativo, na vivência de processos investigativos que visam resolver problemas e na interferência na realidade dos setores produtivos.

Nestas experiências, a interação entre empresas, sociedade, pesquisadores e estudantes pode modificar as relações e/ou as intensificar, tendo como resultado, a geração de conhecimentos que venham a ser incorporados ao ensino, visando igualmente desenvolver competências na aplicação dos conhecimentos científicos e do empirismo nos processos investigativos, e na prática profissional.



**Na Rede Federal EPCT encontramos diversos habitats de inovação que são ambientes de interação, que funcionam como espaços não formais de ensino, onde existe a vivência e o desenvolvimento de soluções tecnológicas, administrativas, sociais e organizacionais.**

Esses ambientes não são apenas espaços físicos, são principalmente ambientes sociais de convivência, troca e criatividade - onde o conhecimento e a troca de saberes é a base de um networking capaz de ampliar as habilidades e capacidades dos estudantes, dos pesquisadores, extensionistas e da comunidade externa.

**Um bom exemplo são os habitats como núcleos de inovação, os polos de inovação, as incubadoras, as empresas juniores, os *spin-offs* e as *startups* e, mais recentemente, os Laboratórios Makers.**

Espaços como os Laboratórios Maker visam ampliar o escopo dessa formação técnica, científica e profissional a partir do desenvolvimento de tecnologias, pesquisas, extensão tecnológica e desenvolvimento organizacional, onde o estudante terá a oportunidade de atuar em equipes multidisciplinares, com pesquisadores altamente qualificados, e com participação da comunidade

externa na busca por soluções de problemas reais e contextualizados, a partir da demanda externa dos arranjos produtivos e da sociedade.

### **5.3. Os habitats de inovação como ambientes de formação profissional**

No contexto atual, marcado pela era do conhecimento e pelas constantes mudanças tecnológicas que vêm provocando o surgimento de trabalhos que não existiam ou que estão frequentemente alterando o que os trabalhadores precisam saber para realizar seus afazeres, aprender a aprender torna-se uma competência fundamental.

E, neste sentido, segundo o relatório da Comissão Internacional da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI para a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (Unesco), a educação deve se organizar ao redor de quatro aprendizagens fundamentais que, ao longo da vida, serão os pilares do conhecimento para cada indivíduo. São eles: aprender a conhecer, ao adquirir as ferramentas necessárias para a compreensão; aprender a fazer, para poder atuar sobre o meio; aprender a viver juntos, a fim de participar e colaborar com os demais nas atividades humanas; e, por fim, aprender a ser, via indispensável que integra os três pilares precedentes, possibilitando ao estudante se tornar protagonista de sua vida (DELORS, 1996).

**Falar em protagonismo estudantil significa dar voz às próprias pessoas que estão estudando. A forma atual de ensinar não pode mais permitir ser um instrumento de controle dos docentes sobre os estudantes, mas, sim, buscar ser uma forma de pesquisar, descobrir e construir juntos.**

E sabendo disso, o Governo Federal vem tomando uma série de iniciativas, e uma delas foi o lançamento do Edital nº 35/2020 Setec que teve como objetivo a criação dos Laboratórios Maker, nas unidades acadêmicas da Rede Federal EPCT, visando disseminar os princípios que norteiam o Ensino Maker (BRASIL, 2020). Nos LabMaker os estudantes são desafiados a trocar a passividade pelo “faça você mesmo”, colocando em prática os conhecimentos aprendidos em sala de aula a fim de solucionar, criar ou testar uma situação ou desafio proposto.

Construindo o conhecimento e desenvolvendo os Quatro Pilares da Educação, requer a compreensão dos seguintes fatores:

**Aprender a conhecer:** ao exercitar a análise crítica e a argumentação visando criar, testar ou solucionar uma situação ou desafio proposto;

**Aprender a fazer:** ao implementar soluções para solucionar a situação ou o desafio;

**Aprender a viver juntos:** ao trabalhar em conjunto com estudantes dos diferentes cursos, professores e técnicos administrativos, estando aberto para aprender e ensinar a todos; e

**Aprender a ser:** ao buscar ativamente novas informações, métodos e recursos para expandir o aprendizado e, conseqüentemente, para solucionar a situação ou o desafio; sendo o gestor do seu desenvolvimento profissional e pessoal.

Desta forma, os Laboratórios Maker têm se mostrado como um importante espaço não formal de ensino com foco multidisciplinar e complementar à formação profissional dos estudantes para o século XXI. Finalmente, possibilita, por meio de suas atividades, o desenvolvimento de importantes habilidades, competências e atitudes cada vez mais imprescindíveis e exigidas pelo mercado de trabalho atual, tais como: a valorização da diversidade, do trabalho em equipe, da criatividade, construção de analogias e estimular nos estudantes o espírito de criação e inovação.

## 6. ECONOMIA CIRCULAR: EDUCAÇÃO MAKER NA AGENDA 2030

A sustentabilidade surge como um imperativo civilizacional e os desafios enfrentados para alcançá-la exigem mudanças cruciais nas ações e comportamentos dos governos, do segmento empresarial e da sociedade como um todo. A

agenda de eficiência no uso ambientalmente sustentável dos recursos naturais está no centro das discussões de empresas e dos principais fóruns globais.

Juntamente com o crescimento da população mundial, estima-se que mais três bilhões de consumidores da classe média entrem no mercado global até 2030. Esse aumento gerará uma demanda sem precedentes de bens e serviços frente a oferta, o que, considerando por um lado a finitude dos recursos naturais e por outro o padrão de consumo nos moldes atuais, levaria a sociedade a um colapso. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU antecipam que o equivalente a quase três planetas será necessário para sustentar os estilos de vida atuais da economia linear “extraia-produza-descarte”.

O conceito de economia circular surge desta busca de soluções para o enfrentamento da realidade ecológica atual e suas perspectivas futuras, particularmente no que se refere à necessidade de alternativas para a produção industrial e o consumo.

O objetivo principal da Economia Circular é maximizar o uso ambientalmente sustentável de recursos naturais, buscando reduzir o desperdício e organizar as atividades econômicas, num processo contínuo de retroalimentação.

Nos últimos anos, o conceito de economia circular tem recebido cada vez mais atenção em todo o mundo, mas suas origens vão além do século

passado. O conceito se originou de várias escolas de pensamento e teorias que desafiam o sistema econômico vigente baseado no consumo excessivo e que leva à finitude dos recursos naturais. Nesse sentido, a adoção de princípios de economia circular tem se mostrado uma alternativa eficaz para o enfrentamento de importantes desafios da crise ecológica vigente.

### Mas o que é a Economia Circular?

A economia circular pode ser vista como uma alternativa à abordagem convencional de economia linear, na qual os recursos são usados para um propósito específico na cadeia produtiva para serem descartados ao logo do processo industrial ou de consumo. O sistema de produção circular é um conceito que inspira inovação, onde a ideia de “desperdício” passa a ser relativizada, já que em sua proposta o que hoje se descarta, e na maioria das vezes é desperdiçado na forma de resíduo, passa a ser reinserido em um novo ciclo de produção.

Além disso, a proposta traz uma abordagem que enfoca o ciclo de vida do produto, abrangendo todas as etapas, com importante participação do design, processo de produção, consumo e descarte. Seus princípios são inspirados em ciclos biológicos, enfatizando a importância de otimizar o uso de recursos naturais em um sistema ao longo do tempo e incorporar múltiplos conceitos teóricos e aplicações práticas de diferentes áreas relacionadas à sustentabilidade ambiental, como ecologia industrial, design do “berço ao berço”, a economia azul, biomimética, entre outros.

Assim, o seu principal objetivo é manter os produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor pelo maior tempo possível. Em termos sintéticos, a economia circular visa equilibrar o desenvolvimento econômico com a preservação dos recursos naturais e a redução da geração de impactos nocivos ao meio ambiente, indo ao encontro das premissas do desenvolvimento sustentável.

### 6.1. Agenda 2030: Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

A “insustentabilidade do modelo da economia linear” está na base da Agenda Global 2030, adotada pelas Nações Unidas (UN) em 2015, e na definição de um conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), conforme apresentado pela Figura I.6.1:



Figura I.6.1: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

Fonte: Nações Unidas Brasil (2016).

Esses 17 objetivos compreendem 169 metas e 231 indicadores globais e apresentam uma oportunidade de inspirar iniciativas transformadoras, que, ao mesmo tempo, motivam o desenvolvimento de uma nova relação entre conhecimento e ação, estimulam propostas nas cinco áreas foco, conhecidas como os cinco Ps da nova agenda global, são eles:

**Pessoas**, que inclui o fim da fome e da pobreza de toda magnitude, fazendo com que os indivíduos tenham acesso a um ambiente saudável onde possam desenvolver seu potencial de forma digna e igualitária.

**Planeta**, que envolve cuidados com relação aos recursos e serviços ambientais, alterações na forma de fazer o consumo e a forma de produção, medidas para evitar mudança do clima e a deterioração da biosfera, possibilitando a proteção de um ambiente favorável para as gerações futuras.

**Prosperidade**, que objetiva promover aos cidadãos uma vida de realização pessoal fazendo com que o progresso prossiga de forma harmônica com o meio ambiente.

**Paz**, que tem como determinação a promoção de um ambiente pacífico, que seja justo, inclusivo e sem violência, assumindo um desenvolvimento pacífico.

**Parceria**, que busca elaborar ações com parceria mundial para um desenvolvimento sustentável,

refletindo um clima de solidariedade, focando nos mais vulneráveis e pobres, e integrando a participação de todas as nações.

**A Agenda 2030 é vista como um plano de ação amplo e direcionado a todos os países e grupos interessados, promovendo a atuação por meio de parcerias colaborativas, com o intuito de tomar medidas ousadas e transformadoras que coloquem o planeta em um caminho mais sustentável e robusto.**

As ações a serem definidas devem ser adotadas pelos países signatários, diante de um quadro global para erradicar a pobreza extrema, combater a desigualdade e a injustiça e reparar as mudanças climáticas até 2030.

Portanto, essa agenda global reconhece o papel fundamental dos governos locais e regionais na promoção do desenvolvimento sustentável, considerando as diferentes realidades nacionais, as capacidades e os níveis de desenvolvimento, respeitando as políticas e os objetivos nacionais. Além de se propor a mesclar, de forma integrada, as três dimensões do desenvolvimento sustentável (social, ambiental e econômico).

## **6.2. Contribuições sustentáveis na Educação Maker**

Estas novas propostas rumo a um futuro sustentável demandam abordagem inovadora. Nesse contexto, novas formas de educação são necessárias e os Espaços Maker têm ganhado cada vez mais destaque. Esse ambiente, considerado como habitats de inovação, são espaços propícios para que as inovações ocorram, favorecendo o compartilhamento de informações e conhecimento.

Espaços Maker oferecem, de forma geral, ferramentas digitais e tecnológicas, introduzindo novas tecnologias de fabricação digital e permitem o compartilhamento de projetos entre seus usuários, dentre outros benefícios. Seguem a filosofia de construção colaborativa de projetos digitais conhecida também como FabLab (laboratório de fabricação).

Na Educação, o Movimento Maker surge ainda como um fator de atração e engajamento dos estudantes, promovendo o desenvolvimento de competências como criatividade, autonomia e empatia.

**No que tange ao conceito de Economia Circular, dentre seus preceitos tem-se o objetivo de minimizar o consumo e maximizar a qualidade dos produtos, favorecendo uma maior vida útil destes e criando espaço para a remanufatura.**

Outro preceito presente é o referente ao reaproveitamento de resíduos, que podem ser utilizados como matérias primas secundárias. Desta forma, tais modelos de Economia Circular têm potencial de estabelecerem os fundamentos para o desenvolvimento de Laboratórios Maker.

Para romper efetivamente com o paradigma industrial e de consumo presentes (economia linear), os “LabMaker Circulares” devem adotar fundamentos que incluam além do conceito do “aprender fazendo”, como os princípios presentes nos 9 R’s de Reduzir, Reparar, Reutilizar, Reciclar, Recuperar, Remanufaturar, Recusar, Rejeitar e Repensar.



**SETEC/MEC**



A Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec) é responsável por formular, planejar, coordenar, implementar, monitorar e avaliar políticas públicas de Educação Profissional e Tecnológica (EPT), desenvolvidas em regime de colaboração com os sistemas de ensino e os agentes sociais parceiros.

Dentre as suas atribuições, consta a promoção de programas e ações destinados ao desenvolvimento da educação profissional e tecnológica, nos diferentes níveis e modalidades de ensino, especialmente em relação à integração com o ensino médio, à educação de jovens e adultos, à inovação, à educação a distância, à difusão do uso das tecnologias educacionais e à certificação profissional de trabalhadores.



## 1. SETEC/MEC

A Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec/MEC) deve estimular pesquisas e estudos voltados ao desenvolvimento da educação profissional e tecnológica, bem como ampliar a sua atratividade e o seu reconhecimento social junto aos jovens, aos trabalhadores e à sociedade em geral.

A Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) está localizada na Esplanada dos Ministérios, Bl. “L” - 4º andar, e possui a seguinte estrutura:

### Secretário de Educação Profissional e Tecnológica

- Chefe de Gabinete
- Gerente de Projeto
- Assessor do Secretário
- Responsável pela Solicitação de Agenda e Convites

### Coordenação-Geral de Legislação e Normas da Educação Profissional e Tecnológica (CGLN)

- Coordenadora-Geral CGLN

### DIRETORIA DE ARTICULAÇÃO E FORTALECIMENTO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA - DAF

#### Diretora DAF

- Gerente de Projeto I

- Gerente de Projeto II
- Coordenação-Geral de Fomento aos Sistemas de Ensino da Educação Profissional e Tecnológica

### DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DA REDE FEDERAL DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA - DDR

#### Diretor DDR

- Gerente de Projeto
- Coordenação-Geral de Planejamento e Gestão da Rede Federal da Educação Profissional, Científica e Tecnológica
- Coordenação-Geral de Desenvolvimento de Pessoas da Rede Federal da Educação Profissional, Científica e Tecnológica

### DIRETORIA DE POLÍTICAS E REGULAÇÃO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA - DPR

#### Diretora DPR

- Coordenação-Geral de Planejamento e Avaliação da Educação Profissional e Tecnológica
- Coordenação-Geral de Regulação e Supervisão da Educação Profissional e Tecnológica – CGRS

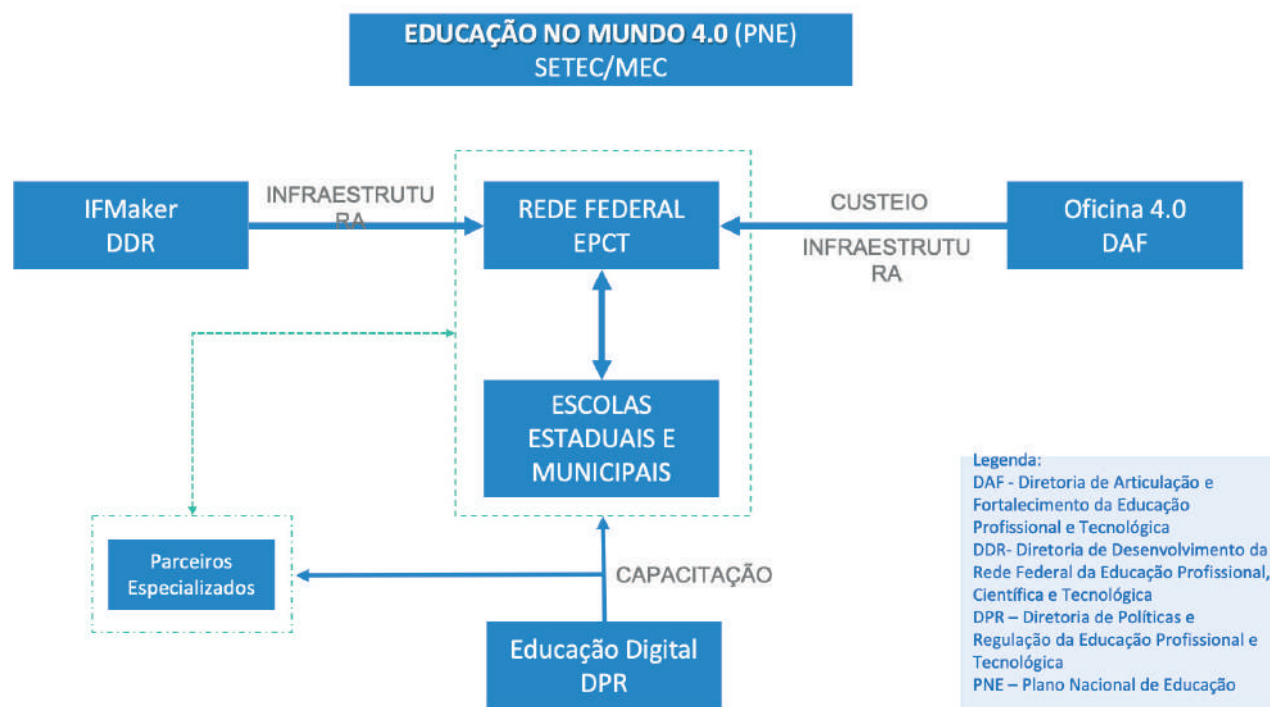
Atualmente, a DDR, com as ações do Edital 35/2020 (LabMaker), está concedendo recursos para aquisição de equipamentos e implantação de 113 Laboratórios Maker em 39 instituições da Rede Federal EPCT, tendo como premissa a execução de ações em parceria com Escolas Estaduais e Municipais para levar os conceitos maker a estudantes, aos professores e à comunidade, assim como estabelecer parcerias com o setor produtivo local.

Nesta mesma linha, a DAF, por meio de projetos voltados à promoção do empreendedorismo e da inovação, está disponibilizando recursos para o custeio de propostas voltadas à aproximação direta com o setor produtivo, como, por exemplo, é o caso dos editais das Oficinas 4.0 e de Iniciação Tecnológica.

Além disso, a DPR está promovendo ações de capacitação de profissionais para que utilizem de forma articulada as possibilidades que os ambientes digitais podem proporcionar para a aprendizagem em EPT, ao desenvolver o Projeto Educação Digital que está disponibilizando recursos para que Institutos Federais e Escolas da Rede Estadual de Educação participem de Qualificação Profissional e Pós-graduação em Educação Digital.

Desta forma, no escopo da Educação no Mundo 4.0, a ação integrada entre as diretorias da Setec busca promover a relação com as redes de educação das esferas Municipal, Estadual e Federal, como demonstrado na **Figura II.1.1**.





**Figura II.1.1 –** Integração do Portfólio de Projetos Setec/MEC (DDR/DAF/DPR)  
**Fonte:** GP/DDR/Setec/MEC (2021)

otimização e acompanhamento da gestão administrativa e da infraestrutura educacional das instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica; orientar, apoiar e supervisionar as instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, quanto ao cumprimento de sua missão institucional e das políticas da educação profissional e tecnológica e - implementar ações destinadas à formação continuada e à valorização dos profissionais da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

No âmbito da DDR fazem parte de sua estrutura: a Coordenação-Geral de Planejamento e Gestão da Rede Federal (CGPG), a Coordenação de Desenvolvimento de Pessoas da Rede Federal (CGDP) e a Gerência de Projetos. A partir desta seção serão contextualizadas algumas iniciativas que antecedem à elaboração do Edital 35/2020 de criação dos laboratórios de prototipagem, e outros projetos concomitantes que complementa suas competências.

### **BREVE HISTÓRICO: De onde ‘surgiu’ a Cultura Maker na Rede Federal EPCT?**

O processo de formação voltado à cultura *learning by doing*, com o uso da Aprendizagem Baseada em Projetos utilizada nos “espaços de inovação”, teve como origem as capacitações ofertadas aos docentes da Rede Federal EPCT com intuito de realizar *benchmarking* junto às principais referências mundiais qualificadas para o contexto da EPT. Então, foram selecionados

Portanto, os textos introduzidos nesta parte Manual Maker apresentam iniciativas internas da Setec/MEC, que estão integradas por suas respectivas diretorias (DDR, DAF, DPR) voltadas à Educação no Mundo 4.0 e Cultura Maker, inseridas num Ecossistema de Inovação na Educação Profissional e Tecnológica.

## **2. DESENVOLVIMENTO DA CULTURA MAKER NA REDE FEDERAL EPCT**

### **Ações Conjuntas da Diretoria de Desenvolvimento da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica para a Cultura Maker**

A Diretoria de Desenvolvimento da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (DDR) possui várias competências, entre elas: propor, desenvolver e implementar estratégias de organização,

instituições e centros de pesquisa no Canadá, Reino Unido e Finlândia, cada qual com suas distintas competências, a fim de que os docentes assimilassem diferentes conhecimentos, estratégicos para o desenvolvimento da Rede Federal EPCT.

Por conseguinte, foram implementadas, entre os anos de 2016 e 2019, ações de capacitação na Finlândia (Professores para o Futuro – *VET I, II e III*), no Canadá (Intercâmbio Profissional e Tecnológico Brasil – Canadá) e no Reino Unido (Brasil - Reino Unido para Formação de Professores da RFEPT).

O projeto de formação no Canadá teve como objetivo buscar o aperfeiçoamento de professores em “saberes voltados à integração de suas instituições com o setor produtivo e o uso de tecnologias educacionais”, em duas linhas de ação: (i) Gestão da Pesquisa Aplicada e (ii) Gestão da Educação Profissional.

No Reino Unido, o objetivo do curso foi o de “promover a imersão de servidores para entendimento de como se manifesta a interação entre os Colleges do Reino Unido e o setor produtivo”, tanto em termos de pesquisa aplicada como de preparação dos estudantes para o mercado de trabalho (empregabilidade, construção de currículos em educação profissional e vivência de práticas pedagógicas).

Na Finlândia, buscou-se “preparar os professores nas mais modernas práticas pedagógicas”, além de: preparar profissionais especialistas em

pesquisa aplicada, direcionada para as demandas do setor produtivo, articulada com parceiros externos; capacitar multiplicadores que pudessem compartilhar os conhecimentos adquiridos; habilitar docentes na organização e gestão de projetos, desenvolvendo habilidades de ensino e aprendizagem baseadas na web.

Não obstante, todas estas capacitações supracitadas também se propuseram a viabilizar uma experiência internacional, expandindo a ‘visão de mundo’ e vivência profissional destes docentes, influenciando positivamente a Rede Federal EPCT.

Com isso, foi possível fomentar a “cultura de inovação e extensão tecnológica” nas instituições da Rede Federal EPCT, por meio: da introdução de ferramentas de gestão; do desenvolvimento de processos e serviços; da aproximação com o setor produtivo e da construção de soluções para demandas estratégicas de inovação. Em 2019, ao encerrar esse ciclo de formação continuada, foram realizadas mais duas etapas de capacitação: uma sob responsabilidade da Steinbeis University – *School of International Business and Entrepreneurship* (Steinbeis – SIBE) do Brasil e outra pela instituição australiana *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* – CSIRO.

Neste contexto de promoção da cultura de Inovação, a DDR possui papel fundamental na catalisação de ações, uma vez que visa estruturar ações que promovam a expansão das estratégias de construção de conhecimento baseadas na

convivência, na troca de experiências e no acesso a tecnologias por meio da Rede Federal EPCT. Assim, enquanto iniciativa de políticas públicas, promove uma integração efetiva entre Educação Profissional, Científica e Tecnológica para o desenvolvimento conjunto de soluções que atendam às demandas da sociedade, servindo de insumo para práticas pedagógicas que promovam uma aprendizagem significativa.

### **ONDE ESTAMOS: Implantação de Laboratórios de Prototipagem (Edital 35/2020)**

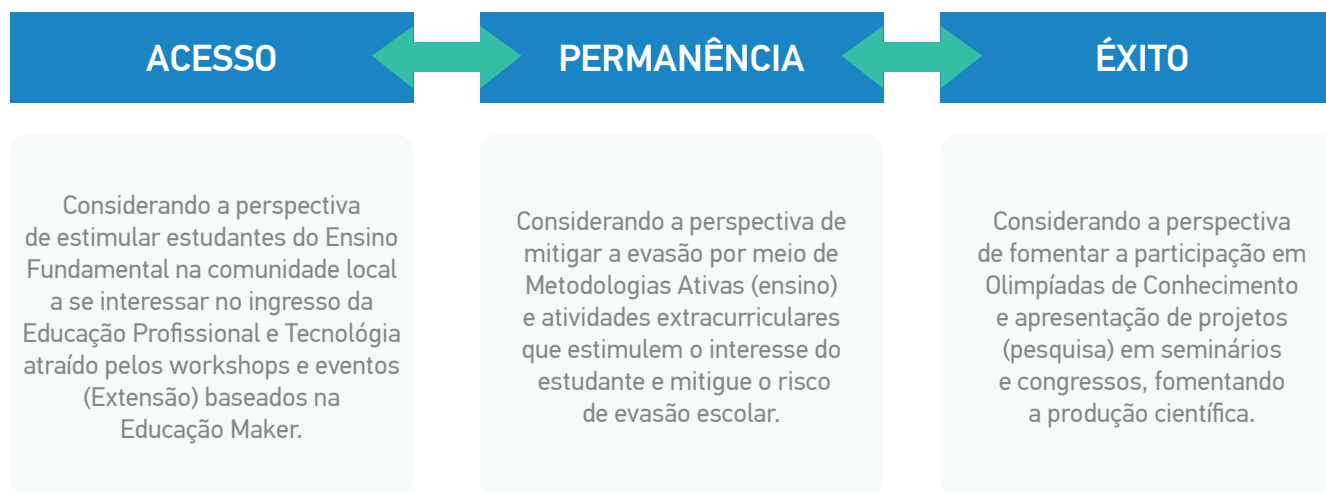
O Projeto Rede Maker, no seu sentido lato, busca ‘estimular um ambiente integrador para um ecossistema de inovação’, e no sentido stricto, busca apoiar a criação de laboratórios de Prototipagem nas unidades acadêmicas da Rede Federal EPCT (Edital 35/2020), por meio da aquisição de equipamentos, com o objetivo de disseminar os princípios que norteiam o ensino Maker, auxiliando professores e técnicos-administrativos no desenvolvimento da cultura learning by doing, levando-os a refletir sobre o uso da Aprendizagem Baseada em Projetos.

A partir desta perspectiva, busca um enfoque nestes espaços como suporte ao processo de ensino-aprendizagem de todas as áreas do conhecimento com enfoque no empreendedorismo e na inovação.

O Edital 35/2020 tem o objetivo de preparar os estudantes para serem protagonistas de seu processo ensino-aprendizagem diretamente envolvido na ideação de soluções para atender as necessidades da sociedade onde a unidade

acadêmica está inserida. Na Fase I (Estruturação/2020-2021), serão investidos recursos na aquisição de equipamentos para a montagem do LabMaker em 2020, e na Fase II (Ampliação/2022), o foco será na ampliação dos Lab LabMaker já instalados e em funcionamento.

Uma estratégia utilizada para trabalho em parceria interna Setec DDR foi fundamentar uma base conceitual que não tivesse conflito de interesses com as atividades das demais diretorias da Setec/MEC, utilizando como principal O enfoque do Projeto Rede Maker com a abordagem, conforme apresenta a **Figura II.2.1**:



**Figura II.2.1** – Enfoque do Projeto Rede Maker desenvolvido pelo Edital 35/2020  
Fonte: GP/DDR/Setec/MEC (2021)

Na composição do Laboratório Maker (Fase I e Fase II), são considerados os seguintes equipamentos: Impressora 3D de pequeno porte; Impressora 3D de médio porte; Impressora 3D de grande porte; Caneta 3D; Notebooks; SmartTV; Kit Ferramentas; Parafusadeira/Furadeira; Serra Tico Tico; Lixadeira Orbital; Kit Arduino/Robótica; Kit Robótica Lego; Projetor Multimídia; Máquina CNC Laser; Máquina de corte em vinil; Furadeira de bancada; Torno de bancada; Fresadora; Serra circular; Scanner 3D.

Na Fase I, foram usados aproximadamente R\$ 15,5 milhões de reais e estão previstos cerca de R\$ 12,5 milhões para a Fase II, totalizando R\$ 28 milhões em recursos voltados à Educação Maker.

### Edital 35/2020: Processo de Licitação, Compra e Recebimento dos Equipamentos

A Setec/MEC descentraliza o recurso do Edital 35/2020, no entanto, após esta etapa, são a instituição parceira (IFES) e as participantes (39 instituições contempladas) que devem agir em conjunto ao longo do processo de licitação, compra e recebimento dos equipamentos (**Figura II 2.2**). Procure saber quem são os responsáveis na sua instituição para acompanhar os processos.

## ETAPAS DO PROCESSO DE LICITAÇÃO - EDITAL 35/2020



.....

QUALQUER PROBLEMA COM FORNECEDOR, ESTE DEVERÁ RESOLVIDO POR CADA INSTITUIÇÃO, EM SUA PRO REITORIA DE ADMINISTRAÇÃO, A QUAL TEM AUTONOMIA DE DECISÃO.

.....

Figura II.2.2 – Etapas do processo de Licitação pelo Edital 35/2020

Fonte: GP/DDR/Setec/MEC (2021)



As etapas do Processo de Licitação (Edital 35/2020) est segmentadas da seguinte forma:

#### **GT compras (IFES) deve realizar as seguintes atividades [1 a 6]:**

1. Receber a demanda da Setec/MEC e iniciar a elaboração do Estudo Técnico Preliminar e Termo de Referência (itens-especificação- cotação compatível);
2. Realizar o cadastro dos dados no SIASG (destino/quantidade); enviar o processo de TI; verificar o Ofício Setec/MEC; encaminhar p/ Procuradoria;
3. Publicar a Intenção de Registro de Preços (IRP), verificar o valor médio da cotação, o IFES atua como gerenciador dos outros participantes de cada região;
4. Publicar a licitação na modalidade pregão [prazo de 8 dias];
5. Escolher os fornecedores (IFES); publicar no Diário Oficial (DOU) da lista dos fornecedores e detalhar as compras;
6. O IFES convoca o fornecedor para assinar Atas de Registro de Preço (ARP); a partir deste momento o item está apto a ser empenhado.

Nesse intervalo, é prudente chamar o pessoal dos campi contemplados na instituição para uma reunião junto com sua Pró-Reitoria de Administração.

#### **A partir disso, as Instituições contempladas da Rede Federal devem [7 a 11]:**

7. Realizar o empenho;
8. A instituição empenha e comunica ao fornecedor [contagem de tempo mínimo de 30 dias] observe o termo de referência com prazo de entrega;

9. Entregar os equipamentos pelo fornecedor direto à instituição;
10. Setor de Patrimônio da instituição registra o tombamento do bem e solicita o pagamento;
11. Setor Financeiro da instituição realiza o pagamento (execução financeira).

É importante observar as Etapas do Processo de Licitação e buscar celeridade nos processos intrainstitucionais, agindo de forma integrada com o parceiro responsável pelo GT compras (IFES) para ‘não perder os prazos’. Qualquer problema com fornecedor, este deverá ser resolvido por cada instituição, a partir de sua instância máxima ou por ela delegada (pró-reitoria de Administração). A partir da descentralização dos recursos, a Setec/MEC deverá buscar acompanhar o processo de governança ligado ao Edital 35/2020.

Ao longo do período de pandemia da Covid-19, no intervalo entre as Fase I e II, um Grupo de Apoio, composto por profissionais (professores e técnicos-administrativos), foi formado para trabalhar de forma colaborativa e voluntária com a Setec/MEC e o IFES.

#### **Ações em andamento na DDR em conexão com o LabMaker**

Além disso, outros projetos também buscam contribuir com treinamento e desenvolvimento da Rede Federal de EPCT para que atuem em consonância com as iniciativas Maker, como os apresentados a seguir:

- **Comissão Permanente de Acompanhamento das Ações de Permanência e Êxito dos estudantes da Rede Federal EPCT (CPPE)**

Uma iniciativa que colabora no acompanhamento do ‘eixo permanência’ do Projeto LabMaker (Edital 35/2020), também coordenado pela DDR, é a Comissão Permanente de Acompanhamento das Ações de Permanência e Êxito dos estudantes da Rede Federal EPCT (CPPE), instituída pela Portaria Setec Nº 08, de 28 de maio de 2019, tem como finalidade orientar as instituições da Rede

Federal EPCT na elaboração e no aperfeiçoamento dos Planos Estratégicos para permanência e êxito dos estudantes da Rede Federal EPCT. O principal trabalho da comissão está no apoio ao desenvolvimento de ações para evitar ou reduzir a evasão de estudantes.

#### • Plataforma Aprenda Mais

Ambiente virtual para a oferta de cursos abertos, online e massivos, mantido pela Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica-Setec, com o objetivo de ampliar a disponibilização de cursos MOOC da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT) para a sociedade em geral.



A Plataforma Aprenda Mais foi instituída por meio da Portaria Setec nº 491, de 7 de outubro de 2021, que também criou o seu Comitê Gestor. Todos os cursos ofertados por meio da Plataforma possuem as seguintes características: (i) são massivos, pois podem ser cursados simultaneamente por muitos usuários; (ii) são abertos, pois qualquer pessoa pode cursá-los, se assim desejar; (iii) são gratuitos, pois o Usuário não precisará pagar nenhum valor para cursá-los; e (iv) são online, pois serão ofertados exclusivamente de forma virtual.

#### • PLAFOR 2.0

O Plano de Formação Continuada dos Servidores da Rede Federal EPCT - Plafor tem como objetivo promover e fomentar ações de capacitação dos servidores, bem como motivá-los e mobilizá-los para formação continuada, com o fito de potencializar a atuação da educação profissional no âmbito da RFEPCT.



O Plafor norteia a formação continuada dos servidores públicos pertencentes ao quadro de pessoal das instituições de ensino que integram a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica - RFEPCT. Dialoga, também, com os princípios da INOVAÇÃO, pois congrega em uma única plataforma digital os cursos ofertados pela Rede e pelas escolas de governo em itinerários e trilhas formativas.

#### • PROEDU

O ProEdu (<http://proedu.rnp.br/>) é um repositório online de conteúdos didáticos digitais, induzido pela Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) do Ministério da Educação (MEC) e realizado em parceria com os Institutos Federais Sul-rio-grandense (IFSul), do Rio Grande do Norte (IFRN) e do Ceará (IFCE), e hospedado no sistema da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP).



A principal função do ProEdu é reunir os variados recursos educacionais digitais produzidos pela Rede de Educação Profissional e Tecnológica (EPT), a fim de facilitar o acesso a eles e preservar a memória intelectual da Rede.

#### Para onde iremos: A vinculação das Ações Maker ao Plano Plurianual da União – PPA, ao Planejamento Estratégico do Ministério da Educação

O planejamento e a definição dos projetos desenvolvidos pela Setec/MEC estão alinhadas ao Plano Plurianual da União – PPA (Lei 13.971/2019, que estabelece o **Plano Plurianual 2020-2023**). O PPA é um instrumento de planejamento governamental de médio prazo, que define diretrizes, objetivos e metas, com propósito de viabilizar a implementação dos programas finalísticos (conjunto de ações orçamentárias e não orçamentárias, suficientes para enfrentar problema da sociedade, conforme objetivo e meta).



O Programa do PPA onde estão vinculadas as ações da Setec é o **5012 - Educação Profissional e Tecnológica** que tem como objetivo ampliar o acesso à Educação Profissional e Tecnológica, em especial nos cursos técnicos e de qualificação profissional, adequando a oferta às demandas do setor produtivo.

Além do PPA 2020-2023, precisamos atender ao **Plano Nacional de Educação 2014-2024 (LEI N° 13.005/2014)**. Para a Rede Federal EPCT temos como principal meta a ser atingida:

**Meta 11 (PNE 2014-2024):** triplicar as matrículas da Educação Profissional Técnica de nível médio, assegurando a qualidade da oferta e pelo menos 50% (cinquenta por cento) da expansão no segmento público.

Para complementar o direcionamento estratégico, ainda contamos com o Plano Estratégico Institucional - PEI (2020-2023) do Ministério da Educação, onde estão os estratégicos, os indicadores e as metas estabelecidos para a sua mensuração e o seu acompanhamento. Os objetivos estratégicos que se relacionam com nossos projetos são: (I) Fomentar o funcionamento adequado das instituições de ensino; (II) Expandir o acesso à educação profissional e tecnológica, em especial nos cursos técnicos e de qualificação profissional, adequando a oferta às demandas do setor produtivo; (III) Fomentar ingresso, permanência e formação de estudantes.

Assim, espera-se que as ações da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec/MEC), com suas respectivas diretorias e portfólios de projetos, criem um ambiente propício para integração às iniciativas do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), num Ecossistema de Inovação (**Figura II 2.3**).

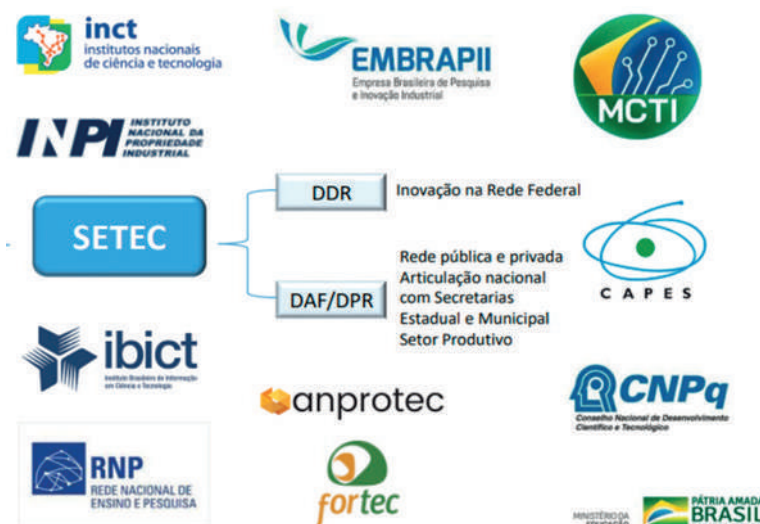


Figura II.2.3 – Stakeholders num Ecossistema de Inovação Setec/MEC

Fonte: GP/DDR/Setec/MEC (2021)

### 3. EDUCAÇÃO PARA O MUNDO 4.0 E EDUCAÇÃO DIGITAL

#### Ações Conjuntas da Diretoria de Política e Regulação da Educação Profissional e Tecnológica para a Convergência da EPT com o Mundo 4.0

O relatório “Recursos humanos e educação para o mundo 4.0”, publicado em agosto de 2021 pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), contextualizou o impacto da Indústria 4.0 na Educação Profissional e Tecnológica (EPT), reportando que esse efeito é amplo e irreversível. Além disso, argumentou que, nos países centrais, onde a Quarta Revolução Industrial já se mostra como um fenômeno observável e amplo, os sistemas de formação profissional já foram ou estão sendo rapidamente adaptados para este cenário em que surgem modos de formação articulados com as características dos modos de produção industrial.



Conseqüentemente, surgem demandas em torno da capacitação inicial e continuada dos professores que atuam nos sistemas de formação profissional e em torno de inovações curriculares e didáticas suscetíveis de também revolucionarem a EPT. Adicionalmente, Porto et al. (2019), após uma extensa análise de literatura, observaram a ausência de entendimento sobre como os ambientes de aprendizagem estão sendo preparados para formar o profissional que seja capaz de atuar de forma competente e crítica na chamada Indústria 4.0. Ou seja, é preciso agir para a convergência da atuação do professor, da organização da escola e do uso das tecnologias aplicadas aos ambientes de aprendizagem em EPT frente à Quarta Revolução Industrial.

Não é fácil ou impossível conduzir a adaptação dos processos de aprendizagem às mudanças trazidas pela Indústria 4.0, porém, é mandatório que o professor considere integrar as tecnologias correntes à sua prática educativa (HUSSIN, 2018), tais como: os Laboratórios Makers, os currículos flexíveis e as trilhas de aprendizagem voltadas para as habilidades técnicas, colaborativas e cognitivas, que preparam o indivíduo para garantir sua permanência no mundo do trabalho em plena transformação, conforme defesa do relatório “Recursos humanos e educação para o mundo 4.0” citado anteriormente.

Portanto, à luz desse cenário incerto e desafiador em que a Educação Profissional e Tecnológica do Brasil irá se desenvolver nas próximas décadas,

a Diretoria de Políticas e Regulação de Educação Profissional e Tecnológica (DPR) preparou as ações de formação em serviço para profissionais da EPT, trilhando um caminho para a redução da distância tecnológica entre o mundo do trabalho e a EPT no país. Essa foi a motivação para o lançamento das ações “Educação para o Mundo 4.0” e “Pós-graduação lato sensu em Educação Digital (CULTURA MAKER)”.

### Educação para o Mundo 4.0

Essa ação objetiva o desenvolvimento de ações estruturantes em educação para o mundo 4.0, tendo como base o conhecimento e a experiência dos profissionais da educação e estudantes das instituições de ensino, além da potencialização dessas ações em torno da mobilização para uma agenda positiva, desenvolvida e consensuada entre o MEC e as instituições de ensino para desenvolver a educação para o mundo 4.0 no país. Essa ação envolverá a formação de profissionais da educação da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica e, também, das Redes Estaduais e Distrital relacionados com o desenvolvimento Itinerário da Formação Técnica e Profissional (IFTP) do Novo Ensino Médio.

Os principais produtos dessa ação são: a) Plano Estratégico para a Educação para o Mundo 4.0; e b) Banco de iniciativas para a Educação para o Mundo 4.0. O Plano Estratégico compreende a análise do contexto, a definição de objetivos direcionadores e a elaboração de metas, o plano de ações e o modelo

de gestão da estratégia. Já o Banco de iniciativas para a Educação para o Mundo 4.0 trata-se de um portfólio composto por 100 iniciativas de Educação para o Mundo 4.0, proveniente de escolas de todo o país.

Os responsáveis pelas iniciativas escolhidas participarão de capacitação no desenvolvimento de projetos inovadores. Ao final, o Plano Estratégico para a Educação para o Mundo 4.0 será utilizado para orientar a política nacional para EPT, pela Setec, e o Banco de iniciativas para a Educação para o Mundo 4.0 será desenvolvido e disponibilizado para acesso público. Para tanto, serão conduzidas duas atividades simultâneas, a saber:

- 1) uma pesquisa-ação, envolvendo gestores e profissionais da EPT do Brasil, para a identificação de ameaças e oportunidades que serão utilizadas para o estabelecimento de uma estratégia para a Educação Profissional e Tecnológica do país na perspectiva do Mundo 4.0;
- 2) a formação em Gestão da Inovação (*Innovation Management Professional* - IMP) com carga horária de 600h. Sendo: 80h de workshops online; 9h de orientações individuais por projeto; e 511h de atividades de transferência, estudo e gestão do projeto. Elas estão organizadas em 10 módulos e estão distribuídas ao longo de 10 meses. Essa formação será ofertada pela Steinbeis SIBE do Brasil a profissionais da EPT da Rede Federal

EPCT e das Redes Estaduais e Distrital do Brasil, para implantação de projeto de inovação em suas organizações de origem.

## Educação Digital

Essa ação objetiva formar profissionais da educação que explorem as possibilidades dos ambientes digitais para aprendizagem em EPT, utilizando de novas tecnologias, aderentes às diferentes gerações, atuando como mediadores na construção do conhecimento em um novo cenário educacional. Essa ação envolverá a formação de profissionais da educação da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica e, também, das Redes Estaduais e Distrital relacionados com o desenvolvimento Itinerário da Formação Técnica e Profissional (IFTP) do Novo Ensino Médio.

O principal produto será a formação de um conjunto de 1.500 profissionais da educação, envolvendo a Rede Federal EPCT e as Redes Estaduais e Distrital, em Educação Digital. Para tanto, esses profissionais atenderão a um curso totalmente online, com carga horária de 360h, distribuídas em 10 unidades curriculares específicas, acomodadas em cinco módulos. Essa formação, ofertada pelo Senai/SC - Florianópolis, segue a perspectiva autoinstrucional-tutorada e, em cada unidade curricular, serão apresentadas tecnologias que podem ser utilizadas de forma imediata ou no curto prazo. Enfim, no decorrer de um período de 10 meses, fazendo uso de diferentes recursos didáticos, tais como podcasts, livros digitais,

videoaulas (síncrona e assíncrona), o profissional da educação em formação contará como será instruído e sobre como articular os conhecimentos teóricos à prática profissional em sua instituição de origem.

## Parceria com o IFMG Campus Ibirité

As duas ações descritas acima são operacionalizadas pelo IFMG, por meio de descentralização de recursos via Termos de Execução Descentralizada. A execução do contrato com a Steibeins-SIBE do Brasil e com o SENAI/Santa Catarina será acompanhada por equipe designada pelo IFMG/Campus Ibirité. Tal deliberação por esse campus da Rede Federal EPCT se justifica por se tratar de uma instituição com potencialidade de ser líder no processo de transformação educacional que as tecnologias digitais e cultura Maker devem trazer para a Educação Profissional e Tecnológica do país.

Esse campus, com autorização de funcionamento emitida pela Portaria MEC nº 500, de 25 de maio de 2018, tem foco no Eixo Tecnológico de “Controle e Processos Industriais” e tem buscado ser indutor do desenvolvimento de novos negócios e atividades pela aplicação de tecnologias modernas, sejam elas educacionais, sociais, ambientais ou industriais para potencializar o desenvolvimento social e econômico, em referência ao mundo 4.0. Além disso, o corpo de profissionais residente possui experiência na formação docente desde a graduação até a pós-graduação.

A contratação da Steibeins-SIBE do Brasil, uma organização de origem alemã com experiência no campo da educação e inovação, foi motivada por ser uma parceira que tem desenvolvido projetos para auxiliar instituições brasileiras na definição dos objetivos, das metas e do plano para implementação de ações estruturantes, equivalente à proposição para a Educação no Mundo 4.0. Assim, é uma instituição parceira com o *know-how* desejado para o desenvolvimento de experiências mediante a criação e implementação de práticas educacionais em educação aplicadas ao ambiente de ensino e às tendências do mundo 4.0. A ação tem término planejado para dezembro de 2022.

A contratação do SENAI, justifica-se por ser esse um dos cinco maiores complexos de educação profissional do mundo, tanto pela qualidade dos serviços que promove, bem como pelos formatos educacionais diferenciados e inovadores. Especificamente, o SENAI Santa Catarina, tem prestado consultorias nas áreas de gestão empresarial, processo produtivo e educação profissional, oferecendo soluções personalizadas de acordo com a estrutura específica de cada negócio. Além disso, tem ofertado, em formato remoto e online, cursos como a Pós-Graduação em Educação Digital. Desse modo, foi considerada uma instituição parceira com a expertise necessária para conduzir a formação de profissionais da educação para a mediação da aprendizagem em ambiente digital. A ação tem término planejado para dezembro de 2022.

## Considerações Finais: Ações DPR e Cultura Maker

Os projetos, ora apresentados, integram-se à ação dos Laboratórios Makers no sentido de suportar a ampliação do conhecimento dos potenciais usuários, bem como de criar e fortalecer vínculos entre a Rede Federal de EPCT e as Redes Estaduais.

Antes de representar a solução da distância tecnológica e metodológica, os projetos abrem caminho para ações futuras de ampliação e acesso às aprendizagens necessárias aos tempos atuais. E, enfim, eles concretizam a formulação e o apoio a ações destinadas ao desenvolvimento da educação profissional e tecnológica e, especialmente quanto à difusão do uso das tecnologias educacionais em articulação com órgãos e entidades públicas e privadas.

## 4. EMPREENDEDORISMO E INOVAÇÃO

Projetos da Diretoria de Articulação e Fortalecimento da Educação Profissional e Tecnológica – DAF associados à Cultura Maker

### Iniciação Tecnológica

A ação apoia projetos que proporcionam os primeiros contatos de estudantes do ensino médio e dos anos finais do ensino fundamental de escolas públicas com as novas tecnologias digitais

características da Economia 4.0. Seu objetivo é estimular o envolvimento com os conhecimentos e práticas associados ao desenvolvimento do pensar tecnológico e suas potencialidades. Por meio de metodologias ativas de aprendizagem, os estudantes são iniciados nas mais diversas tecnologias digitais, como programação de software e aplicativos, realidade virtual e realidade aumentada, prototipagem de soluções tecnológicas, internet das coisas, inteligência artificial e robótica.

Além dos resultados diretos alcançados com os estudantes das escolas municipais e estaduais, a Iniciação Tecnológica contribui para estreitar os laços entre a Setec, a Rede Federal EPCT e as Secretarias de Educação em todas as regiões do país. A aproximação com os sistemas de ensino dos entes subnacionais integra o conhecimento produzido pelas instituições da Rede Federal EPCT aos territórios em que elas estão localizadas, reforçando a articulação entre pesquisa, ensino e extensão.

Os projetos são apoiados com a aquisição de equipamentos e a concessão de bolsas de pesquisa para estudantes, professores e multiplicadores. Até o final de 2022 estima-se que mais de trinta e cinco mil estudantes participantes dos 120 projetos em execução terão sido beneficiados. Os recursos, que somam R\$ 14,7 milhões, são implementados via Termo de Execução Descentralizada firmado com o IFES.

## Oficinas 4.0

As Oficinas 4.0 são um programa de capacitação composto por atividades extracurriculares, executadas em espaços de construção coletiva, por meio de aprendizagem baseada em projetos, voltadas à construção de soluções tecnológicas para demandas reais, oriundas do setor produtivo. Seu objetivo é desenvolver, em estudantes da Rede Federal EPCT do ensino técnico, de graduação e pós-graduação, as competências e habilidades requeridas pela Economia 4.0. Mais precisamente, busca-se promover a imersão dos estudantes em atividades de capacitação e pesquisa aplicada, proporcionando-lhes as experiências inerentes aos esforços de superação dos desafios tecnológicos enfrentados pelo setor produtivo.

Destaca-se, portanto, o caráter *hands-on* da ação, que exige que os estudantes combinem as capacidades de planejamento e gestão de projetos com as competências associadas à inovação, ao empreendedorismo e ao uso de tecnologias digitais.

A ação apoia projetos de inovação tecnológica, implementados por estudantes e professores, bolsistas, em laboratórios Maker. São dez meses de atividades, período em que os estudantes, reunidos em equipes e sob a orientação de seus professores orientadores, dedicam-se ao desenvolvimento de soluções tecnológicas relacionadas às mais variadas demandas do setor produtivo.

Entre os parceiros encontram-se grandes, médias e pequenas empresas, órgãos governamentais e cooperativas de pequenos produtores. Suas áreas de atuação são igualmente diversas: indústria de transformação, agricultura, saúde, educação, mobilidade urbana, saneamento, energia, entre outros.

Atualmente há 60 projetos em execução, aos quais se somaram outros cento e dez em 2022. O volume de investimentos na ação alcança R\$ 8,25 milhões em vinte e quatro meses. A gestão dos recursos é feita via Termo de Execução Descentralizada firmado com o IFES.

Além de capacitar estudantes da Rede Federal EPCT, as Oficinas 4.0 levarão, por meio de ações de extensão, os temas da inovação, do empreendedorismo e do uso das tecnologias digitais a dezenas de escolas públicas municipais e estaduais. Para tanto, a capilaridade da Rede Federal EPCT contribuiu para o estabelecimento de inúmeras parcerias entre os coordenadores das propostas selecionadas e as secretarias e os gestores da educação em diferentes territórios.

## Empreendedorismo Inovador

A ação de Empreendedorismo Inovador visa promover nas instituições da Rede Federal EPCT a pesquisa e o surgimento de novos empreendimentos, com foco na Economia 4.0. Mais especificamente, pretende-se estimular servidores e estudantes da Rede Federal EPCT:

I) a participarem da criação de empreendimentos baseados em conhecimento científico e tecnológico;

II) a desenvolverem inovações baseadas em tecnologias digitais e no uso intensivo de dados; e,

III) a estabelecerem, nas instituições da Rede Federal EPCT, ambientes favoráveis à geração de novos negócios, por meio de ações de pré-incubação e incubação de empreendimentos, e de inovações de impacto regional e social.

Os 60 projetos, selecionados por meio de chamada pública realizada em 2020, são apoiados com recursos para bolsas de pesquisa, concedidas a servidores e estudantes, e infraestrutura, compreendida como instalações físicas e condições materiais de apoio - equipamentos, recursos, insumos e serviços - utilizados pelos pesquisadores para a realização de atividades de PD&I.

Ao todo, o investimento na ação soma R\$ 16.537.100,00. Sua implementação se dá por meio de Termo de Execução Descentralizado firmado com o Ifes.

## Parceria DAF/Anprotec

A parceria com a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores

(Anprotec) visa apoiar o desenvolvimento de projetos de inovação e empreendedorismo na Rede Federal EPCT.

Com o foco no empreendedorismo inovador, o objetivo da parceria com a Anprotec é qualificar equipes, em todas as quarenta e duas autarquias da Rede Federal EPCT, capazes de planejar, implementar e operar ambientes promotores da inovação voltados ao desenvolvimento sustentável de seus territórios.

A ação, que se encerrará em dezembro deste ano, toma como base os processos e as práticas propostas pelo Modelo Cerne e é composta por três etapas:

I) diagnóstico para avaliação da maturidade das instituições da Rede Federal EPCT para o desenvolvimento do empreendedorismo inovador;

II) qualificação de líderes em gestão de ambientes de inovação; e

III) plano de implantação, desenvolvimento e operação de cada um dos ambientes de inovação acompanhado de relatório de boas práticas para políticas de promoção aos ambientes de inovação.

Ao todo, são R\$ 600.000,00 em investimento, cuja gestão é feita por meio de Termo de Execução Descentralizada firmado com o IFES.



# TRILHAS DE CAPACITAÇÃO



Pensar numa Rede Maker requer planejamento estratégico e preparação. Com o intuito de preparar seus profissionais para lidar com uma nova abordagem de ensino atualizada com as tendências educacionais e de necessidade de competências para o mercado de trabalho, foram elaboradas iniciativas para complementar os recursos materiais (infraestrutura e equipamentos) dedicados à Educação Maker.



## 1. CEFOR

Dentro do Projeto Rede Maker e do Grupo de Trabalho a nível nacional que atuou em parceria com a Setec/MEC, houve uma equipe organizada pelo Centro de Referência em Formação e em Educação a Distância (Cefor) que cuidou da capacitação de educadores na cultura Maker. Esta equipe foi composta por docentes e discentes do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e do Instituto Federal do Amazonas (IFAM).

Desta forma, foram elaborados os cursos: **Educador Maker: Primeiros Passos**, **Educador Maker: Aprendizagem Baseada em Projetos** e **Educador Maker: Ensino “mão na massa”**, disponibilizados no Ambiente de Cursos Abertos do Ifes (<https://mooc.cefor.ifes.edu.br/>).

Como metodologia, os cursos contemplam momentos de estudos individuais e atividades baseadas em autoinstrução, tais como estudos dirigidos, questionários on-line e jogos. Também se utilizam de momentos com atividades que levam o cursista à reflexão individual sobre sua práxis, bem como atividades práticas em espaço coletivo e com o compartilhamento de experiências ligadas à Cultura Maker.

Os conteúdos podem ser estudados de forma livre pelo cursista e estão disponíveis por meio de vídeos, tutoriais e material complementar (links, vídeos e textos considerados relevantes). Os cursistas têm à disposição um espaço de fórum colaborativo para troca de informações e colaboração, no caso de dúvidas. Nesse espaço de compartilhamento poderão aprender uns com os outros, colaborando ativamente na construção do seu próprio conhecimento e do grupo. Além disso, os cursos não possuem tutoria.

Os 3 cursos possuem carga horária de 30 horas, são em português e não há pré-requisitos. Têm como público-alvo os profissionais e futuros profissionais da área de educação que tenham interesse em conhecer os princípios básicos da Cultura Maker a serem utilizados na educação, e, a partir daí, criar espaços educativos Maker. Como requisitos técnicos, é necessário ter acesso à internet, podendo ser acessado via smartphone ou computador para realizar os cursos.

### 1.1. Estrutura do Curso Educador Maker: “Primeiros Passos”.

A equipe responsável pela elaboração deste curso foi composta por três docentes e um discente do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), além de um docente do Instituto Federal do Amazonas (IFAM).

O curso, chamado Educador Maker: “Primeiros Passos”, tem como objetivo geral levar educadores a refletirem sobre o papel da Cultura Maker na Educação, como meio e não fim ao processo de aprendizagem tendo em vista atender as demandas do século XXI. A **Figura III.1.1** apresenta o curso no ambiente MOOC do Ifes. O curso possui o seguinte conteúdo programático:

- Introdução a Cultura Maker.
- Espaços que inspiram.
- Mentalidade Maker.
- Cultura Maker na Educação.
- Compartilhando práticas Maker na educação.





**Figura III.1.1** -. Curso Educador Maker: “Primeiros Passos”.

Fonte: Cefor/Ifes (2021)

A avaliação da aprendizagem é constituída de quatro atividades avaliativas no formato de questionário e quatro atividades avaliativas no formato de jogos, totalizando 100 (cem) pontos. Para obter aprovação, o cursista deve alcançar 60% da nota máxima no curso, constituída da somatória de todas as atividades avaliativas realizadas ao longo deste.

Este curso fornece o emblema “Maker - Aprendiz” para quem é aprovado no curso, além de fornecer mais 6 emblemas intermediários para cada desafio realizado pelos estudantes ao longo do curso. Para incentivar a participação dos estudantes foi criado, também, um ranking para medir a capacidade de construção de Networking, no qual os estudantes evoluem à medida em que interagem com seus colegas nos fóruns disponíveis no curso.

## 1.2. Estrutura do Curso Educador Maker: “Aprendizagem Baseada em Projetos”.

A equipe responsável pela elaboração deste curso é composta por três docentes do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), além de um docente do Instituto Federal do Amazonas (IFAM).

O curso, chamado Educador Maker: “Aprendizagem Baseada em Projetos”, tem como objetivo geral levar educadores a refletirem sobre o uso da Aprendizagem Baseada em Projetos em Espaços Maker para atender às demandas do século XXI. A **Figura III.1.2** apresenta o curso no ambiente MOOC do IFES. O curso possui o seguinte conteúdo programático:

- Pilares da Aprendizagem Criativa.
- Aprendizagem Baseada em Projetos.
- Elementos Essenciais de Design de Projeto.
- Práticas de Ensino Baseadas em Projetos.
- Compartilhando Projetos para Espaços Maker.

A avaliação da aprendizagem é constituída por atividades avaliativas no formato de questionário e no formato de jogos, totalizando 100 (cem) pontos, além de atividades práticas opcionais realizadas ao longo do curso postadas em um fórum específico do tópico, que fornece emblemas para os cursistas que as fazem, além de um emblema final “Educador Maker - Incentivador” para os estudantes que obtiverem aprovação no curso.



Figura III.1.2 - Curso Educador Maker: “Aprendizagem Baseada em Projetos”.  
Fonte: Cefor/Ifes (2021)

Para obter aprovação, o cursista deve alcançar 60% da nota máxima no curso, constituída da somatória de todas as atividades avaliativas realizadas ao longo deste. E, para incentivar a participação dos estudantes curso, foi criado um ranking para medir a capacidade de construção de Redes, no qual os estudantes evoluem à medida em que interagem com seus colegas nos fóruns disponíveis no curso.

### 1.3. Estrutura do Curso Educador Maker: ensino “mão na massa”.

A equipe responsável pela construção do curso é composta por dois docentes e um discente do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). O curso, chamado Educador Maker: ensino “mão na massa”, tem como objetivo geral formar educadores capazes de reconhecer e integrar características da cultura Maker na educação, utilizando a tecnologia como meio e não fim do processo de aprendizagem, a fim de atender às demandas da educação do século XXI.

A Figura III.1.3 apresenta o curso no ambiente MOOC do IFES. O curso possui o seguinte conteúdo programático:

- Boas vindas e “mão na massa”!
- O Educador Maker e a sala de aula.
- O Ensino de Ciências e o Educador Maker.
- Feira Maker de Ciências.

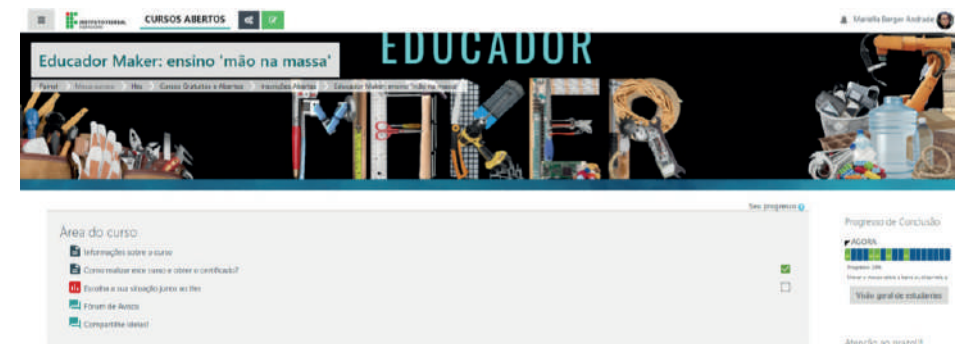



Figura III.1.3 - Curso Educador Maker: ensino “mão na massa”.  
Fonte: Cefor/Ifes (2021).

A avaliação da aprendizagem é constituída de duas atividades avaliativas no formato de questionário e dois jogos avaliativos ao longo do curso, que totalizam 100 (cem) pontos. Para obter aprovação, o cursista deve alcançar 60% da nota máxima no curso, constituída da soma de todas as atividades avaliativas realizadas ao longo do curso e o envio da atividade final nos termos estabelecidos. Este curso, como os demais, fornece emblema final para os cursistas que são aprovados no curso, o “Maker V - Doutorado”. Além desse emblema é possível obter emblemas intermediários associados à realização dos desafios propostos para os estudantes ao longo do curso.





**MANUAL MAKER:** Descobrimo o Espaço, Equipamentos, Habilidades e os Primeiros Passos para Colocar a ‘Mão na Massa’.

O maior desafio para os membros da Equipe Gestora que não estão familiarizados com os equipamentos fornecidos para a composição do Laboratório LabMaker é saber “o que fazer” e “como fazer”, nos desafios propostos para incorporação desses equipamentos e de práticas relacionadas, no dia a dia no laboratório Maker, assim como ao longo das atividades que poderão ser propostas para as diversas áreas de conhecimento.

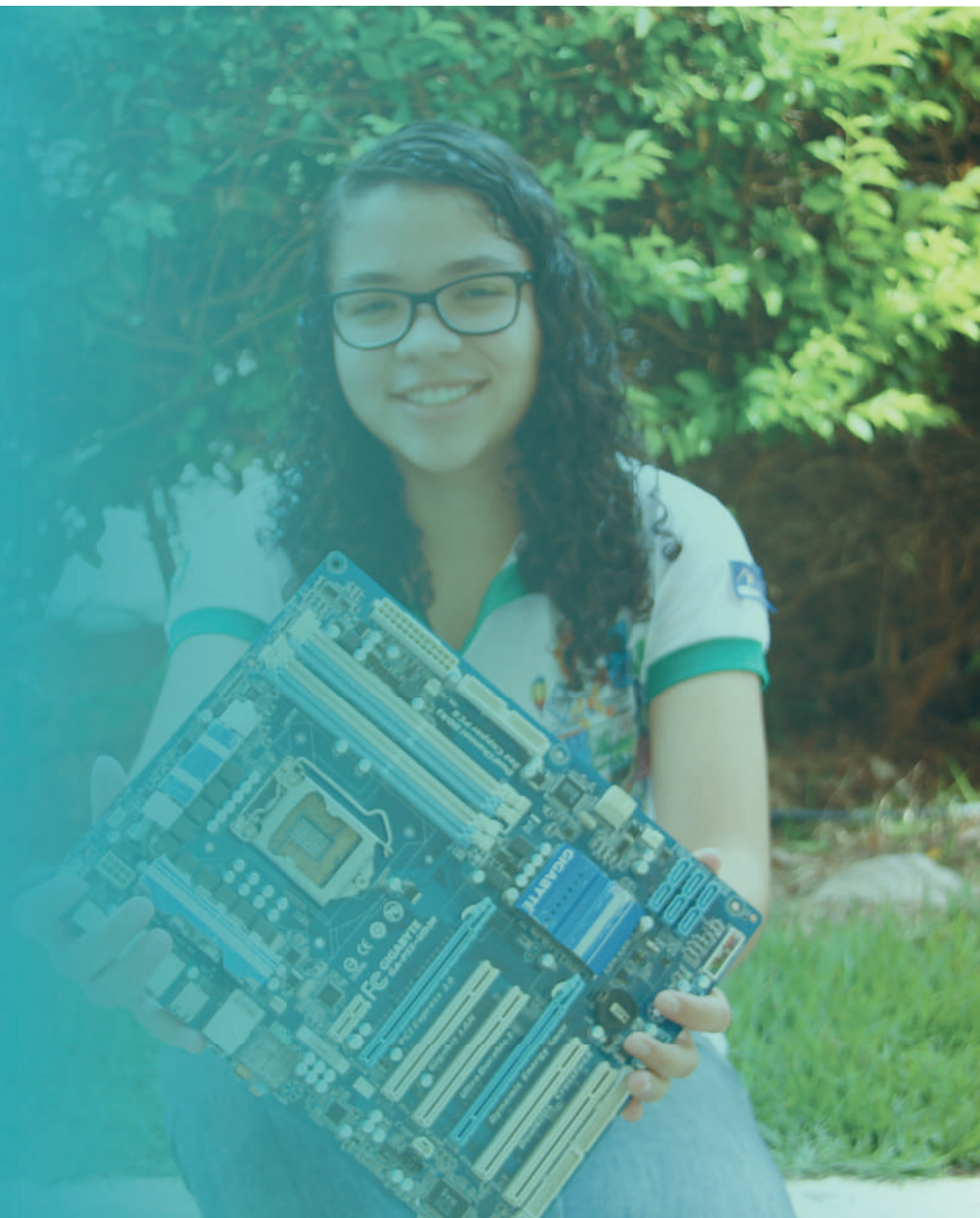
Esta parte do Manual Maker tem o propósito de auxiliar docentes, técnico-administrativos e estudantes nos seus primeiros passos no Espaço Maker.

A estrutura deste Manual Maker foi construída com o trabalho voluntário de diversos professores especialistas da Rede Federal EPCT que compõem os Laboratórios Maker.

Atuando de forma colaborativa, o trabalho de elaboração e revisão de conteúdo buscou contribuir com o alinhamento de expectativas e expansão do conhecimento em toda Rede Maker.

Em alguns momentos, alguns estudantes, bolsistas e estagiários, também auxiliaram os professores na organização e elaboração do conteúdo, sob supervisão docente.

Portanto, este material é uma atividade em parceria da DDR/Setec/MEC com toda Rede Federal EPCT, para a Rede Federal EPCT e para a sociedade brasileira em prol de uma Educação Maker pública, gratuita, inclusiva e de qualidade.





## 1. INFRAESTRUTURA DOS LABORATÓRIOS

### ESPAÇO MAKER

Os espaços maker são principalmente caracterizados por atender a diversas atividades fazendo uso de equipamentos e ferramentas para a investigação e criação de variados tipos de produtos. Com isso é necessário que o espaço físico atenda a estas diferentes demandas, portanto devem garantir versatilidade e adaptabilidade das zonas de trabalho, bem como a estabilidade e durabilidade de seu mobiliário. A utilização de materiais resistentes, como metal e madeira, atende a estes preceitos. Móveis com rodízios possibilitam a configuração de layouts diversificados, conferindo o dinamismo necessário à prática de atividades de natureza variada. Neste estudo serão apresentadas algumas soluções para organização destes espaços, com base em alguns conceitos norteadores que atendem às especificações dos equipamentos e sua usabilidade, bem como o espírito e o processo de trabalho em um espaço maker. O mobiliário proposto apresenta alguns desses princípios e muitos podem encontrados com estas características no mercado. No caso de câmpus que possuam marcenarias e/ou serralherias, sua produção pode buscar atender de forma ainda mais específica esta demanda.

### CARACTERIZAÇÃO DAS ZONAS DE TRABALHO

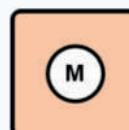


#### FABRICAÇÃO DIGITAL (FD)

Atividades que englobam a utilização de impressoras 3D e cortadoras CNC a laser. Deve-se prever balcões para receber as impressoras, bem como mesa de computador próxima para comando das máquinas.



Equipamentos: impressora 3D de pequeno porte, impressora 3D de médio porte e máquina CNC (esta última integra somente o laboratório tipo 2).

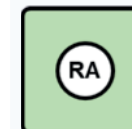


#### MARCENARIA / MONTAGEM (M)

Espaço destinado ao depósito, manipulação, corte montagem e tratamento de peças em madeira.



Necessita espaço para armazenamento de ferramentas, máquinas e insumos de grande porte, como chapas de MDF de diferentes espessuras. É ideal que seja isolado dos demais ambientes em função dos altos índices de ruído e poeira e também que haja um acesso secundário para o abastecimento destes insumos. Equipamentos/mobiliário: mesa de marceneiro e espaço de armazenamento.



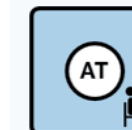
#### ROBÓTICA E AUTOMAÇÃO (RA)

Estas atividades podem ser desenvolvidas tanto nas bancadas quanto nas mesas de trabalho, dependendo de sua natureza. Necessitam de espaço para armazenamento de equipamentos e ferramentas específicos.



#### ÁREA DE TRABALHO (AT) BANCADA ALTA E MESA

Espaço destinado para o trabalho comunitário. Pode ser utilizado como suporte às diferentes atividades do espaço maker. Deve atender à variação nas características de uso e no número de usuários.



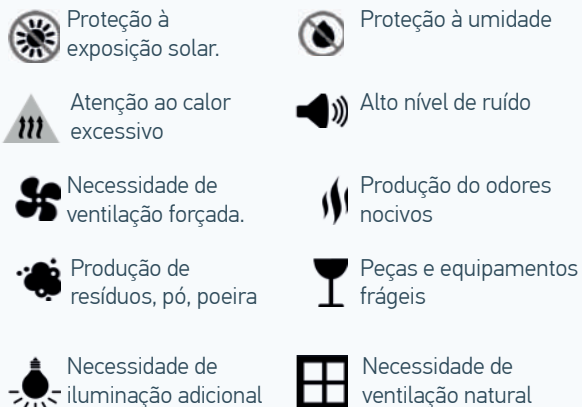
#### ESPAÇO DE CONVIVÊNCIA (EC)

Ambiente que busca promover a interação entre os usuários, servindo como um espaço de criação e discussão de ideias. Também atende como local de descanso durante longos períodos de impressão, corte e montagem.





### Principais aspectos que exigem atenção nas zonas de trabalho

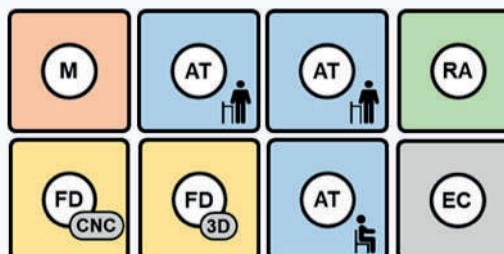


### ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO

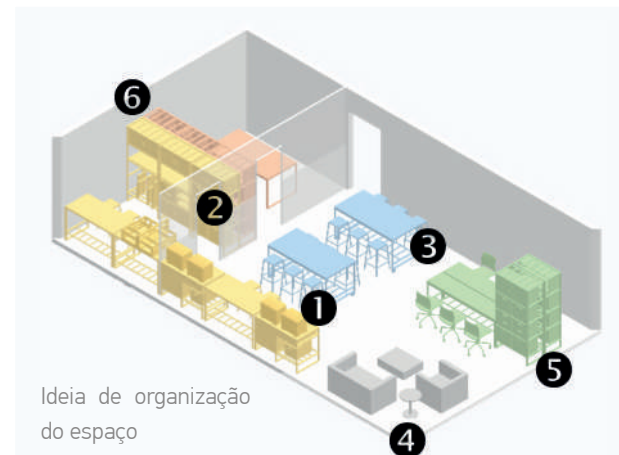
A maneira como os espaços serão organizados depende muito dos ambientes disponíveis para estas instalações, suas dimensões, acessos, ventilação, iluminação, infraestrutura, etc. No entanto as características básicas de cada atividade característica permite pensarmos em algumas concepções de arranjos de equipamentos e móveis visando atender às principais necessidades do espaço. Esta disposição deve levar em consideração os diversos aspectos referentes a cada área de trabalho específica (listadas na página anterior). Abaixo foram simuladas duas situações que se distinguem no tamanho da sala e nos equipamentos que compõem o espaço maker. As imagens ilustram a relação entre alguns espaços e a indicação de princípios que determinam esta organização.

### LINHA: 60 a 70 m<sup>2</sup>

A disponibilidade espaços maiores permite uma configuração em linha garantindo a distribuição e zoneamento das diferentes atividades e equipamentos e o acesso direto às área de trabalho com mesas e bancadas. Ambientes mais retangulares permitem espaços mais reservados.



- 1 A área de fabricação digital é constituída por equipamentos e computadores próximos entre si. Possuem fácil acesso às bancadas de trabalho permitindo o transporte de partes para realizar montagem e acabamento.
- 2 Isolamento do equipamento CNC com divisórias devido a ruído gerado e à necessidade de exaustão de gases. Deve ser posicionado distante das áreas comuns de trabalho.
- 3 Espaços maiores podem contemplar maior área de trabalho comum permitindo diversidade nas atividades e número de usuários



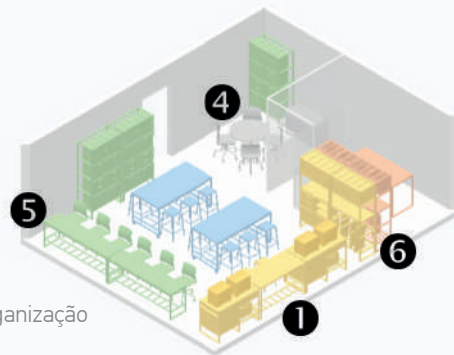
Ideia de organização do espaço

### ILHA: 50 a 60 m<sup>2</sup>

Em ambientes menores uma distribuição periférica dos equipamentos e a área de trabalho em ilha garante a separação das atividades sem segregar o uso do espaço comum. Deve-se atentar para os espaços de circulação, de operação e manutenção dos equipamentos

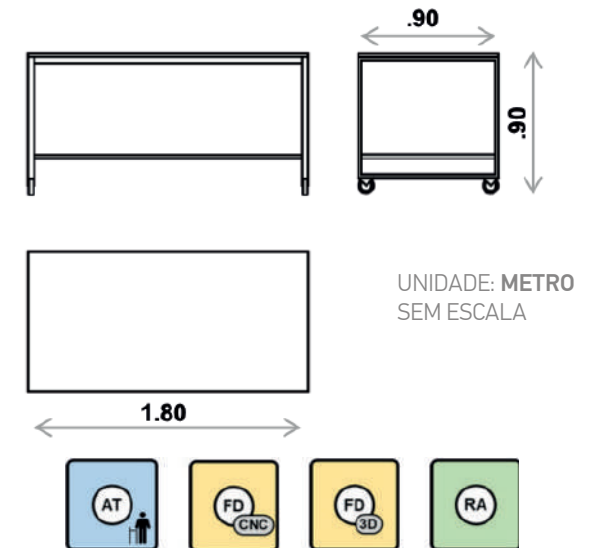
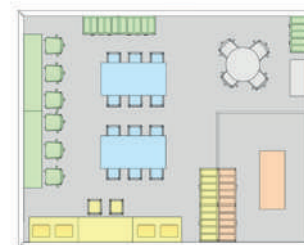
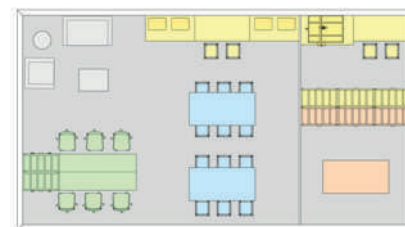
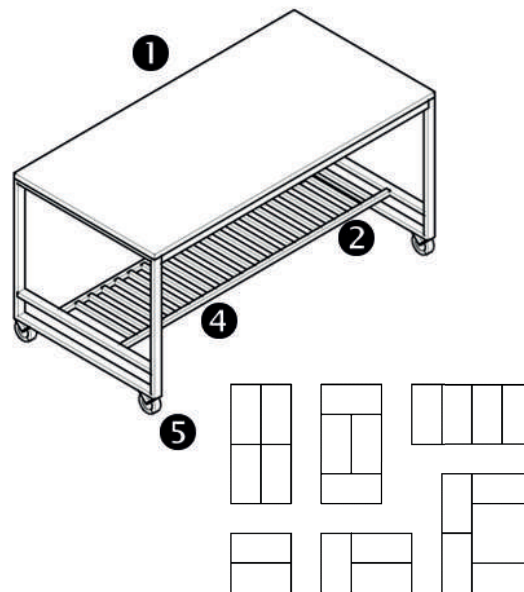


- 4 Mesmo em ambientes menores a existência de um espaço de convivência é importante. O mobiliário pode variar dependendo do tamanho do espaço ou dinâmica do trabalho do laboratório.
- 5 A área dedicada para robótica e automação deve permitir fácil acesso ao armazenamento de ferramentas e peças. Mesas de trabalho para montagem e computação podem ser arranjadas em linha ou espelhadas.
- 6 O isolamento da marcenaria garante a proteção contra ruído e contra a poeira produzida. O uso de estantes como divisórias pode garantir parte desta proteção do ambiente.



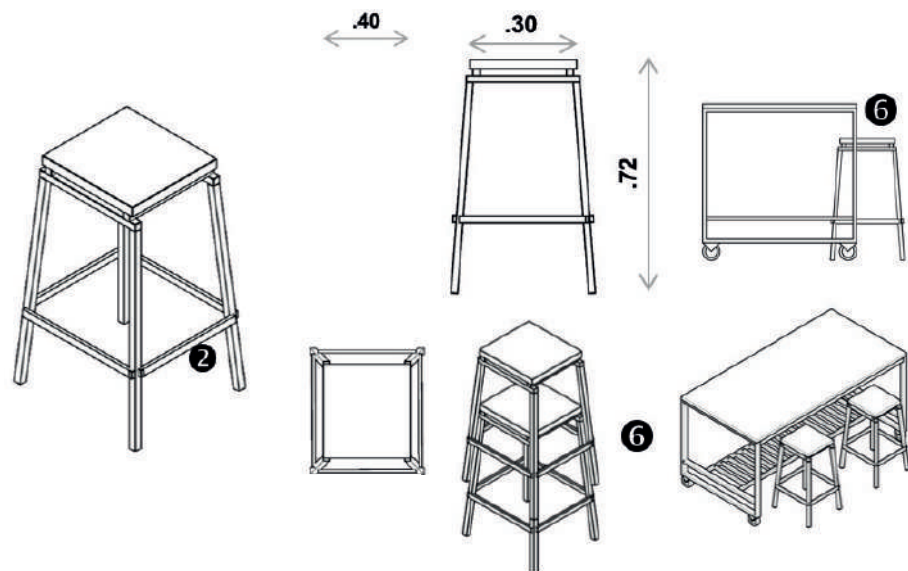
Ideia de organização do espaço

### MESA ALTA COM BANCOS PARA TRABALHO



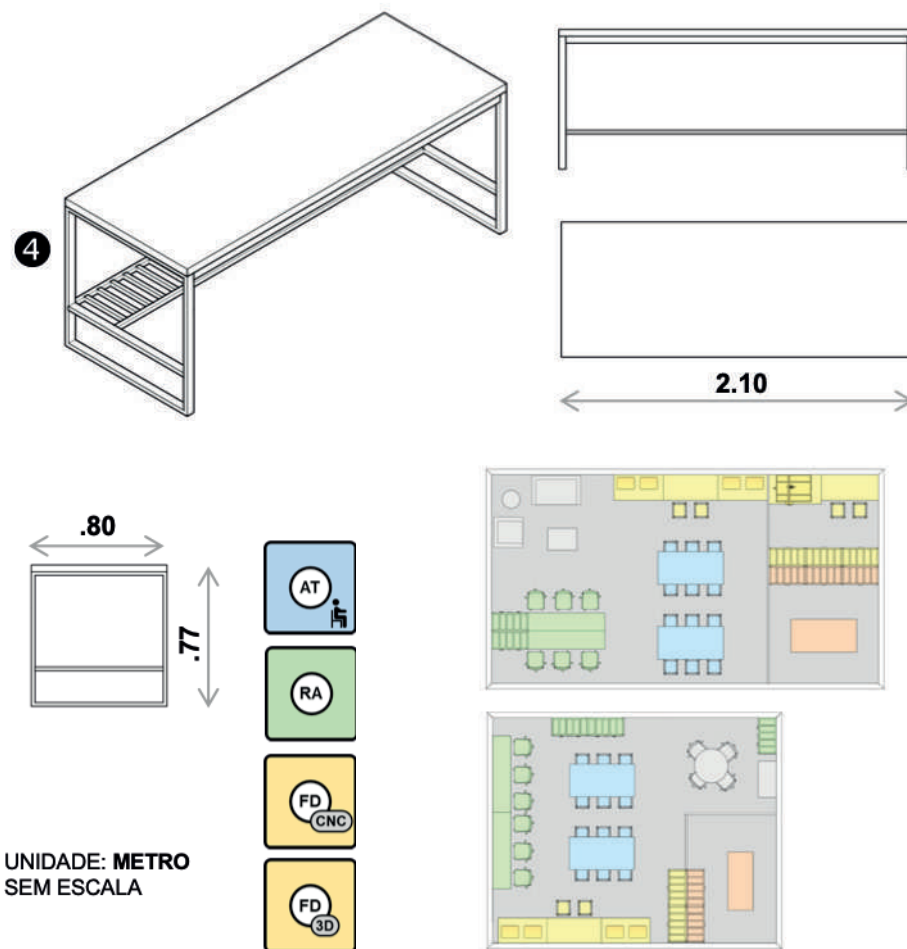
1. A Mesa alta permite que ao usuário variar sua posição e adequar a sua postura conforme a necessidade da atividade ou sua preferência pessoal.
2. O banco alto, bem como a mesa, devem fornecer apoio para os pés garantindo um postura de trabalho mais ergonômica. Respeitar uma distância de aproximadamente 20 centímetros entre o assento do banco e a parte de baixo do tampo da mesa, garantido que as pernas fiquem confortáveis.
3. Uso de materiais de alta resistência como MDF e metal garantem a durabilidade dos móveis.

4. A grade inferior serve para guardar objetos como ferramentas, caixas ou itens pessoais.
5. Uma modulação 2x1 associada ao uso de rodízios garante a configuração de combinação que pode atender usos variados.
6. Bancos devem permitir o empilhamento ou o armazenamento sob o tampo da mesa com objetivo de viabilizar diferentes configurações de trabalho, no entanto sem criar barreiras para circulação.



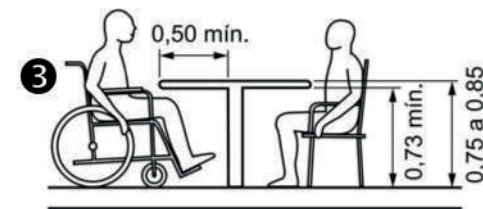
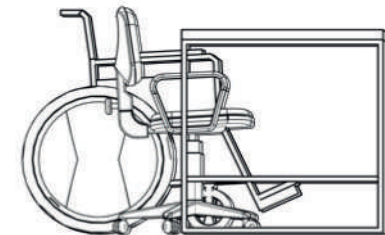
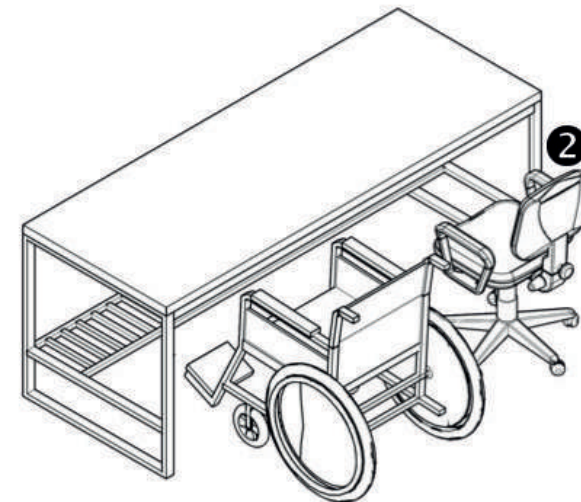
## MESA PARA COMPUTADORES

Esta peça deve oferecer uma superfície para trabalho sentado, geralmente caracterizado por períodos mais longos, principalmente durante o uso de computadores. Este móvel pode ser utilizado como espaço de trabalho genérico, mas também pode estar associado diretamente às atividades que envolvem a robótica e automação bem como a fabricação digital.



UNIDADE: METRO  
SEM ESCALA

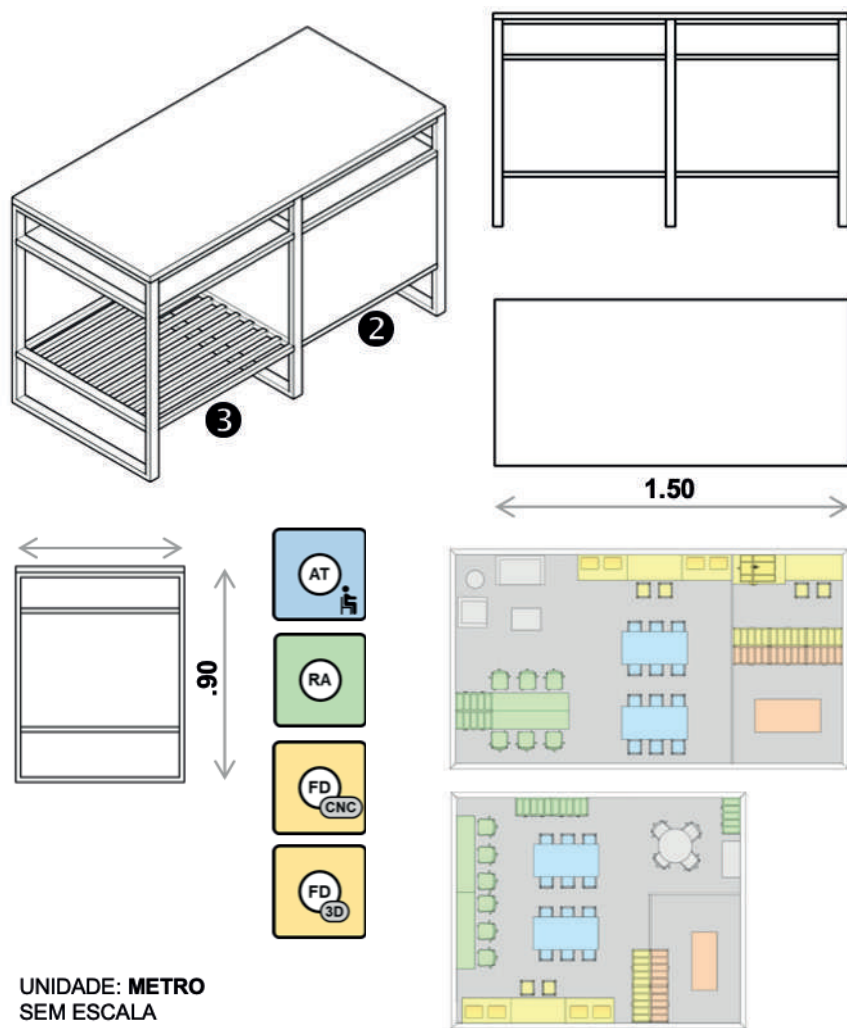
1. As dimensões da mesa devem atender as especificações para uma postura ergonômica de trabalho garantindo principalmente o conforto em atividade que pode exigir estar sentado por longo período de tempo, como trabalho no computador, além de montagem de peças, leitura e outras.
2. Como forma de assegurar a boa postura, o uso desta mesa deve ser associado a cadeiras que possuam possibilidades de ajustes de altura, ajustes de costas e de apoio para braços, permitindo que o trabalho possa ser executado com segurança.
3. As dimensões de altura e profundidade também devem estar de acordo com as características exigidas para a acessibilidade de cadeirantes.
4. A estrutura da mesa pode conter elementos de suporte que possibilitem uso variado como descanso dos pés, apoio para CPU ou armazenamento eventual.
5. Prateleiras logo acima da mesa podem auxiliar durante atividades de montagem possibilitando a colocação de ferramentas e peças.
6. A adaptação deste móvel com instalação de elementos de conexão elétrica de fácil acesso, como filtros de linha, facilitam seu uso de forma prática e dinâmica.



ABNT NBR 9050:2015

## BANCADA PARA IMPRESSORA 3D

Uma bancada de suporte às impressoras 3D deve promover uma superfície segura e rígida, aliada a espaços para armazenagem de insumos e peças impressas.



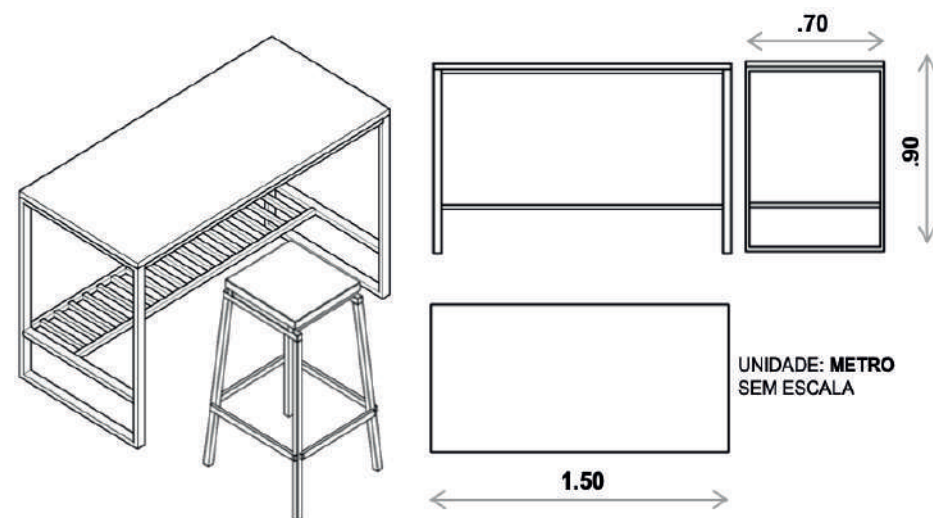
As dimensões devem atender às características da impressora, bem como um espaço adequado para realizar a troca de filamento e para efetuar a manutenção no equipamento.

Junto à bancada deve haver uma área fechada para o armazenamento do filamento da impressora. O filamento deve estar protegido da umidade, exposição solar e calor intenso.

Gavetas e prateleiras de fácil acesso servem para armazenar materiais de pequeno porte, ferramentas, peças que são usadas regularmente e impressões em andamento.

## MESA ALTA PARA COMPUTADOR

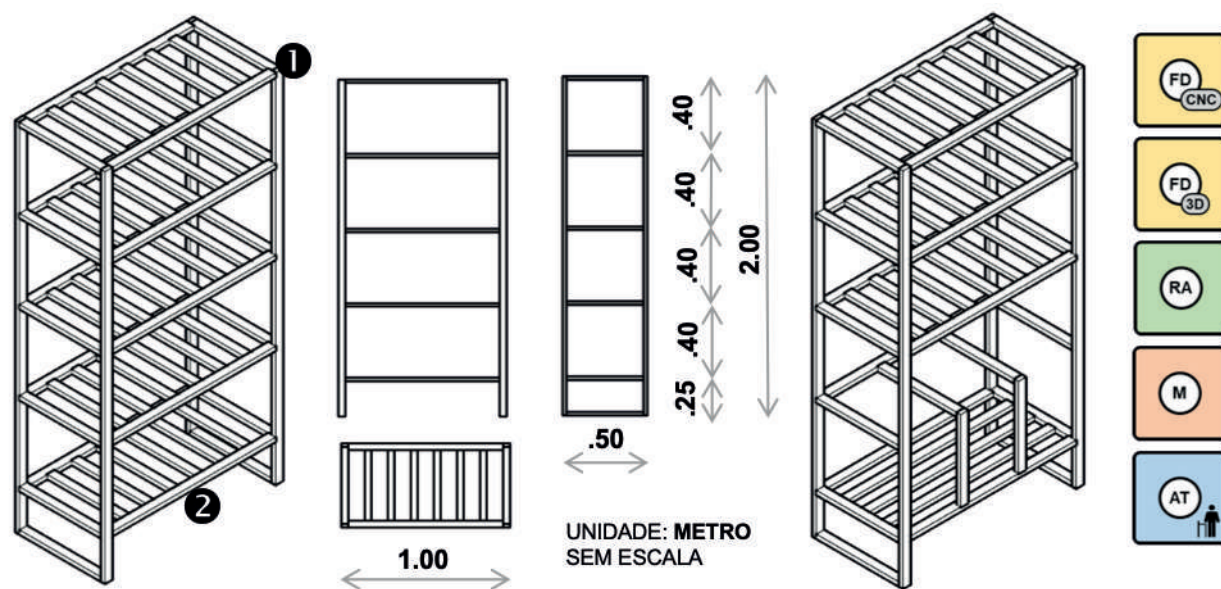
Uma mesa alta próxima à bancada da impressora 3D exclusiva para computadores conectados às impressoras.





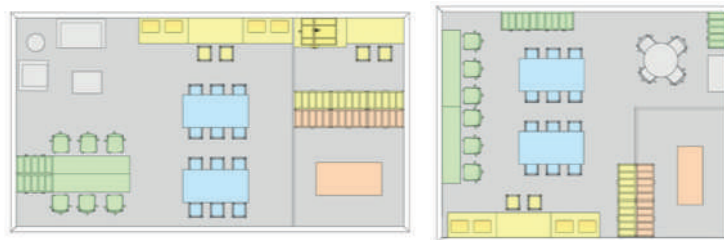
## ESTANTE

Esta peça oferece espaço para armazenamento de materiais e equipamentos, podendo também servir como divisória entre espaços promovendo isolamento acústico e também proteção contra poeira. Atende aos espaços de marcenaria, fabricação digital, robótica e automação.

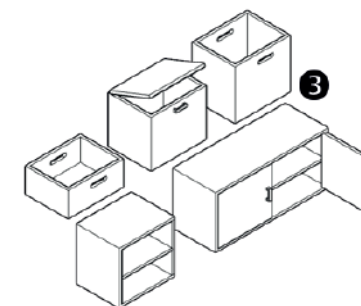


**MÓDULO 1**  
Estante simples 4 – 5 prateleiras

**MÓDULO 2**  
Estante com 2-3 prateleiras com espaço para armazenamento vertical

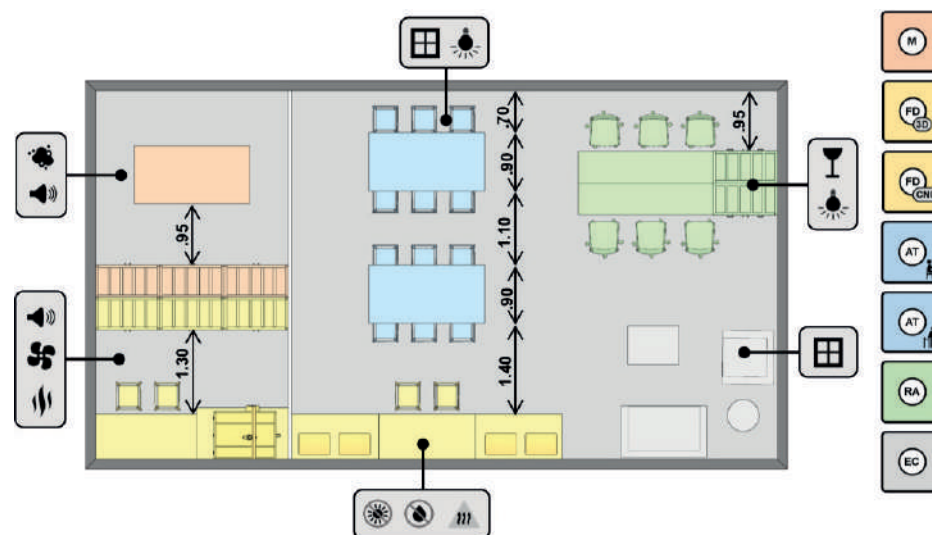
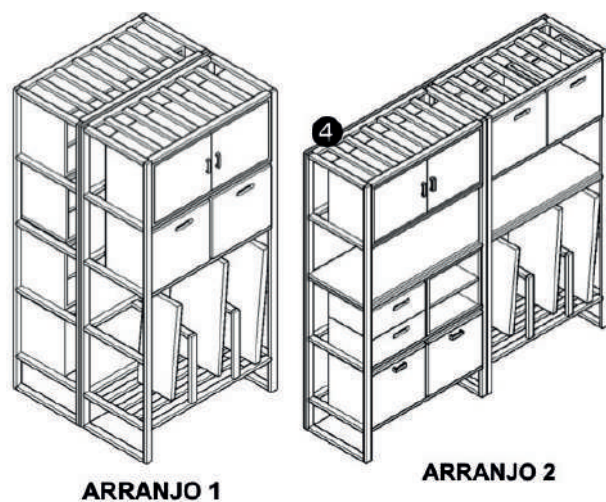


1. Estrutura rígida e resistente para suportar materiais pesados e equipamentos variados.
2. Estrutura impede o acúmulo de resíduos de material facilitando a limpeza feita pelo chão.
3. Associado às estantes, caixas modulares servem para dividir os espaços em setores e para armazenar diferentes equipamentos e ferramentas. As caixas podem ser fabricadas pelo próprio laboratório atendendo às demandas específicas.
4. As dimensões totais podem variar conforme a modulação desejada e devem levar em consideração o transporte, passando por escadas, corredores e portas. Também deve se adequar às dimensões dos insumos que serão utilizados (ex. placas de MDF, acrílico, papel cartão, etc.).

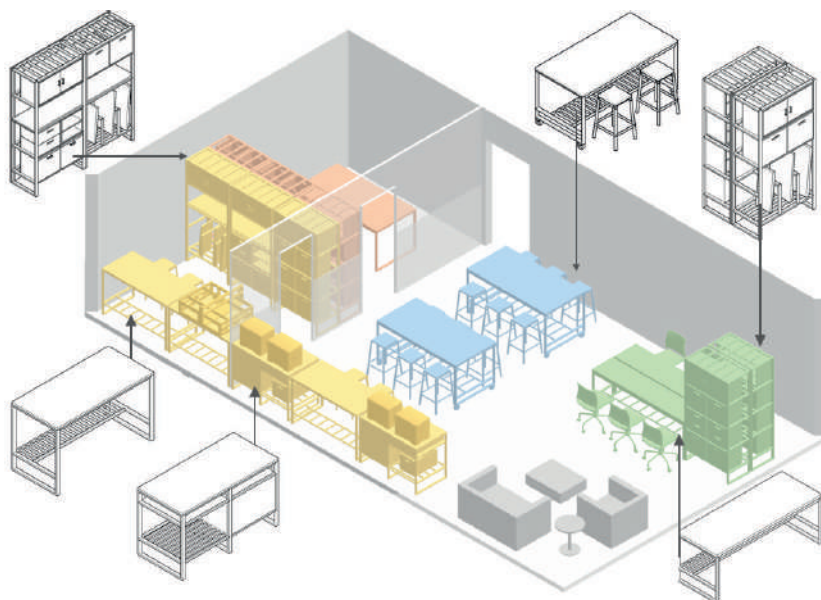


**CAIXAS E BAÚS MODULARES**  
Diferentes arranjos, fechamentos e detalhes devem atender as especificações do laboratório.





## ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO: LINHA: 60 a 70 m<sup>2</sup>



### Principais aspectos que exigem atenção nas zonas de trabalho

- |                                     |                                   |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Proteção à exposição solar.         | Proteção à umidade                |
| Atenção ao calor excessivo          | Alto nível de ruído               |
| Necessidade de ventilação forçada.  | Produção de odores nocivos        |
| Produção de resíduos, pó, poeira    | Peças e equipamentos frágeis      |
| Necessidade de iluminação adicional | Necessidade de ventilação natural |



## 2. IMPRESSÃO & SCANNER 3D

Você consegue se imaginar em um futuro no qual não há a necessidade de sair de casa para encontrar um utensílio ou uma peça específica que acabou se deteriorando ou se quebrou em sua casa? Para fins didáticos, vamos nos fixar no seguinte exemplo: ao tentar abrir uma gaveta em seu guarda-roupas, sem querer, você quebra o puxador. Após um breve momento de raiva, vem-lhe vem à mente: “vou a uma loja especializada em marcenaria e compro um novo puxador”. Você se desloca às lojas que conhece, ou faz diversas ligações e, depois de muito tempo, acaba não encontrando o puxador disponível para compra.

Nesse cenário hipotético, ao menos duas opções podem ser cogitadas:

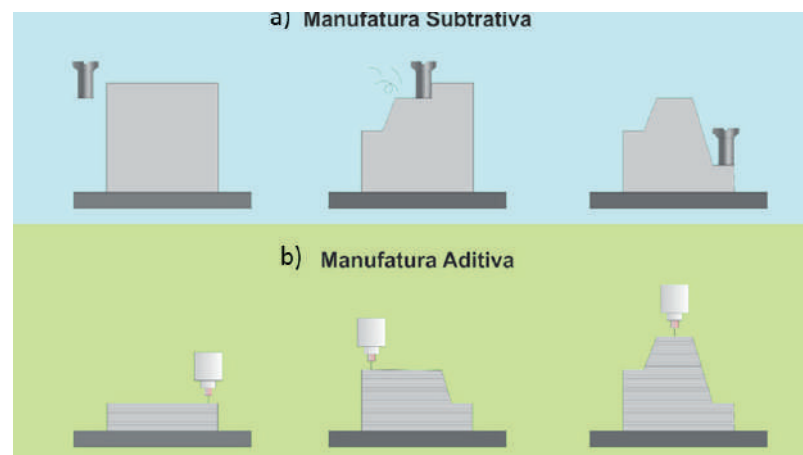
- Comprar um puxador similar e instalá-lo. Aqui, sabemos que haverá uma diferença visual entre os modelos de puxadores instalados no móvel e o novo puxador.
- Comprar novos puxadores e substituir todos os demais que já estavam instalados no móvel. Assim, o visual não é afetado e você passa a contar com todos os puxadores iguais novamente.

Ambas as possibilidades podem desagradar, seja pelo fator visual, seja pelo fator financeiro, uma vez que comprar vários novos puxadores não era algo previsto. Não seria interessante se, ao invés de ter que optar pelas duas opções citadas anteriormente, você pudesse produzir em casa um puxador assim como os que já estão instalados? Já lhe adianta que modelar e criar um puxador idêntico aos já instalados não é uma tarefa fácil, mas, atualmente, é uma tarefa possível.

Até pouco tempo atrás, a opção de criar peças como estas por conta própria não era imaginável, pois trata-se de algo produzido por uma indústria especializada. Comumente, diversas peças, mesmo que simples, deixam de ser produzidas pela grande indústria e, com isso, ficamos à deriva, sem a possibilidade de reparar ou dar utilidade para algum item que temos em nossas casas. Nesses casos, infelizmente, o destino desse item ou utensílio é o lixo e acabamos nos envolvendo com a compra de algo novo. Com o advento da impressão 3D, criou-se uma nova oportunidade de manufatura que, até então, restringia-se às

indústrias especializadas. Objetos diversos podem ser recriados, modelados e impressos sem o auxílio de máquinas industriais. As possibilidades de criação são inúmeras: peças e objetos decorativos, sólidos e próteses, peças de engenharia, casas, pontes, guias médicas ou até mesmo alimentos já são criados a partir de impressoras 3D. A ideia pode parecer estranha, contudo, esta tecnologia se torna cada vez mais acessível.

Nesse sentido, a impressão 3D é um recurso tecnológico que envolve a fabricação digital por meio da manufatura aditiva (Figura IV.2.1b), e vem transformando os processos de fabricação tradicionalmente conhecidos. Nesse processo de fabricação, tem-se como princípio a adição de material em camadas sucessivas, a partir de um arquivo digital. Tal mecanismo, distingue-se da manufatura subtrativa (Figura IV.2.1a), na qual o processo de fabricação tem como base a retirada (subtração) de material para que se dê a forma desejada a um novo objeto. As fresadoras são exemplos de ferramentas que permitem a subtração de material.



**Figura IV.2.1** – Comparativo entre manufatura subtrativa e aditiva.  
Fonte: João Moreno Vilas Boas (IFRN).

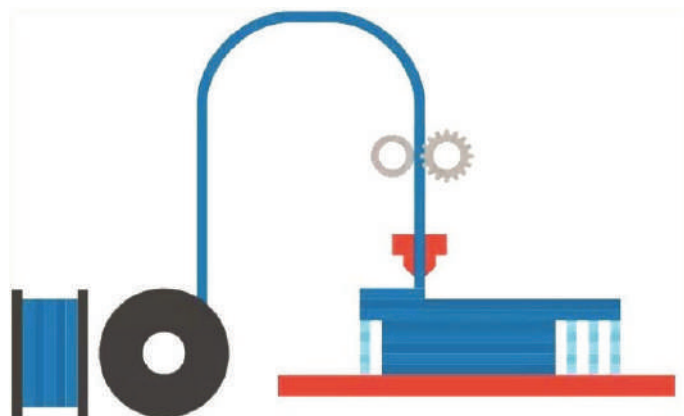
Neste material, o objetivo é apresentar possibilidades e, dentro do possível, guiá-lo no processo de concepção, modelagem, impressão e acabamento de peças impressas em 3D.

## 2.1. Tipos de Impressão 3D

Existem diversas formas e tecnologias para a impressão 3D, sendo que cada uma destas se difere pelos materiais e mecanismos utilizados para o processo de manufatura aditiva. A seguir, são apresentados 3 tipos distintos de mecanismos: (i) Fused Deposition Modeling – FDM; (ii) Stereolithography – SLA; (iii) Digital Light Processing – DLP.

### a. FDM (*Fused Deposition Modeling*).

A tecnologia FDM (*Fused Deposition Modeling*, ou Modelagem por Fusão e Deposição) é um modelo de manufatura aditiva, sendo amplamente difundida no meio da impressão 3D e é, possivelmente, a mais utilizada, uma vez que os valores envolvidos costumam ser mais acessíveis. Como o próprio nome sugere, tem-se como princípio a deposição de material termoplástico em uma base de impressão, assim como ilustrado na **Figura IV.2.2**.



**Figura IV.2.2** - Ilustração do material termoplástico e base de impressão.  
Fonte: Arquivo dos professores colaboradores.

Os modelos FDM utilizam polímeros em forma de filamento sólido. Esse filamento é aquecido em um conjunto extrusor e, então, depositado na superfície (base) de impressão. Assim, camada após camada, a peça é construída. Antes do material plástico ser depositado na mesa/base de impressão, um carretel com

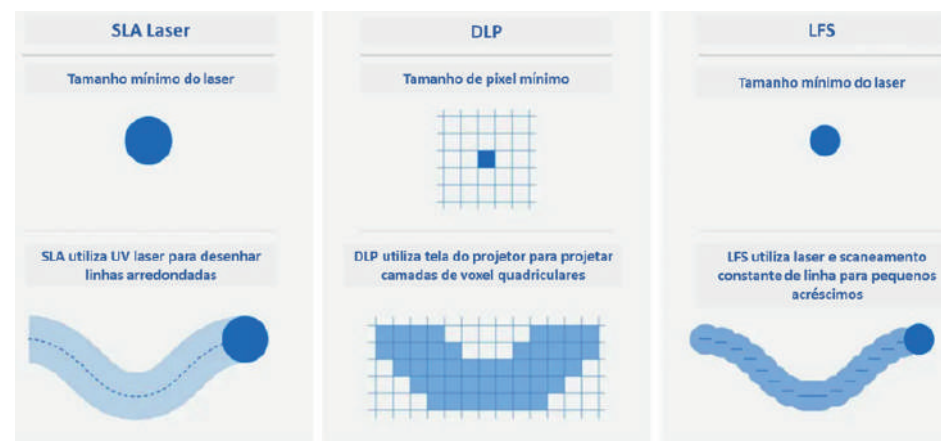
o filamento termoplástico deve ser inserido na impressora. O filamento plástico chega ao conjunto de extrusão por meio de um tracionador.

No mercado, você deve encontrar diferentes marcas, fabricantes e modelos de impressoras com essa tecnologia. O processo de funcionamento destas máquinas (movimentação, componentes, e posicionamento de peças) varia de acordo com os modelos e os fabricantes. Contudo, a base conceitual é a mesma.

### b. SLA (*Stereolithography*) e DLP (*Digital Light Processing*).

Existem muitos processos de impressão 3D no mercado. Familiarizar-se com as nuances de cada um ajuda a esclarecer o que você pode esperar das impressões finais para decidir qual tecnologia é adequada para sua aplicação específica.

Estereolitografia (*Stereolithography*-SLA) e impressão 3D de processamento digital de luz (*Digital Light Processing*-DLP) são os dois processos mais comuns para impressão 3D de resina. As impressoras 3D de resina são populares para a produção de peças e protótipos isotrópicos e estanques de alta precisão em uma variedade de materiais avançados com recursos finos e acabamento de superfície suave (**Figura IV.2.3**).



**Figura IV.2.3** - Características dos tipos de impressão 3D.  
Fonte: Formlabs (2021).



Embora essas tecnologias já tenham sido complexas e de custo proibitivo, atualmente, as impressoras 3D SLA e DLP de *desktop* de pequeno formato de hoje produzem peças de qualidade industrial a um preço acessível e com versatilidade incomparável graças a uma ampla variedade de materiais.

A resolução aparece com mais frequência do que qualquer outro valor nas folhas de especificações da impressora 3D, mas também é um terreno comum para confusão. As unidades básicas dos processos SLA e DLP têm formatos diferentes, tornando difícil comparar as diferentes máquinas apenas por especificações numéricas.

Na impressão 3D, há três dimensões a serem consideradas: as duas dimensões 2D planas (X e Y) e a terceira dimensão Z vertical que faz a impressão 3D. A resolução Z é definida pelas espessuras de camada que uma impressora 3D pode produzir. As impressoras 3D de resina, como SLA e DLP, oferecem algumas das melhores resoluções Z - camadas mais finas - de todos os processos de impressão 3D e os usuários normalmente podem escolher entre uma variedade de opções de altura de camada entre 25-300 microns, permitindo que os designers encontrem um equilíbrio entre detalhes e rapidez.

Na impressão 3D DLP, a resolução XY é definida pelo tamanho do pixel, o menor recurso que o projetor pode reproduzir em uma única camada. Isso depende da resolução do projetor, a mais comum sendo full HD (1080p), e sua distância da janela óptica. Como resultado, a maioria das impressoras 3D DLP de mesa tem uma resolução XY fixa, geralmente entre 35 e 100 microns.

Para impressoras SLA 3D, a resolução XY é uma combinação do tamanho do ponto do laser e os incrementos pelos quais o feixe de laser pode ser controlado. No entanto, a resolução em si é muitas vezes apenas uma métrica de ‘preciosismo’, uma vez que oferece alguma indicação, mas não necessariamente se correlaciona diretamente com exatidão, precisão e qualidade de impressão.

**Mais informações sobre este tema podem ser obtidas (em língua inglesa) no website.**

<https://formlabs.com/blog/resin-3d-printer-comparison-sla-vs-dlp/>

## 2.2. Passo a passo da impressão 3D com a tecnologia FDM

### I. Modelagem

O processo de impressão inicia com a modelagem da peça que será impressa. Existem no mercado diversos *softwares* para a modelagem 3D e, boa parte destes, adequa-se à modelagem para impressão tridimensional. Nesse cenário, O *software* escolhido deve permitir a exportação do modelo 3D em um formato de arquivo que seja reconhecido, posteriormente, por um *software* fatiador.

Normalmente, o formato STL é um padrão bem aceito para o processo de fatiamento. Logo mais, discutiremos este processo de fatiamento de modelos 3D especificamente. Por hora, atente-se à escolha do software mais adequado às suas necessidades, sempre tendo a preocupação com o processo de impressão 3D. Você pode modelar suas peças em softwares específicos, como o *Tinkercad*, *Autocad*, *Solidworks*, *Fusion 360*, *SketchUp*, dentre outros.

A etapa de modelagem dos sólidos que serão impressos não é necessariamente obrigatória, uma vez que diversos modelos 3D são disponibilizados gratuitamente para impressão. Com a popularização desse tipo de impressão, o mercado de modelagem 3D, também, aprimorou-se e adaptou-se para a produção de modelos que possam ser impressos. Nesse sentido, a chance de você encontrar os modelos que precisa é boa.

Quando não for possível encontrar os modelos 3D desejados, há ainda a possibilidade de contratação dos serviços de modelagem com profissionais especializados. Entretanto, com o tempo, é importante que você e sua equipe envolvam-se, mesmo que minimamente, com a modelagem 3D, pois, em diversas situações, você precisará editar ou ajustar seus modelos. Além disso, ao dominarmos o processo de modelagem, ganhamos autonomia.

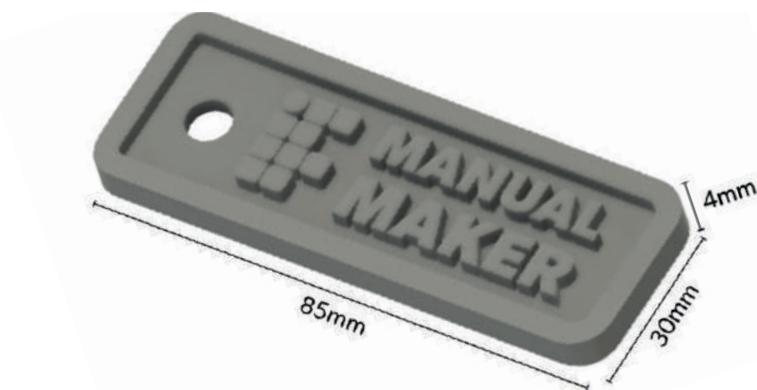
Independente do profissional que fará a modelagem, é importante sempre nos lembramos de que a peça modelada será impressa. Por conta disso, devemos considerar que a peça será construída sobre uma superfície possivelmente



aquecida e, com isso, devemos nos preocupar com ângulos e inclinações. Projetar e modelar já pensando na impressão é essencial para que tenhamos peças com qualidade. Além disso, os cuidados supracitados podem auxiliar na melhoria da qualidade de impressão, redução de tempo de impressão e economia de material.

## O Processo de Modelagem

O processo de modelagem consiste, basicamente, na representação matemática tridimensional de um objeto por meio de um *software* especializado. Para fins de exemplificação, a seguir, descreve-se o processo de modelagem de um chaveiro alusivo a este manual, conforme o modelo 3D da **Figura IV.2.4**.



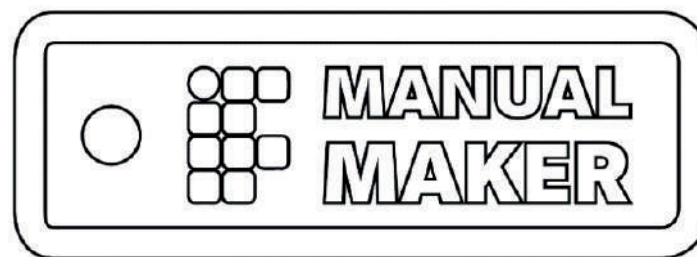
**Figura IV.2.4** - Modelo 3D de chaveiro alusivo.  
Fonte: Acervo do Professor Evandro Falleiros (IFMS).

Por tratar-se de um objeto com dimensões fixas, conforme ilustrado, é importante considerar a tolerância dimensional durante o processo de impressão 3D, para que o modelo impresso apresente as medidas reais muito próximas das medidas planejadas.

Ao considerarmos outros objetos cujas medidas e encaixes devem ser respeitados, a escolha do *software* de modelagem deve considerar tais critérios. Nestes casos, as medidas são parametrizáveis, o que facilita a definição e um controle mais apurado das medidas por meio de parâmetros editáveis.

Por outro lado, existem modelos cujas medidas não são tão importantes assim. Modelos com características e linhas mais orgânicas costumam ser mais tolerantes às variações dimensionais. Em linhas gerais, caso seja identificada a necessidade de medidas exatas no modelo impresso, como no chaveiro que será apresentado na **Fig. IV.2.5**, recomenda-se que o *software* de modelagem lhe forneça recursos de parametrização e controle de medidas. Caso o modelo não demande medidas exatas, como em objetos de decoração, por exemplo, o *software* de modelagem escolhido não precisa, necessariamente, ter um controle tão apurado destas medidas.

Considerando o exposto, no processo de modelagem supracitado, foram utilizados os *softwares Adobe Illustrator*, para a criação da arte planejada (2D) no formato SVG, e o *software Autodesk Fusion 360*, utilizado para a modelagem 3D paramétrica. Vale ressaltar que os resultados aqui apresentados podem ser alcançados em outros *softwares* de desenho vetorial e de modelagem 3D.



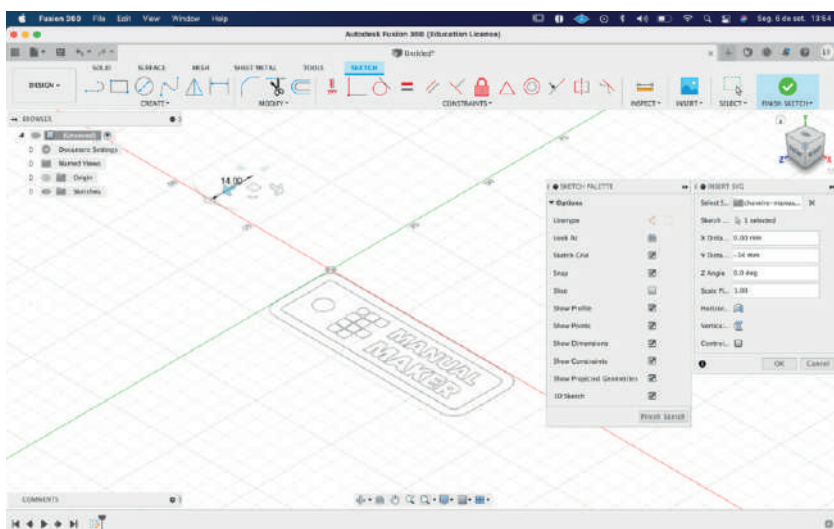
**Figura IV.2.5** - Desenho planejado em 2D do chaveiro alusivo.  
Fonte: Acervo do Professor Evandro Falleiros (IFMS).

Você deve ter percebido que foi mencionado um *software* cujo propósito original não é a modelagem 3D. Na abordagem adotada para este modelo, o *software Adobe Illustrator* foi utilizado para que um desenho planejado do chaveiro fosse projetado. No caso do chaveiro, o desenho planejado observado na **Figura IV.2.5** será extrudado em um *software* de modelagem 3D. É possível que tal planificação seja desenhada no próprio *software* de modelagem.



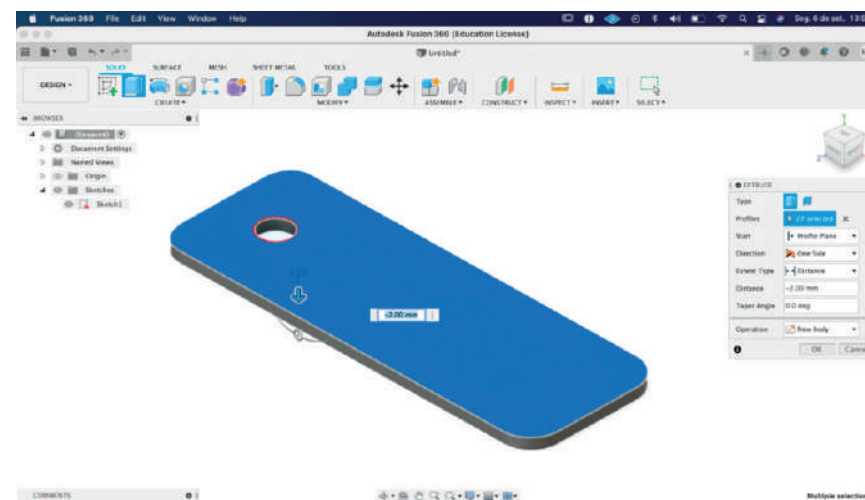
O desenho planejado vetorizado foi exportado no formato SVG. O formato SVG é a abreviatura de Scalable Vector Graphics que, traduzido do inglês, significa Gráficos Vetoriais Escalonáveis. Tal formato é capaz de descrever, de forma vetorial, desenhos bidimensionais (2D). Grande parte dos softwares de modelagem possibilitam a importação do formato SVG, uma vez que este formato mantém as informações dimensionais exatas.

Agora, com o desenho exportado no formato SVG, inicia-se a etapa de modelagem 3D, efetivamente. Para tal, o desenho planejado foi importado e posicionado na área de trabalho do *software Autodesk Fusion 360*, conforme ilustrado na **Figura IV.2.6**.

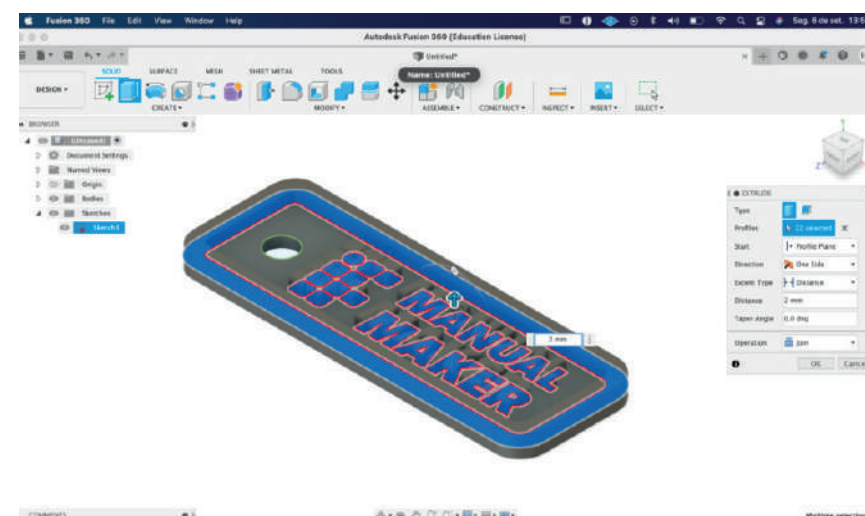


**Figura IV.2.6** - Importação do desenho planejado no formato SVG.  
Fonte: Acervo do Professor Evandro Falleiros (IFMS).

Após a importação do desenho planejado, a estratégia de extrusão envolveu dois passos essenciais: extrusão da base do chaveiro, considerando a espessura de 2mm (**Figura IV.2.7**); extrusão dos símbolos e textos, considerando a espessura de 2mm (**Figura IV.2.8**).

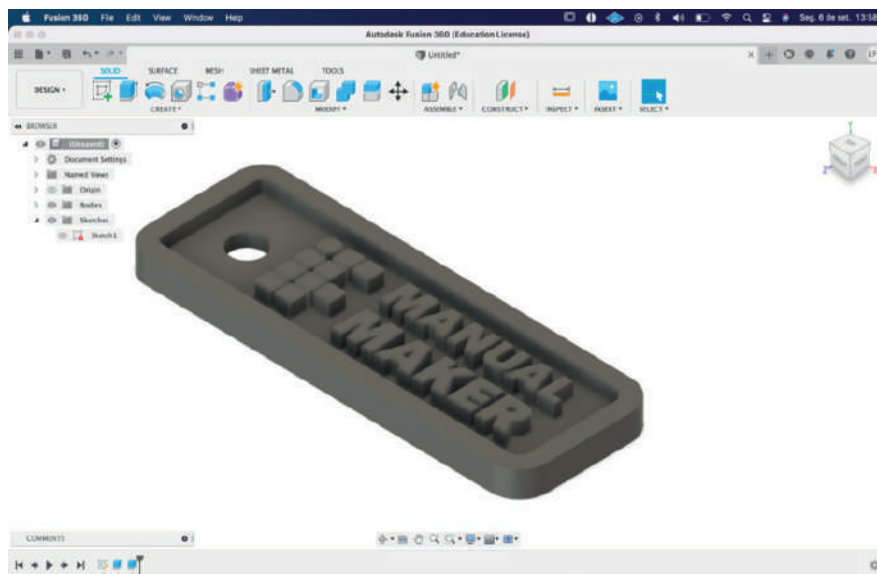


**Figura IV.2.7** - Extrusão da base do chaveiro.  
Fonte: Acervo do Professor Evandro Falleiros (IFMS).



**Figura IV.2.8** - Extrusão de símbolos e textos.  
Fonte: Acervo do Professor Evandro Falleiros (IFMS).

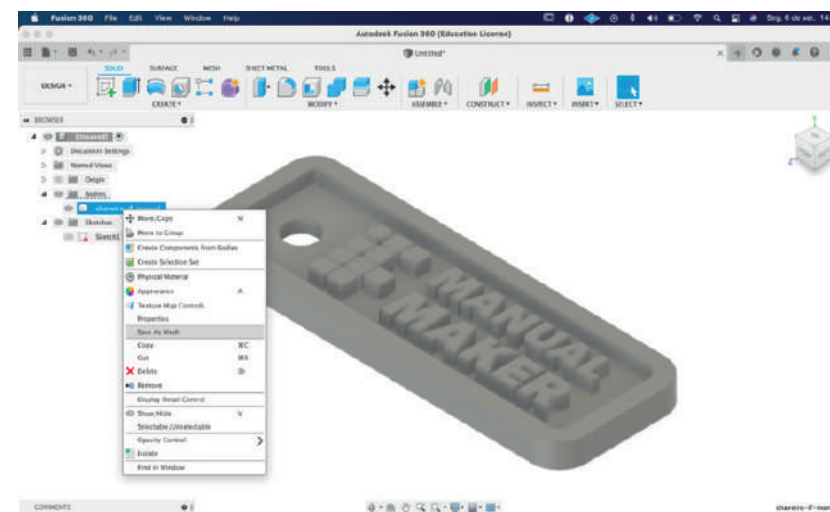
Mediante a execução desses passos, o resultado das extrusões pode ser apreciado na **Figura IV.2.9**. Pode-se considerar que, nesta etapa, o modelo 3D do chaveiro foi concluído com sucesso. A partir desses pontos, quaisquer alterações ou melhorias podem ser realizadas diretamente no modelo extrudado.



**Figura IV.2.9** - Extrusão de símbolos e textos.

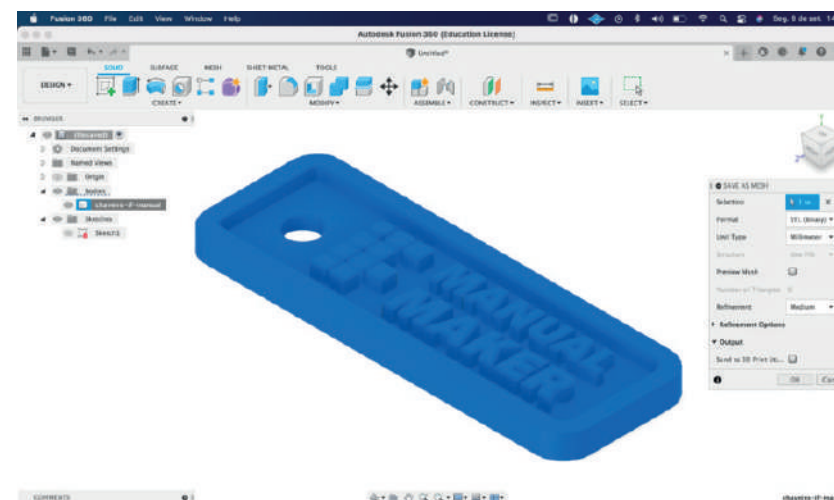
Fonte: Acervo do Professor Evandro Falleiros (IFMS).

Por fim, visando o processo de impressão 3D, é necessária a exportação do modelo 3D em um formato que seja reconhecido pelo *software* que será responsável pelo fatiamento e pela impressão da peça. Também, para fins de exemplificação, a exportação será realizada no formato STL. Grande parte dos *softwares* fatiadores são capazes de reconhecer e importar tal formato. O processo de exportação para este formato pode ser observado nas **Figuras IV.2.10 e IV.2.11**.



**Figura IV.2.10** - Acesso à opção de exportação do modelo 3D.

Fonte: Acervo do Professor Evandro Falleiros (IFMS).



**Figura IV.2.11** - Exportação do modelo no formato SVG.

Fonte: Acervo do Professor Evandro Falleiros (IFMS).



## II. Definição do material que será utilizado

Nesta seção, o escopo de definição de materiais irá considerar a tecnologia FDM, uma vez que esta é a tecnologia mais acessível em um primeiro momento. No sistema FDM, você deve selecionar e adquirir o polímero que mais se adequa às suas necessidades. A seguir, são apresentados alguns dos filamentos plásticos mais comuns. Todos os materiais listados são encontrados nacionalmente e podem ser adquiridos com custos relativamente acessíveis.

- Filamentos para Impressão 3D com a tecnologia FDM
  - ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno)

O ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) é um filamento plástico, derivado do petróleo e possui características de alta durabilidade e resistência. Também, recomenda-se o uso de ABS para a impressão de peças que sofrem altas cargas mecânicas, ou até mesmo para peças e protótipos industriais, dado que o ABS resiste até temperaturas de 85°C.

O acabamento e a finalização de peças impressas com ABS costumam ser facilitados, uma vez que este material possui baixa dureza superficial. Com relação à velocidade de impressão, o ABS possibilita a utilização de velocidades mais altas, pois, se trata de um material de alta fluidez em sua composição.

- PLA (Ácido Polilático)

O filamento PLA é biodegradável, pois sua origem é vegetal. Por ser um material biodegradável, o PLA não emite gases prejudiciais à saúde. Diferentemente do ABS, o PLA não demanda uma mesa/base aquecida para a efetiva adesão. Também requer menores temperaturas de extrusão, quando comparado ao ABS.

Contudo, o processo de finalização e acabamento de peças impressas em PLA é mais complexo. Os valores de compra de PLA são ligeiramente maiores do que os valores do ABS. O PLA é indicado para a impressão de peças maiores ou peças que não demandam acabamento e finalização ou pintura após a impressão.

- Outros materiais (PETG, HIPS, TPU, ASA)

Dependendo do modelo a ser impresso, algumas características específicas devem ser consideradas, como finalidade da peça, dureza desejada ou tipo de acabamento necessário. Se você precisa imprimir peças flexíveis, o caminho é a utilização de filamentos flexíveis (Poliuretano Termoplástico - TPU, por exemplo). Caso suas peças impressas precisem ser expostas ao sol, nem ABS ou PLA são indicados. Nesse caso, você precisará de filamentos com o ASA (Acrilonitrila Estireno Acrilato).

Quando suas peças apresentam suportes que devem ser removidos de partes inacessíveis, os filamentos solúveis (ou HIPS, significa Poliestireno de Alto Impacto), que têm a característica de se dissolver em uma solução, são os mais recomendados. No entanto, esse filamento irá lhe demandar uma impressora 3D com dois conjuntos extrusores (um conjunto para o material principal, outro para a extrusão do HIPS).

Em suma, existem outros materiais que se adequam às produções mais específicas. A escolha do material deve considerar diversos fatores. Contudo, em boa parte dos casos, você poderá utilizar ambos filamentos para impressão do tipo ABS. Por ser um material muito resistente, o PETG é a escolha perfeita para quando é necessário imprimir peças que precisam absorver impactos.

Como o PLA, este filamento pode ser usado em impressoras abertas ou fechadas, além de não emitir gases tóxicos nem rachar. Basicamente, este material reúne ótimas características do PLA e do ABS, tornando o seu uso em impressoras 3D particularmente especial.

**Mais informações sobre este tema podem ser obtidas (em língua inglesa) no website.**

<https://3dlab.com.br/tipos-de-filamentos-para-impressoras-3d/>

### III. Fatiamento, importação e exportação do modelo 3D

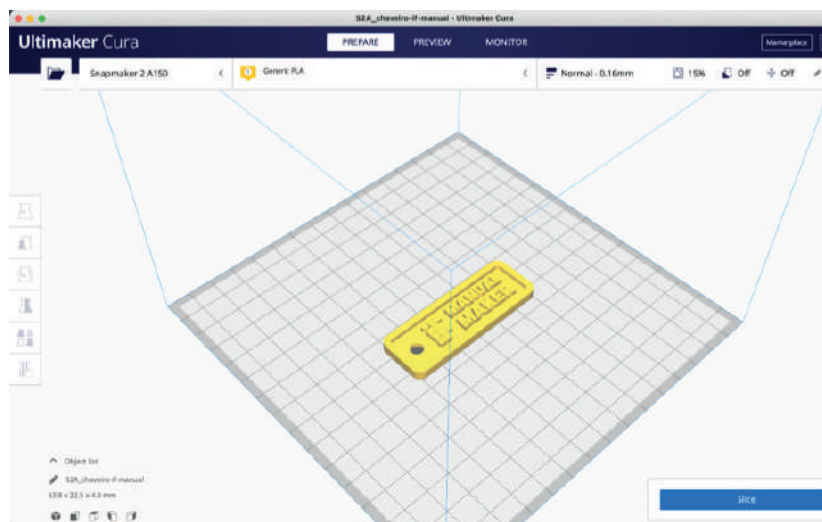
Conforme abordado anteriormente, o processo de impressão 3D no modelo FDM tem como princípio a manufatura aditiva por meio da deposição de material em uma base. A deposição deste material resulta em camadas sobrepostas, de forma que todas estas, em conjunto, formam o objeto impresso.

As camadas supracitadas são calculadas e geradas em *softwares* de fatiamento. Além do fatiamento, estes *softwares* costumam disponibilizar diversas outras funcionalidades relacionadas à impressão 3D e ao controle de impressoras 3D.

Para o processo de fatiamento, assume-se que você já tem em mãos o modelo 3D que deseja imprimir, assim como já definiu o material que será utilizado. Para fins de exemplificação, abordaremos o fatiamento do modelo 3D de um chaveiro com o *software* Cura.

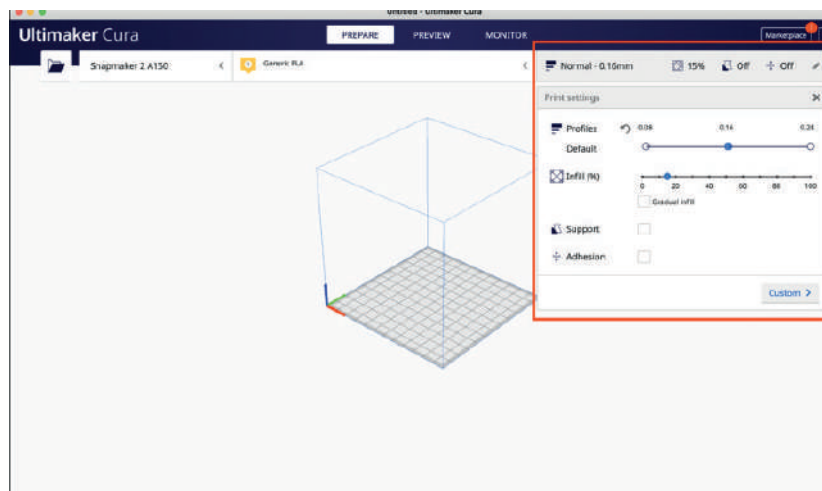
Para iniciar o fatiamento do modelo supracitado, é necessária a importação do modelo no formato de arquivo adequado. Aqui, utilizaremos o formato STL. Assim que importado no Cura, o modelo é posicionado tridimensionalmente em um ambiente que simula a área de impressão de sua impressora.

É importante salientar que as configurações da área de impressão, assim como diversas outras propriedades de sua impressora, podem ser customizadas no Cura. A **Figura IV.2.12** ilustra o modelo do chaveiro já posicionado na base de impressão.



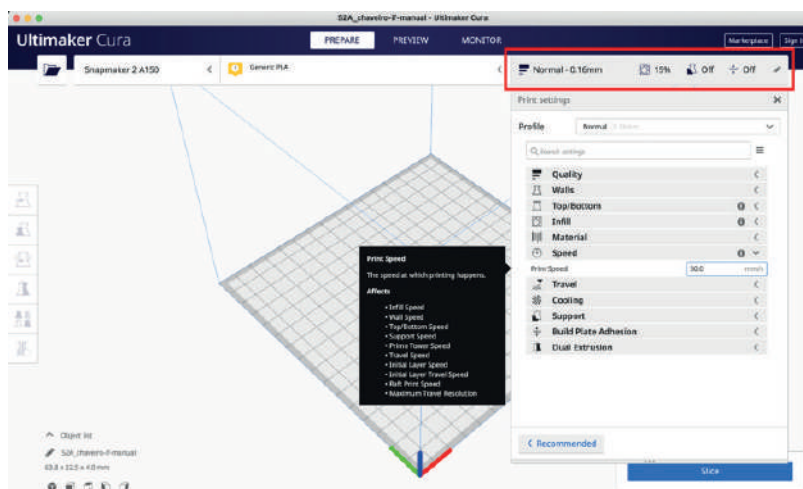
**Figura IV.2.12** - Modelo STL importado no Cura.  
Fonte: Acervo do Professor Evandro Falleiros (IFMS).

As configurações básicas de impressão, como velocidades, temperaturas e suportes podem ser customizadas, conforme ilustrado na **Figura IV.2.13**. O menu de opções “*Print settings*”, inicialmente, apresenta poucas opções. Contudo, ao selecionarmos a opção “*Custom*”, podemos alterar parâmetros e configurações avançadas (**Figura IV.2.14**).



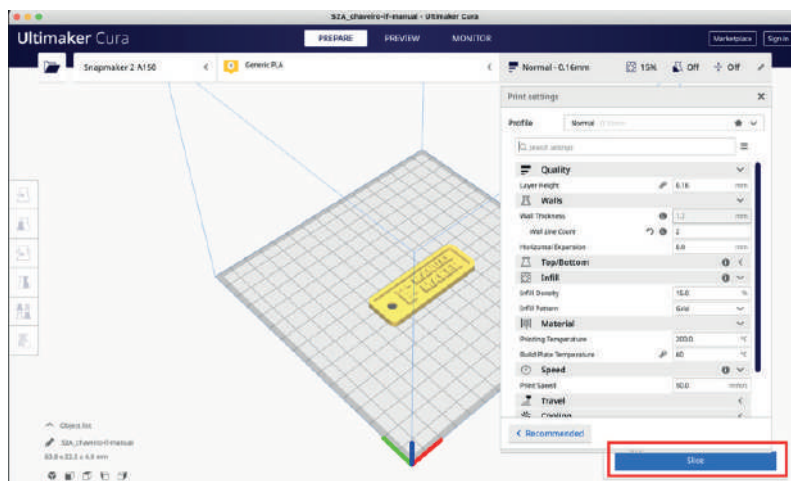
**Figura IV.2.13** - Configurações básicas de impressão no Cura.  
Fonte: Acervo do Professor Evandro Falleiros (IFMS).





**Figura IV.2.14** - Configurações avançadas de impressão no Cura.  
Fonte: Acervo do Professor Evandro Falleiros (IFMS).

Em um primeiro momento, as configurações podem ser intimidadoras. Contudo, com o tempo e com a experiência obtida em suas primeiras impressões, as configurações tornam-se transparentes e são incorporadas naturalmente à rotina de impressão.

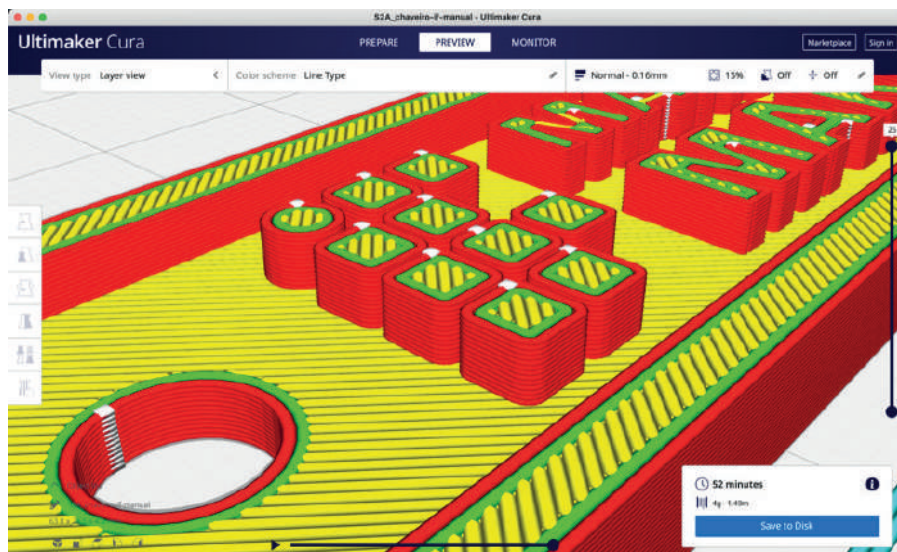


**Figura IV.2.15** - Opção de fatiamento (slice) no Cura.  
Fonte: Acervo do Professor Evandro Falleiros (IFMS).

É importante, ainda, que as configurações sejam adequadas à impressora que está sendo utilizada. Sempre siga as instruções do fabricante. É comum que estes forneçam os valores adequados para cada uma das configurações disponíveis no fatiador. Após a configuração dos valores e parâmetros de impressão, o fatiamento é realizado por meio da opção *Slice* (Figura IV.2.15).

Ao selecionarmos a opção *Slice*, o Cura projeta o fatiamento da peça, considerando todas as configurações que foram fornecidas. O resultado é, comumente, um arquivo no formato *gcode*, no qual podemos encontrar todas as coordenadas de impressão e as demais configurações de máquina. É esse arquivo *gcode* que será efetivamente impresso. Ele é interpretado e executado por grande parte das impressoras 3D disponíveis no mercado.

Durante o fatiamento, o Cura também disponibiliza a simulação visual de uma prévia do processo de impressão (Figura IV.2.16). Nesta figura, você poderá averiguar o aspecto visual das camadas criadas. Tal ação é essencial, uma vez que, nesta etapa, você poderá prevenir eventuais problemas durante a impressão. Não deixe de conferir sua peça nos mínimos detalhes. Além dos aspectos visuais, o Cura também simula os gastos de materiais e tempo de impressão. Mas, são apenas estimativas e, normalmente, os valores simulados são ligeiramente diferentes na vida real.



**Figura IV.2.16** – Simulação da impressão no Cura.  
Fonte: Acervo do Professor Evandro Falleiros (IFMS).

Ao verificar sua peça na simulação e inferir que está tudo pronto para a impressão, você poderá salvar o arquivo gcode de acordo com as suas necessidades, por meio da opção “Save to Disk”. Alguns modelos de impressoras aceitam o uso de cartões de memória ou pendrives. Também é possível iniciar o processo de impressão diretamente pelo Cura. Entretanto, nestes casos, seu computador deve estar conectado à impressora durante toda a impressão.

## IV. Impressão

Os programas a seguir compõem apenas uma amostra de exemplos escolhidos como forma de ilustrar a sua aplicação dentro do Laboratório Maker, dentro de um universo de programas.

### • SOFTWARES PARA FATIAMENTO E IMPRESSÃO 3D

- Cura

O Cura é um *software* gratuito e *open-source* que foi desenvolvido pela empresa Ultimaker, que é uma das empresas referência na área de impressão 3D no mundo. Pode ser utilizado em diversos tipos de impressoras 3D do tipo FDM. O Cura tem uma interface de fácil utilização, e oferece modos de uso que vão desde o básico ao avançado.

- Slic3r

O Slic3r é uma alternativa gratuita que permite a configuração do processo de impressão e o reparo de arquivos. Pode ser utilizado tanto em impressoras FDM quanto em impressoras SLA/DLP. Também permite a criação de múltiplos processos de impressão 3D e aceita diversos modelos de impressoras.

- Simplify3D

O Simplify 3D é um dos *softwares* de fatiamento e impressão 3D assistida mais completos e utilizados no mercado de impressão 3D. Contudo, trata-se de uma solução paga. Dessa forma, você deverá investir na compra de uma licença de uso. Com ele, você pode customizar o processo de impressão por meio de diversos parâmetros de controle.

Também é possível simular todo o processo de impressão, além de prever gastos de material e estimativa de custos. Dois dos recursos mais interessantes são a possibilidade de utilização de velocidades variáveis de acordo com o perfil das peças e a edição de parâmetros de impressão dedicados para cada uma das peças que serão impressas.

- Configurações e parâmetros para Impressão 3D

O processo de impressão envolve uma série de componentes da impressora que, por sua vez, requerem configurações específicas. Tais configurações acontecem por meio dos parâmetros disponíveis nos *softwares* que controlam o



processo de impressão. Os *softwares* de fatiamento e impressão citados anteriormente permitem que os componentes e os parâmetros de impressão sejam controlados por meio de uma interface gráfica. Contudo, os nomes das configurações e parâmetros costumam diferir de um *software* para outro, apesar de se tratar das mesmas configurações.

Alguns *softwares* também acrescentam melhorias em outros procedimentos, como por exemplo a configuração de velocidades distintas de impressão para áreas específicas da peça, controle de velocidade variável de acordo com a geometria, dentre outras. Os parâmetros mais comuns entre os diversos softwares de fatiamento e impressão são os seguintes:

- Altura de camada.
- Adição de material (*Skirt, Brim e Rafts*).
- Velocidade de impressão.
- Preenchimento.
- Temperatura de extrusão do material.
- Temperatura da mesa de impressão.
- Impressão com suportes.
- Retração.

## V. Acabamento e finalização

Existem diversas possibilidades de melhorias no aspecto visual das peças impressas. Alguns dos possíveis acabamentos são descritos a seguir.

### Preparação da superfície de peças impressas (Alisamento)

O que queremos dizer quando falamos de alisar PLA? É uma referência sobre a aplicação de algum tipo de pós-processamento às peças impressas em PLA para tornar invisíveis as camadas de manufatura aditiva e eliminar possíveis imperfeições.

Dependendo da finalidade de utilização das peças impressas, o processo de acabamento e finalização pode diferir. Existem várias maneiras de alisar as peças impressas em PLA para obter as vantagens descritas anteriormente, sendo citadas aqui três delas: (I) alisamento químico com diclorometano; (II) alisamento com aplicação de resina epóxi; e (III) alisamento com PLA específico da marca *polymaker*.

Em ambas as situações, o processo de lixamento torna-se necessário, para que haja um melhor acabamento na superfície das peças. Por tratar-se de uma área relativamente nova, o acabamento de peças impressas em 3D não conta com ferramentas propriamente destinadas. Nesse caso, o processo de acabamento apropria-se de ferramentas que são comumente utilizadas em outras áreas.

As lixas são um exemplo, uma vez que não se encontram comumente lixas destinadas ao acabamento para impressão 3D. Contudo, facilmente, são encontradas lixas para madeira, materiais ferrosos e alvenarias. Um fator relevante para um acabamento satisfatório é o material utilizado para a impressão. O acabamento em peças impressas com PLA, por exemplo, costuma ser mais complexo do que em peças impressas com ABS, pois o PLA apresenta alta dureza.

Ao considerar que materiais plásticos tendem a fundir com temperaturas mais elevadas, a escolha das lixas a prova d'água é a ideal, dada a capacidade de resfriamento do plástico com o uso da água. Nesses casos, aconselha-se que as peças 3D sejam lavadas com frequência durante o período de lixamento, para que as pequenas partículas de plástico sejam dispersadas.

Para o processo de lixamento, você pode começar com lixas de graduações menores (lixas mais grossas), como a lixa 200, e ir aumentando a graduação destas aos poucos. Aproveite para lixar as peças com movimentos lineares, atentando-se sempre para o sentido das linhas, de forma que o movimento seja sempre contra o sentido das linhas de impressão.

Evite o uso de ferramentas elétricas, uma vez que o controle manual destas é mais complexo e os movimentos de rotação podem causar uma série de vibrações e deformações indesejadas. Nesses casos, as deformações são frequentes devido à

geração de calor por meio do atrito excessivo. No caso específico do filamento ABS, o alisamento de peças pode ser realizado com vapor de acetona. Contudo, recomenda-se cuidado com a referida técnica, pois a acetona é inflamável.

Mais informações sobre este tema podem ser obtidas (em língua inglesa) no website.

<https://bitfab.io/pt-pt/blog/alisar-pla/>

- Pintura

O processo de pintura de peças impressas em 3D assemelha-se ao processo de pintura de diversos outros materiais plásticos. Antes de se pintar qualquer peça, recomenda-se que a preparação em termos de lixamento seja adequada. Quanto mais lisa a peça, maior é a uniformidade e consistência no processo de pintura.

Após o lixamento da peça, é importante que sejam aplicadas camadas finas de primer, que é um produto utilizado para preenchimento e nivelamento de superfícies irregulares, muito utilizado na funilaria automotiva. A aplicação de primer nas peças impressas costuma promover um bom isolamento entre as linhas de impressas (camadas sobrepostas), além de melhor aderência da tinta na peça como na **Figura IV.2.17**.



**Figura IV.2.17** - Foguete impresso em 3D, pintado com tinta acrílica fosca.

Fonte: Acervo do Professor Evandro Falleiros (IFMS).

Com as camadas de *primer* já aplicadas à peça, recomenda-se que um novo processo de lixamento seja realizado, para que eventuais irregularidades sejam corrigidas. Após o lixamento final, não se esqueça de limpar a peça para que os resíduos de *primer* sejam removidos. Esta etapa é importante para que a tinta tenha maior adesão à superfície.

Inicia-se, então, o processo de pintura. A pintura pode ser realizada com tintas acrílicas foscas ou brilhantes, utilizando-se pincéis e/ou aerógrafos. O acabamento em termos de pintura pode variar de acordo com o tamanho das peças e com o grau de detalhamento desejado para a pintura.

- Correções de imperfeições

Por diversas vezes, as peças impressas apresentam imperfeições e rugosidades em suas superfícies. Para que não seja necessária a impressão de uma nova peça, algumas técnicas podem ser utilizadas para a realização de reparos.

Para que pequenos buracos e outras irregularidades sejam corrigidos, recomenda-se a utilização de massa acrílica para pequenos reparos, comumente utilizadas em funilaria, assim como o primer. Vale ressaltar que o primer não é recomendado para o preenchimento de grandes irregularidades. Sempre que necessário, faça as correções e melhorias na superfície de suas peças com massa acrílica reparadora e, então, aplique as camadas de *primer* necessárias.

## 2.3. Principais problemas no processo de Impressão 3D

### I. *Warping* (empenamento)

O *Warping* refere-se ao empenamento de superfícies, conforme ilustrado na Figura V.2.18. Tal problema geralmente ocorre devido ao descolamento de parte do material da mesa de impressão.



**Figura IV.2.18** - Warping (empenamento).  
Fonte: Tech CD notícias (2021)

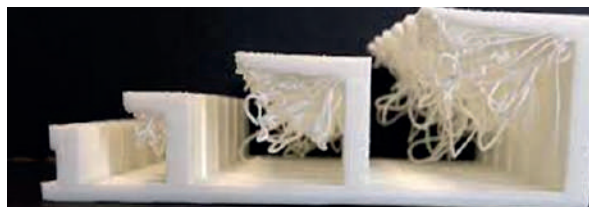
Quando a adesão da primeira camada não é suficiente, o empenamento é praticamente inevitável com polímeros como o ABS. Para evitar esse tipo de problema, verifique seus parâmetros de impressão de forma que a primeira camada tenha boa adesão. Reveja, ainda, as temperaturas escolhidas, uma vez que o empenamento é resultado de uma diferença de temperatura.

Uma outra sugestão é a utilização de uma impressora com cabine fechada, pois, neste caso, cria-se um ambiente com maior controle de temperatura. Nesse sentido, é importante, também, que a temperatura da sala utilizada seja controlada. Por fim, uma mesa aquecida é uma grande aliada para evitar o empenamento.

## II. Overhang

O efeito de *overhang* é observado sempre que uma nova camada de material é depositada e suportada parcialmente pela(s) camada(s) que a(s) antecede(m), assim como observado na **Figura IV.2.19**.

Uma das limitações da tecnologia FDM é a capacidade de imprimir peças com ângulos superiores a 60° graus de inclinação. É importante nos lembrarmos de que a força da gravidade não irá nos permitir criar longas pontes de material sem os devidos suportes. Aliás, essa é a solução para o problema: a colocação de suportes para partes anguladas.



**Figura IV.2.19** - Overhang.  
Fonte: 3DFila.

Você não precisa colocar os suportes no processo de modelagem. Os próprios *softwares* de fatiamento dos modelos 3D costumam disponibilizar funcionalidades de colocação dos suportes em partes estratégicas do seu modelo 3D.

## III. Sub-extrusão

A sub-extrusão ocorre quando muito pouco filamento é extrudado durante o processo de impressão. Isso pode acabar criando ranhuras em aberto ou lacunas, camadas ausentes ou camadas insuficientes ou até mesmo pequenos pontos ou buracos nas camadas. O acabamento e resistência mecânica das peças são comprometidas nesses casos, assim como podemos notar na **Figura IV.2.20**.



**Figura IV.2.20** - Sub-extrusão.  
Fonte: Prototipando (2020)

Para evitar esses tipos de problemas, você poderá:

- Aumentar o multiplicador de extrusão: neste caso, aumentamos a quantidade de material extrudado.
- Aumentar a temperatura de extrusão: se o material não estiver devidamente aquecido, poderá haver dificuldade na extrusão, pois o material acaba não tendo fluidez suficiente.
- Verificar o diâmetro do filamento utilizado: normalmente, as impressoras FDM com bicos de 0,4mm trabalham com filamentos de 1.75mm. Caso o filamento utilizado apresente deficiências em termos de tolerância dimensional, o tracionador não irá puxar uniformemente o material. Isso, conseqüentemente, ocasionará uma extrusão inconsistente.

## IV. Stringing

São os famosos fios soltos na impressão (**Figura IV.2.21**), que, muitas vezes, assemelham-se a teias de aranha.

A deposição desses pequenos e finos fios acontece durante o transporte do extrusor, quando este vai de um ponto a outro da peça. Durante esse transporte, o ideal é que não haja a extrusão voluntária ou involuntária de material. Para controlar esse problema, precisamos alterar a configuração de retração (*retract*) do filamento.



**Figura IV.2.21 - Stringing.**  
Fonte: Combtech

A retração consiste no movimento contrário do motor do tracionador de filamento, o que faz com que o filamento seja recolhido temporariamente. Com isso, durante o trajeto de transporte do extrusor, o filamento não é depositado, uma vez que foi recolhido.

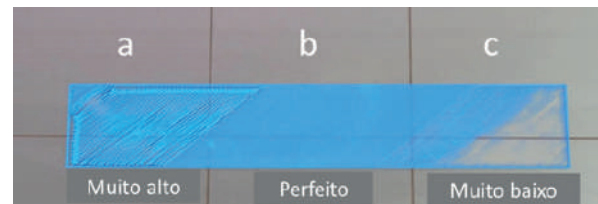
## 2.4. Dicas para o aumento na qualidade das peças impressas

Para obter peças impressas de qualidade, alguns cuidados devem ser tomados, conforme a seguir:

- **A primeira “camada perfeita”**

Até mesmo passagens bíblicas nos indicam que é considerado um homem sem juízo aquele que edifica a sua casa sobre a areia. Na impressão 3D esse princípio também é válido. A primeira camada de impressão é a base de todo o processo, uma vez que, caso esta camada não seja devidamente sólida e estável, as demais camadas depositadas sobre esta provavelmente serão prejudicadas.

Nesse sentido, é importante que, durante o processo de configuração da impressão, haja um cuidado especial com a primeira camada. Sendo assim, não abuse da velocidade na primeira camada. Deixe-a ser concebida lentamente. Também alinhe sua mesa de impressão para que esta primeira camada seja depositada rente à mesa, privilegiando a adesão do material à mesa.



**Figura IV.2.22 - Descrição.**  
Fonte: Adaptação de professor colaborador.

A **Figura IV.2.22** demonstra a adesão do material

em situações nas quais a extrusão do material está distante da mesa de impressão (a), com uma distância ideal de extrusão (b), e com uma distância de extrusão muito próxima da mesa de impressão (c).

Na primeira situação (a, “muito alto”), pode-se observar que as linhas de filamento depositado são distantes umas das outras. Na situação (b, “perfeito”), não há um distanciamento perceptível, o que indica que as linhas de impressão estão uniformes e ligadas. Já na situação (c, “muito baixo”), o filamento praticamente não é depositado, devido à distância do bico de extrusão. Nesse caso, o filamento tende a ser arrastado ao invés de ser depositado.

A velocidade de impressão e a temperatura do material depositado na primeira camada são fatores determinantes, pois ambos os parâmetros influenciam diretamente na adesão à mesa de impressão. Estes parâmetros costumam variar de material para material.

- **Configurações de impressão: Raft, Skirts, Brims**

Os fatiadores costumam disponibilizar mecanismos que evitam problemas de adesão, com a inserção de *Rafts*, *Skirts* e *Brim*s. A seguir, são descritas cada uma destas configurações de impressão:

**Raft:** Trata-se de uma camada sólida adicionada abaixo do modelo a ser impresso (**Figura IV.2.23**).





**Figura IV.2.23 - Raft.**  
Fonte: Iressoras3D.com (2018)

Toda a peça é impressa sobre essa camada mais densa. Nas configurações, você poderá especificar a quantidade de camadas que irá compor o *raft*, assim como o seu preenchimento. Os *rafts* ajudam a evitar o empenamento de peças quando se utiliza o ABS.

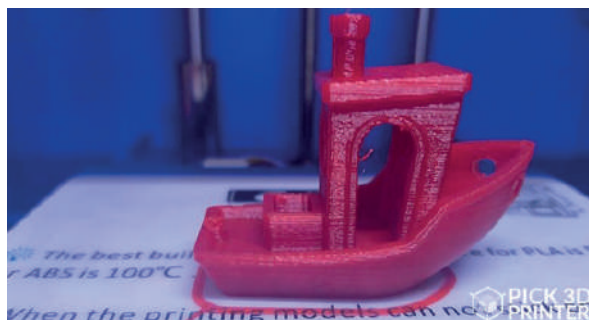
**Brim:** O *Brim* consiste na adição de bordas ao modelo impresso (Figura IV. 2.24). Tradicionalmente, o brim é impresso com vários anéis/contornos, para formar um grande anel ao redor da peça.



**Figura IV.2.24 - Brim.**  
Fonte: FabLab Facens (2019)

Essa técnica ajuda a segurar a peça na mesa de impressão, o que ajuda, ainda, a impedir o empenamento.

**Skirt:** O *skirt* consiste na criação de um contorno externo à peça impressa (Figura IV.2.25). Esse contorno costuma envolver toda a peça, mas, nunca a deve tocar, diferentemente da técnica de adição do brim. O nome *skirt* (saia) nos remete à criação de uma “saia” ao redor da peça, antes mesmo de imprimi-la. O *Skirt* tem como finalidade a regulação do fluxo de filamento. Além disso, possibilita a conferência visual do fluxo de material no conjunto extrusor. Se algum problema de fluxo for identificado, você já pode tomar medidas adequadas durante a impressão do *skirt*. Nesse sentido, é uma excelente maneira de saber se sua impressora está funcionando como deveria.



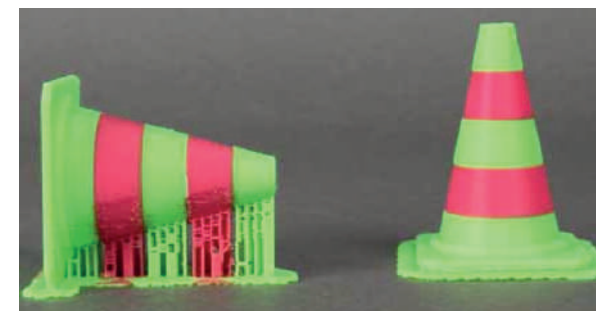
**Figura IV.2.25 - Skirt.**  
Fonte: Pick3dprinter.com.

Além dos parâmetros supracitados, podemos utilizar algumas soluções físicas para a adesão, como colas específicas para esse fim. Nesse caso, consulte o seu fabricante e solicite a

solução adequada. Durante o início da impressão, recomenda-se, ainda, que a construção da primeira camada seja observada de perto, para que os problemas supracitados sejam resolvidos imediatamente. Se a primeira camada não apresentar qualidade satisfatória, a sugestão é interromper o processo de impressão, para que o problema seja identificado e resolvido.

#### • Sentido de impressão

O sentido de posicionamento de uma peça na mesa de impressão pode influenciar na qualidade das peças, em sua resistência e na necessidade (ou não) de geração de suportes. A resistência das peças impressas na direção longitudinal é menor do que nas peças impressas na direção transversal, devido à direção das camadas de adesão, conforme observado na Figura IV.2.26. Sendo assim, sempre avalie as características físicas da peça que será impressa, para decidir o melhor sentido de impressão.



**Figura IV.2.26 – Exemplo de impressões em diferentes direções.**  
Fonte: Brasília Fab Lab (2017).

Deve-se considerar, ainda, que a qualidade das peças impressas varia de acordo com o seu sentido de impressão, uma vez que pode haver a necessidade de utilização de suportes. Nesses casos, podem ser observadas perdas de qualidade nas regiões que estão posicionadas sobre a área de suporte. Além disso, o gasto com suportes desnecessários e um tempo maior de impressão são outros fatores a serem considerados.

#### • Velocidade de impressão

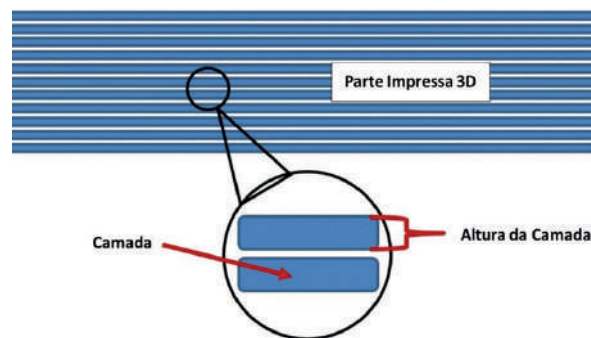
Na impressão 3D, a pressa é inimiga da perfeição. Por mais que a sua impressora 3D seja confiável e rápida, o abuso de velocidade não é recomendado. Vale sempre lembrar que as impressoras FDM dependem do processo de deposição de filamento em uma mesa de impressão. A deposição eficaz de plástico derretido não combina com altas velocidades.

Em síntese, se você espera qualidade e um acabamento mais primoroso em suas peças, não abuse da velocidade. Se o acabamento não é essencial, o volume de peças a serem impressas é grande e o cronograma está apertado, aí sim você pode considerar velocidades um pouco maiores. Contudo, para tudo há um limite. Consulte o seu fabricante e siga as suas instruções.

#### • Altura de camada

A altura da camada de impressão 3D é uma configuração simples que afeta a velocidade e os detalhes da impressão. A altura da camada

é exatamente o que parece (**Figura IV.2.27**): a altura exata de cada camada de plástico extrudado, curado ou sinterizado por uma impressora 3D. Essa configuração é ajustada por meio de um programa de segmentação e tem muito mais efeitos na impressão final do que se possa imaginar à primeira vista. Usada corretamente, esta configuração aumentará a velocidade, a resolução e a suavidade de sua impressão.



**Figura IV.2.27** – Altura de camada ao longo da impressão.  
Fonte: Adaptado de All3DP (2021)

Observe que a altura da camada da impressora 3D é normalmente medida em microns, com um micron sendo equivalente a 0,001 mm. Outra coisa importante ao brincar com a altura da camada em impressoras FDM: uma camada vertical mais curta resulta em uma linha horizontal mais espessa e uma camada vertical mais alta resulta em uma linha horizontal mais fina. Isso pode prejudicar a precisão no plano horizontal, especialmente em pequenas peças móveis, às vezes usadas por mecanismos de impressão no local.

Impressoras diferentes têm resoluções máximas diferentes para a altura da camada. A menor altura padrão é geralmente entre 50 e 100 microns (0,05 e 0,1 mm). Impressoras de baixo custo geralmente não têm tanta precisão, com a Ender 3 V2 tendo ótimos resultados com uma altura de camada mínima de 0,1 mm, mas mesmo a *Prusa Research* aconselha não ir mais baixo.

Portanto, deve-se considerar a altura mínima da camada ao comprar uma impressora 3D. Impressoras baseadas em resina e *laser* normalmente têm um mínimo muito menor em comparação com as impressoras FDM, que é o que explica as impressões incrivelmente detalhadas que normalmente criam.

**Mais informações sobre este tema podem ser obtidas no website (disponível em língua inglesa).**

<https://all3dp.com/2/3d-printer-layer-height-how-much-does-it-matter/>

#### • Temperatura

Em impressoras do tipo FDM, deve-se observar a recomendação do fabricante produtor do filamento. Deve-se levar em consideração que a qualidade da impressão depende da correta configuração da temperatura da mesa e das camadas a serem impressas. A temperatura ideal pode variar de acordo com o material (PETG, ABS, PLA e etc.), fabricante e até mesmo a cor do filamento de um mesmo fabricante.



- **Uso de suportes**

Não é demais lembrar que, de acordo com o modelo 3D a ser impresso, pode vir a ser necessária a adição de suportes para correta impressão. Geralmente, peças com ângulo de inclinação maior que 45° tendem a precisar de suporte ou no caso de peças com partes em balanço.

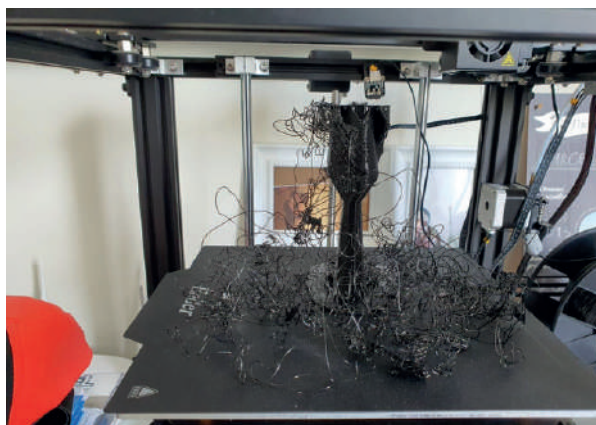


Figura IV.2.28 - Falta de impressão do suporte.

Assim, deve-se analisar se é necessário a adição de suportes, caso necessário, adicioná-lo no software fatiador antes de iniciar o processo de impressão, pois a falta do suporte pode acarretar horas perdidas de impressão.

- **Impressão de peças maiores do que a área de impressão**

Uma impressora 3D pode ser utilizada para imprimir peças com diferentes tamanhos. As impressoras 3D mais tradicionais no mercado costumam ser montadas com mesas pequenas, cuja área de impressão tem medidas aproximadas de 20 cm (largura) x 20 cm (profundidade) x 20 cm (altura). Apesar destas dimensões serem as mais tradicionais, diversos outros modelos com áreas maiores podem ser encontrados.



Figura IV.2.29 - Peça impressa maior que a área de impressão.

Fonte: Acervo Prof. Evandro Falleiros IFMS

**Mais informações sobre este tema podem ser obtidas no website**

<https://www.printit3d.com.br/post/erros-e-solu%C3%A7%C3%B5es-de-impress%C3%A3o-3d-guia-completo>

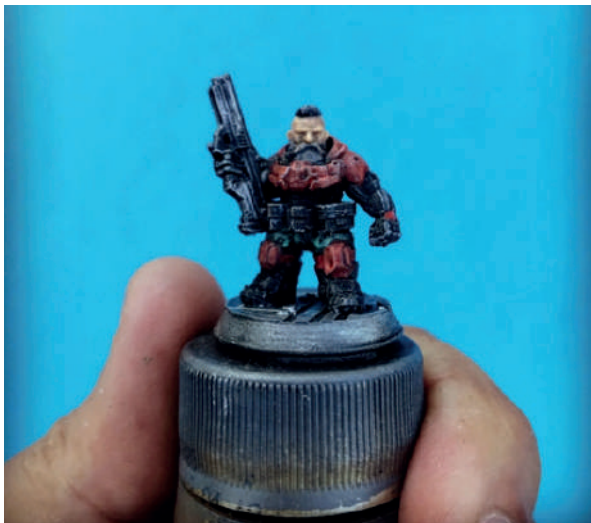
<https://3dlab.com.br/20-principais-erros-de-impressao/>

<https://3dfila.com.br/40-erros-mais-comuns-de-impressao-3d-que-voce-deve-evitar/>

Contudo, quando as dimensões supracitadas não atendem às necessidades de impressão, como nos casos de impressão de peças grandes, há a possibilidade de particionamento dos modelos com seus devidos encaixes. O particionamento dos modelos pode ser realizado em softwares de modelagem 3D. É importante que, no processo de particionamento e criação de emendas e junções, haja um cuidado maior com a tolerância dimensional dos encaixes.

### • Impressão de miniaturas e peças pequenas

O processo de impressão de peças pequenas apresenta particularidades e cuidados específicos, uma vez que, em impressoras FDM tradicionais, o bico da impressora (*nozzle*) costuma apresentar um furo de 0,4mm para a extrusão do filamento.



**Figura IV.2.30** - Miniatura impressa 3D.  
Fonte: Acervo do Prof. Evandro Falleiros IFMS.

Assim, deve-se atentar para o ajuste correto de altura de camadas, velocidade, fluxo de filamento, velocidade e temperatura de extrusão. Nesses casos, em geral, tente reduzir a altura de camadas. Recomenda-se que a velocidade de impressão seja reduzida. Atente-se, também, para o preenchimento completo da peça, pois, trata-se de uma peça com dimensões reduzidas.

### CUIDADOS COM A SEGURANÇA

- Antes de ligar a impressora, deve-se verificar se a tensão da rede elétrica é compatível com a impressora para não a queimar.
- Em impressoras do tipo FDM, a mesa de impressão, juntamente com o bico, atinge altas temperaturas. Deve-se evitar tocá-los para evitar queimaduras.
- Ainda em impressoras do tipo FDM, é comum a utilização de Spray fixador na mesa de impressão para melhor adesão da primeira camada. Deve-se ter cuidado, pois o Spray é um produto inflamável e não deve ser aplicado com a impressora em processo de impressão ou em partes que podem atingir altas temperaturas.
- De forma geral, é recomendado a utilização de óculos de proteção (em impressões com resina para proteção UV), máscaras (evitar inalação de vapores) e luvas de proteção.

### 2.5. CANETA 3D

As canetas 3D são ferramentas que permitem a criação de objetos tridimensionais de forma fácil e barata. Desta forma, as canetas 3D funcionam de maneira análoga às impressoras 3D. Contudo, todo o procedimento de deposição de plástico é realizado por quem opera a caneta. O material utilizado é, comumente, o PLA, devido à menor temperatura de fusão. Os mesmos cuidados mencionados para as impressoras 3D também são válidos para canetas 3D.



**Figura IV.2.31** - Caneta 3D.  
Fonte: Myriwell®.

A velocidade de deposição do plástico, por exemplo, influencia na qualidade do objeto modelado. Vale lembrar que, com uma caneta 3D, a modelagem, o fatiamento e a impressão passam a ser trabalhos manuais.

Por se tratar de caneta que aquece material plástico, lembre-se sempre dos cuidados básicos para prevenir queimaduras.

**Mais informações sobre este tema podem ser obtidas no website.**

<https://www.techtudo.com.br/listas/2018/05/o-que-saber-antes-de-comprar-uma-caneta-3d.ghtml>

## 2.6. Scanner 3D

Em diversas áreas de atuação como diagnósticos médicos, prospecção de solo, artes e todo tipo de indústria, a necessidade de transformar um objeto real em um objeto virtual tem se mostrado cada vez mais necessária.

Em linhas gerais, a tarefa de alterar ou copiar um objeto real para um arquivo 3D pode não ser uma atividade simples. Deve-se medir toda a geometria do objeto, utilizando para isso diversos equipamentos de medição como réguas, goniômetros e paquímetros. Posteriormente, o modelo 3D criado pode ser editado no computador, mas, dependendo da complexidade da peça e dos instrumentos de medição utilizados, esse trabalho pode ser muito desgastante e sujeito a erros de medição.

Para simplificar esta atividade, pode-se utilizar um equipamento denominado *Scanner 3D*, permitindo a conversão das formas geométricas de um objeto real em um arquivo 3D para posterior edição ou uma simples cópia em uma impressora 3D. Os *Scanners 3D* sem contato utilizam um tipo de luz para fazer suas medições enquanto o objeto é fixado em uma superfície plana. Esta superfície realiza movimentos giratórios efetuando a varredura de toda superfície da peça, convertendo-a em formato digital de forma rápida e simples.

O *Scanner 3D* presente no Laboratório Maker, modelo *EinScan-SE*, pode ser utilizado para escanear objetos e peças. Sua finalidade é gerar arquivos digitais de peças e criações artísticas, reprodução de peças por meio de engenharia reversa, arquivamento de forma digital de peças 3D, prototipagem de próteses e órteses, replicação de moldes e modelos, entre outros.

Seu uso é indicado para usuários não técnicos devido à sua relativa facilidade de operação, além de realizar automaticamente a calibração, contém dois modos de varredura: varredura 360° em 2 minutos e varredura fixa em 8 segundos. Por utilizar luz visível, seu uso não é perigoso aos olhos.

O processo de escaneamento é composto pelas seguintes etapas: conexão do equipamento ao computador, calibração, escaneamento, pós-processamento e exportação da peça digitalizada. O resultado do escaneamento resulta em um

objeto digital em extensão STL, compatível para ser utilizado por *softwares* de fatiamento 3D para ser reproduzido em impressoras 3D.

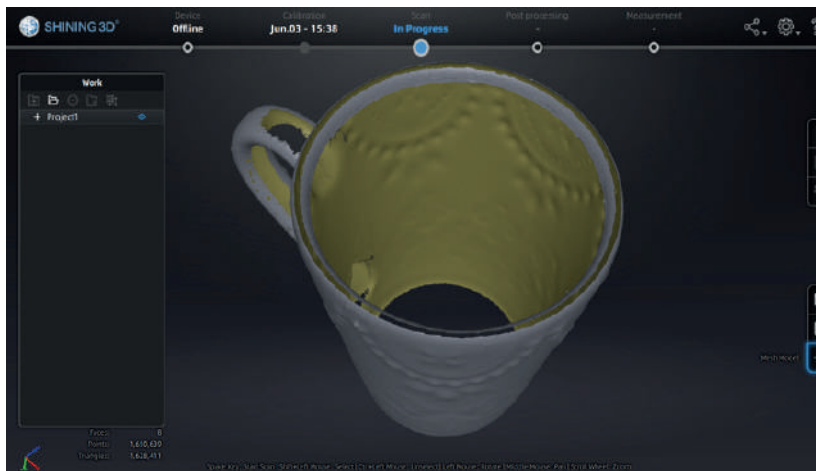


**Figura IV.2.32** - *Scanner 3D* EinScan-SE presente no IFMaker.  
Fonte: Acervo do professor Marcos Lavarda (IFPR).

Após realizar a conexão do equipamento no computador (**Figura IV.2.32**), realize a calibração seguindo os passos apresentados no software, rotacionando a placa específica de calibração a cada passo indicado.

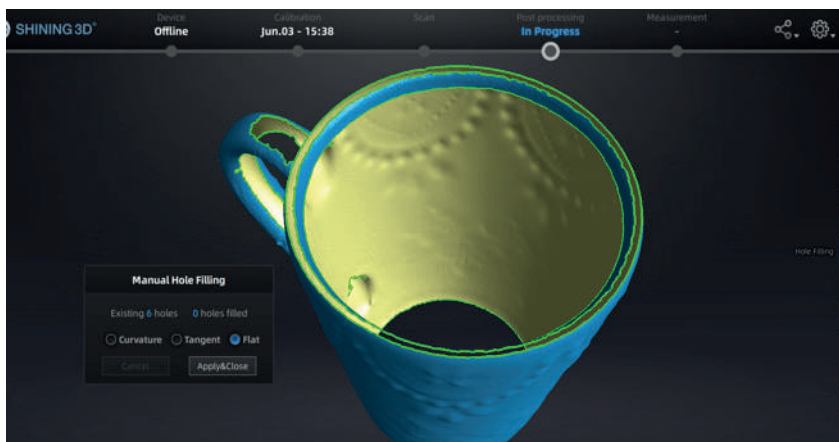
A etapa de escaneamento (**Figura IV.2.33**) pode ser realizada automaticamente, com o objeto sobre a base giratória, o equipamento rotaciona 360° e cria uma peça 3D digitalizada. Por meio da próxima etapa é possível corrigir qualquer imperfeição, como espaços não identificados, além de suavizar ou intensificar detalhes. Note que algumas áreas não são identificadas pelo escaneamento e deverão ser corrigidas na etapa de pós-processamento.





**Figura IV.2.33** - Detalhe do resultado do escaneamento 3D de uma peça exemplo.  
Fonte: Acervo do professor Marcos Lavarda (IFPR).

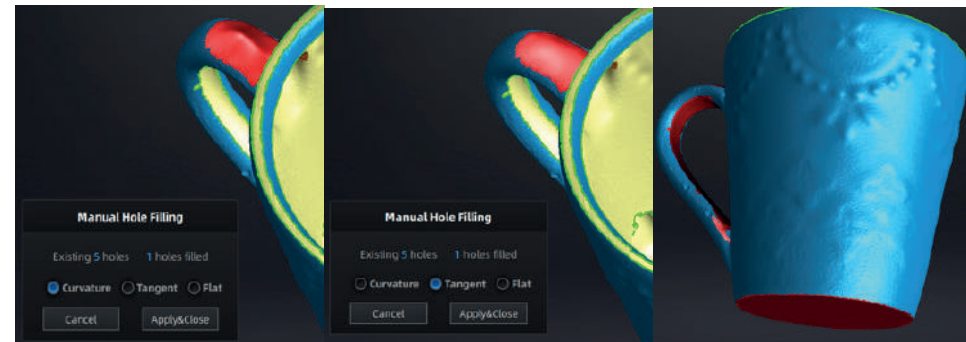
Para avançar à etapa de pós-processamento (**Figura IV.2.34**), clique no menu lateral direito “*Mesh Model*”. Por se tratar de uma peça vazada, o pós-processamento deverá ser realizado utilizando o menu “*Unwatertight Model*”.



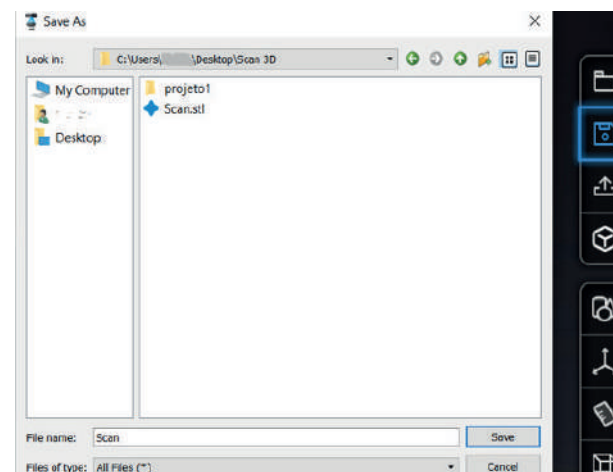
**Figura V.2.34** - Pós processamento da peça para correção e refinamento das faces do objeto.  
Fonte: Acervo do professor Marcos Lavarda (IFPR).

Para modelos sólidos fechados selecionar “*Watertight Model*”. Na etapa de pós-processamento, clique no menu lateral direito “*Hole Filling*” e “*Manual Hole Filling*” para preencher manualmente os espaços vazios da peça.

Para cada espaço identificado pelo programa, é apresentada uma marcação em verde. Antes de clicar em cada área a ser preenchida, escolha o método de preenchimento (curvatura, tangente ou plano), se necessário cancele o último preenchimento clicando em “*cancel*” e refaça a operação. Escolha o método adequado de acordo com o resultado desejado (**Figura IV.2.35**).



**Figura IV.2.35** - O método adequado de pós-processamento no resultado final da peça.  
Fonte: Acervo do professor Marcos Lavarda (IFPR).



**Figura IV.2.36** - Processo de exportação do arquivo 3D escaneado para impressora 3D.  
Fonte: Acervo do professor Marcos Lavarda (IFPR).

Por fim, basta salvar a peça escaneada clicando em “Save Your Scan” no menu lateral direito. Escolha o local desejado para salvar em seu computador e o modelo do arquivo que será utilizado pelo software de sua impressora 3D para impressão, geralmente na extensão .stl. Também é possível exportar em outras extensões (**Figura IV.2.36**), como .asc, .ply, .obj e .3mf, de acordo com sua necessidade.

Dessa forma, o *Scanner* 3D representa uma ferramenta poderosa para a implementação e o desenvolvimento de diversos projetos na área de prototipagem e desenvolvimento tecnológico devido à sua capacidade de digitalização 3D.

**Maiores detalhes do equipamento podem ser acompanhados diretamente no site oficial.**

<https://www.einscan.com/desktop-3d-scanners/einscan-se/>

**O manual completo do uso do EinScan-SE pode ser acessado no link:**

[https://www.einscan.com/support/download/manual/?scan\\_model=einscan-se&download\\_option=manual](https://www.einscan.com/support/download/manual/?scan_model=einscan-se&download_option=manual)

**O software EXScan do equipamento pode ser realizado a partir do link:**

[https://www.einscan.com/support/download/software/?scan\\_model=einscan-se](https://www.einscan.com/support/download/software/?scan_model=einscan-se)

### 3. MÁQUINAS CNC: FRESA, CORTE E GRAVAÇÃO A LASER

A arte da manufatura subtrativa, ou seja, a retirada de parte do material bruto até que seja obtido o objeto de desejo, acompanha a humanidade desde os seus primórdios. Das pedras “lascadas” para obtenção de ferramentas até as grandes esculturas de nomes como Michelangelo, a manufatura subtrativa desempenha importante papel ao longo do desenvolvimento da humanidade. Porém, graças a equipamentos como os descritos a seguir, a obtenção de determinados objetos a partir de alguns materiais como: madeira, plásticos e até mesmo mármore, pode ser realizada sem, necessariamente, utilizar martelos e cinzéis.

Esses equipamentos, assim como as impressoras 3D, não contemplam exatamente uma tecnologia nova, datando da década de 40 o uso industrial das primeiras fresadoras do tipo CNC. O termo CNC, controle numérico computadorizado (do inglês, *Computer Numerical Control*), refere-se ao fato dessas máquinas serem controladas por um código de números e letras, denominado “código G” (ou *Gcode*). Os comandos presentes no código G são interpretados como comandos a serem executados pelo equipamento.



**Figura IV.3.1a** – CNC instalada em Laboratório Maker.  
Fonte: Acervo de professor Marcos Lavarda (IFPR).

Máquinas do tipo CNC **Figura IV.3.1a**, ao contrário das impressoras 3D, são do tipo subtrativo, ou seja, o processo de fabricação de uma determinada peça tem como base a retirada do material, conforme descrito anteriormente. De forma geral, trata-se de equipamentos de grande porte e custo elevado, devido, principalmente, à robustez necessária para garantir corte e gravação de alta precisão. Máquinas desse tipo são amplamente utilizadas em diversos processos industriais, permitindo a usinagem de peças de alta complexidade, com elevada precisão e reprodutibilidade.

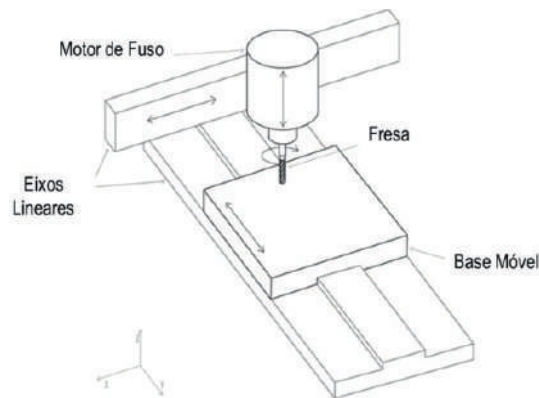
Máquinas desse tipo são, fundamentalmente, robôs com um eixo móvel no espaço tridimensional. Nesse eixo móvel são acopladas determinadas ferramentas responsáveis pela manufatura da matéria-prima. Podemos citar como possíveis



ferramentas que podem ser controladas por CNCs: fresadoras, canhões de *laser*, lâminas de corte, jatos d’água, jatos de plasma ionizado, dentre outras. Dessa forma, os potenciais usos desses equipamentos estão intimamente ligados à ferramenta de corte a ser utilizada, conforme descrição a seguir.

### 3.1. Fresadora CNC

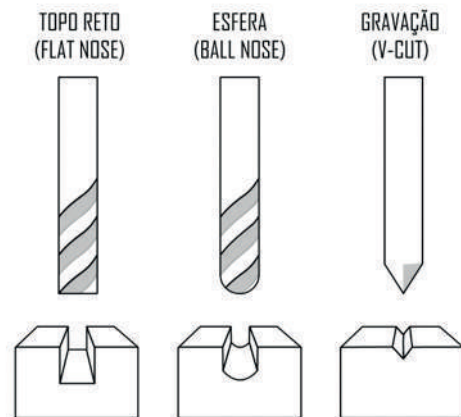
Fresadoras se baseiam no uso da rotação de uma fresa, ou broca, em movimento contínuo para retirada de material. Máquinas desse tipo podem se movimentar tridimensionalmente, nos eixos X, Y e Z, ou em mais eixos, considerando a possibilidade de rotação do material a ser usinado. De forma geral, o funcionamento de uma CNC de três eixos consiste em 3 eixos móveis que permitem movimentar a fresa em um espaço tridimensional, conforme pode ser observado na **Figura IV.3.1b**.



**Figura IV.3.1b** - Esquema de funcionamento de uma CNC tridimensional.

Fonte: Adaptado de acervo de professor colaborador.

Nesse caso, a base móvel, onde é fixado o material a ser usinado, se desloca em um eixo linear perpendicular ao do motor de fuso, responsável pela rotação da fresa, que também desloca-se verticalmente. Alguns modelos de fresadoras apresentam a base móvel fixa e o motor de fuso é movimentado nos três eixos. Outros possuem eixos de rotação em detrimento a base móvel, permitindo girar o material que está sendo usinado. É comum cada eixo de rotação ser considerado mais uma dimensão de trabalho da fresadora, sendo assim, existem fresadoras de quatro e até cinco eixos, compostas de três eixos lineares com um ou dois rotacionais, respectivamente.



**Figura IV.3.1c** - Tipos comuns de fresa para CNC.

Fonte: Adaptado de acervo de professor colaborador.

Fresadoras CNC podem ser aplicadas na manufatura de peças das mais diversas dimensões, sendo sua área de trabalho limitada de acordo com as dimensões do equipamento, e o diâmetro e o perfil

do corte dependente da fresa utilizada, conforme ilustrado na **Figura IV.3.1c**.

Fresas do tipo “topo reto” são das mais utilizadas para cortes bidimensionais em fresadoras CNC, principalmente por resultar em um corte reto e plano. Fresas do tipo esfera, por sua vez, já são utilizadas para cortes e acabamento em peças tridimensionais, permitindo um perfil de corte arredondado. Já as fresas de gravação, como o próprio nome sugere, são utilizadas para gravação de peças, tendo uma extremidade fina, que em contato com a matéria-prima, gera um corte suave.

É importante destacar que fresas são diferentes de brocas. Enquanto as primeiras são utilizadas para corte e gravação, as brocas são utilizadas para furar peças. Não raro, o uso de CNCs para furo preciso utilizando brocas. É de fato bem comum o uso de fresas e brocas para manufatura de uma mesma peça. Alguns modelos de fresadoras realizam a troca das fresas ou brocas automaticamente, além disso utilizam e controlam a velocidade de rotação, de acordo com a ferramenta utilizada.

- **Definição do material a ser utilizado e escolha da fresa adequada**

Dentre as potencialidades desse tipo de equipamento, destaca-se seu uso para corte de madeira, moles e duros, além de MDF e compensado, de diversas densidades, plásticos dos mais diversos, além de metais moles, como cobre e alumínio, e duros, como placas de ferro e aço. Na

**Tabela IV.3.1** são listados tipos de fresas comumente aplicadas para manufatura de alguns dos principais materiais utilizados em Laboratórios Maker.

**Tabela IV.3.1** - Tipos de fresa mais adequados para diferentes aplicações nos materiais mais utilizados em Laboratórios Maker.

Material	Tipo de Fresa	Aplicação
Madeira	Fresa de metal duro -1 ou 2 cortes	Corte
	Fresa de aço com lâminas de metal duro	Desbaste
MDF	Fresa de metal duro - 2 cortes	Corte
Alumínio	Fresa de metal duro (HRC55) com 2 ou 3 cortes	Corte
Ferro e aço	Fresa de metal duro (HRC55) - 2 ou 4 cortes	Corte
Chapa de inox e galvanizada	Fresa de metal duro (HRC55) - 2 cortes (AlTiN)	Corte
Plásticos e acrílico	Fresa de metal duro - 1 corte	Corte
EVA, espuma e borracha	Fresa de metal duro - 1 corte	Corte
Placas de circuito impresso	Fresa de metal duro – Flat (45°, 60 ou 90°)	Gravação

No entanto, é importante considerar que a escolha do material a ser utilizado na fresadora está intimamente ligada à fresa a ser empregada. Sendo assim, a escolha da fresa, ou broca, adequada, está intimamente ligada à espessura e dureza do material.

Além do tipo de fresa, a sua espessura deve ser considerada, fresas muito finas apresentam uma menor área de desbaste, porém, possuem resistência inferior à fresas mais espessas. Portanto, é fundamental, para um trabalho bem-sucedido, regular uma série de parâmetros que estão diretamente relacionados ao material utilizado, à fresa escolhida, e por fim, ao sucesso do processo como um todo.

- **Parâmetros importantes a serem considerados antes do uso de uma fresadora**

Antes de iniciar o uso de uma fresadora é fundamental avaliar alguns parâmetros e configurações. Em termos de instalação elétrica, fresadoras não apresentam um

consumo muitíssimo elevado de corrente, porém é sempre importante conferir nas informações do fabricante se a rede elétrica na qual o equipamento será instalado suporta o consumo. Vale ressaltar que a precisão desse equipamento depende, também, da estabilidade elétrica da rede.

Na instalação desse tipo de equipamento, deve-se considerar sempre o uso de mesas de alvenaria, já que fresadoras tendem a apresentar vibração devidamente niveladas. Ainda, considerando a instalação, é importante compreender que se trata de um equipamento de manufatura subtrativa, dessa forma parte do material será liberado no ambiente, gerando considerável nível de resíduos.

A depender do tipo de material utilizado, além de partículas sólidas, é comum a liberação de micropartículas e de gases tóxicos. Principalmente, na manufatura de plásticos derivados de petróleo, como acrílico e PVC, é importante considerar o uso de um ambiente arejado e evitar a exposição contínua aos gases liberados. Após a instalação do equipamento é importante avaliar o nivelamento da área de trabalho. Alguns equipamentos apresentam nivelamento automático, outros carecem de nivelamento manual. No caso dos equipamentos que possuem nivelamento automático, o equipamento realiza a medida do nível do eixo z (eixo vertical) em vários pontos da área de trabalho e via software realiza um mapeamento da área, corrigindo possíveis alterações no nível da mesa, de forma automática.

Manualmente, uma forma relativamente simples de nivelar a área de trabalho é utilizar um material de sacrifício, como uma chapa de MDF, do tamanho da área útil do equipamento e com uma fresa de desbaste “varrer” toda essa área, eliminando o material da área mais elevada.

Uma vez a área de trabalho devidamente nivelada, o material ao qual se deseja trabalhar deve ser fixado na mesa. É importante que esse seja fixado de forma uniforme, chapas muito grandes tendem a se mostrar disformes não ficando exatamente niveladas em toda a sua área. Em fresadoras mais robustas existem sistemas de fixação a vácuo, mas em equipamentos mais simples é comum o uso de pinças ou parafusos para esse fim.

Como visto no tópico anterior, a escolha da fresa está intimamente ligada ao material que será trabalhado. O sucesso nesse processo de manufatura está ligado também à velocidade de rotação da fresa. Rotações muito elevadas resultam no aquecimento das fresas, o que reduz sua vida útil e resulta em quebra. Por outro lado, rotações baixas resultam no aquecimento do material a ser usinado, o que pode ser muito perigoso. Por essa razão, antes de iniciar o processo de uso da fresadora, cabe conferir se a velocidade de rotação da fresa é adequada para o material e para a fresa escolhida.

Além da velocidade de rotação, cabe considerar também a velocidade de movimentação da fresa ao longo do processo, velocidades elevadas resultam em um menor tempo de manufatura, mas podem resultar em cortes imprecisos e em uma espessura de corte inferior à desejada. Velocidades baixas, por outro lado, resultam em cortes com dimensões maiores do que as desejadas e em processos mais demorados e dispendiosos. Esse é mais um parâmetro que carece de uma configuração adequada de acordo com o material e a fresa a ser utilizada.

Além dos parâmetros descritos acima, velocidade de rotação e de deslocamento da fresa, outros parâmetros, como a velocidade e profundidade de furos, podem ser configurados via software. Em alguns desses já existem perfis de fresas previamente configurados, facilitando a escolha desses parâmetros. Porém, é sempre importante

avaliar o desempenho desses parâmetros no equipamento em questão, buscando um perfil de trabalho ideal para o conjunto: equipamento, fresa e material. Dessa forma, sempre que o material ou a fresa for modificado esses parâmetros devem ser revistos.

#### • Aplicações de fresadoras CNC

Fresadoras são comumente aplicadas em operações nas quais a manufatura subtrativa é mais adequada do que a manufatura aditiva, como a elaboração de cortes e furos em chapas, gravação e criação de moldes em baixo relevo. Esse tipo de equipamento permite o trabalho com uma ampla gama de materiais, como plásticos, madeiras e metais, resultando em peças com dimensões precisas, além de considerável resistência mecânica.

Dentre as potencialidades das fresadoras, destacam-se:

- Manufatura de peças mecânicas de metais moles, como o alumínio.
- Moldes para aplicações artísticas, alimentícias e industriais, de forma geral.
- Peças de madeira, resultantes da montagem de partes cortadas e/ou gravadas.
- Circuitos impressos, para prototipagem eletrônica.

- Prototipagem de produtos, em geral.
- Cortes de peças para robôs, impressoras 3D, CNCs e outros dispositivos robóticos.
- Criação de peças ornamentais e artísticas.

### 3.2. Cortadoras a Laser

Juntamente com as impressoras 3D, cortadoras a laser são dos equipamentos mais populares e comumente presentes em Laboratórios Maker. Cortadoras a laser, como o próprio nome sugere, são equipamentos CNC que possuem como elemento de corte um laser de considerável potência.

O termo laser é uma sigla inglesa para *light amplification by stimulated emission of radiation*, que podemos traduzir como amplificação de luz por emissão de radiação estimulada. Tecnicamente, um laser produz radiação eletromagnética monocromática, coerente e colimada. Em outras palavras, um laser emite uma radiação luminosa ordenada, de alta intensidade e focalizada.

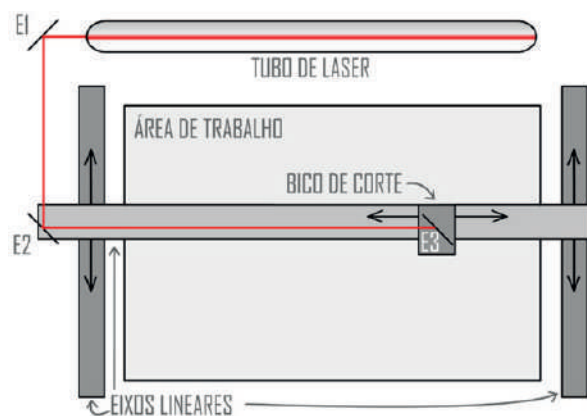
Dessa forma, um laser pode emitir uma grande quantidade de energia em uma pequena área e, assim, pode ser utilizado para derreter, queimar e até mesmo vaporizar determinados materiais. Por essa razão, cortadoras a laser são utilizadas em uma vasta gama de materiais, que podem ser cortados, marcados ou gravados com elevada precisão.

### • Máquinas de corte a *laser*

Existem diversas máquinas de corte a *laser* no mercado, diferenciando-se, principalmente, pela área de trabalho, potência e tipo do *laser*, suas lentes e os materiais os quais podem trabalhar. Por outro lado, todos esses equipamentos têm consigo características comuns, como elevada precisão de corte, grande número de materiais que podem ser manufaturados e considerável velocidade, quando comparadas a fresadoras ou impressoras 3D, por exemplo.

Em termos instrumentais, uma máquina de corte a *laser* se assemelha a uma CNC de base fixa. O sistema consiste em uma plataforma com dois eixos móveis que deslocam um cabeçote no qual está contida a lente de focalização. Diferente das fresadoras, as cortadoras a *laser* possuem o elemento de corte, nesse caso o *laser* em um ponto fixo, e o *laser* é deslocado até o cabeçote a partir de três espelhos, ilustrados como E1, E2 e E3 na **Figura IV.3.2**.

O funcionamento consiste na emissão do *laser* em um tubo e, então, é deslocado até o espelho 1, onde é direcionado até o espelho 2, e em seguida ao espelho 3, esse presente no cabeçote onde é fixado o bico de corte. Durante todo esse deslocamento o *laser* é desfocado, por questões de segurança, sendo o focalizado apenas no bico de corte, de modo a concentrar a radiação em um único ponto.



**Figura IV.3.2** - Esquema de funcionamento de uma cortadora a *laser*.

Fonte: Acervo de professor colaborador.

É comum, quando tratamos de cortadoras a *laser*, o uso de um *laser* obtido a partir da excitação de um gás, geralmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). De forma geral, a potência do *laser* presente em cortadoras varia entre 40W e 120W, com valores entre 60W e 80W, sendo os mais utilizados por se apresentarem adequados para cortar os materiais mais manufaturados nesse tipo de equipamento. Vale ressaltar que, além do *laser*, cortadoras desse tipo possuem todo um sistema óptico fundamental para direcionar e focar o *laser*. Em alguns modelos é comum o uso de um jato de gás para resfriar a área cortada e limpeza da superfície de corte.

Além do sistema mecânico para movimentação do bico de corte e do conjunto óptico, cortadoras a *laser* apresentam também um componente responsável pelo resfriamento do tubo do *laser*, denominado

*chiller*. Em equipamentos desse tipo é comum o uso de *chiller* para resfriar um determinado volume de água, que será bombeada para resfriar o tubo. É importante ressaltar que a água utilizada para resfriar o *chiller* deve ser livre de sais, como água desmineralizada ou água deionizada (que pode ser adquirida em lojas de produtos para aquários ou mecânicas, ou obtidas em laboratórios de química).

Diferente das fresadoras CNC, o corte a *laser* é aplicável apenas em superfícies bidimensionais, como chapas e folhas planas. Por outro lado, considerando a precisão desses dispositivos, é comum o seu uso para obter objetos tridimensionais, montados a partir de uma série de peças encaixadas.

### • Operações realizadas por uma cortadora a *laser*

Existem três operações básicas que podem ser realizadas em uma cortadora a *laser*:

- **Corte:** principal operação realizada nesse tipo de equipamento. Consiste em utilizar o *laser* para penetrar através de todo o material, de forma a gerar um corte ao longo de todo o percurso.
- **Marcação:** diferente do corte, o *laser* não transpõe toda a extensão do material. Apenas uma marca visível e relativamente profunda é realizada na superfície do material.

- **Gravação:** consiste em queimar superficialmente o material, linha a linha, de modo a reproduzir uma imagem ou forma.

Em termos de *hardware*, esses modos são obtidos a partir do controle da velocidade de deslocamento do *laser* e da potência aplicada. Vale ressaltar que é importante separar as diferentes operações dentro do arquivo que será utilizado no *software* da cortadora a *laser*, esse processo é descrito detalhadamente na seção que trata do processo de criação do modelo de corte.

#### • Definição do material a ser utilizado

Dentre os materiais, a eficiência do corte está intimamente ligada a potência do laser, considerando nessa descrição *laser* entre 60W e 80W, destacam-se como possíveis materiais: papéis, como papel cartão e papelão, isopor, diversos tipos de plástico, inclusive acrilatos, madeira, MDF, tecidos, dentre outros. Considerando apenas a possibilidade de gravação, materiais, como vidro e metais moles como o alumínio revestido ou anodizado, podem ter sua superfície gravada.

De forma geral, as placas desses materiais devem ter uma espessura máxima de 10 mm. Porém, a escolha do material e da espessura máxima de corte deve ser definida considerando a potência da cortadora, seguindo as informações do fabricante.

Considerando um laser de 80W, por exemplo, a espessura máxima recomendada para uma placa

de MDF é de 6 mm e no caso de acrílico pode-se trabalhar com chapas de até 10mm, porém a cor do acrílico influencia na escolha da potência e da velocidade do corte.

Na **tabela IV.3.2** são descritos parâmetros gerais para corte, marcação e gravação de alguns materiais comuns em Laboratórios Maker, considerando um *laser* de potência de 80W. **Antes de utilizar esses parâmetros é importante conferir as especificações do fabricante.**

**Tabela IV.3.2:** Parâmetros gerais para corte, marcação e gravação de alguns materiais, utilizando uma cortadora a laser com 80W de potência.

Material	Operação	Velocidade (mm/s)	Potência do Laser (%)		Válvula de Ar
			Mínima	Máxima	
MDF	Gravação	200	20	25	Ligada
MDF	Marcação	20	7	12	Ligada
MDF 3 mm	Corte	15	60	65	Ligada
MDF 6 mm	Corte	7	70	75	Ligada
Acrílico	Gravação	200	20	25	Ligada
Acrílico	Marcação	40	8	10	Ligada
Acrílico 2 mm	Corte	20	60	65	Ligada
Acrílico 3 mm	Corte	10	60	65	Ligada
Acrílico 4 mm	Corte	10	65	70	Ligada
Acrílico 6 mm	Corte	6	60	65	Ligada
Acrílico 10 mm	Corte	2	60	65	Desligada
Papel Craft	Gravação	200	7	10	Ligada

#### • Criação do modelo do corte

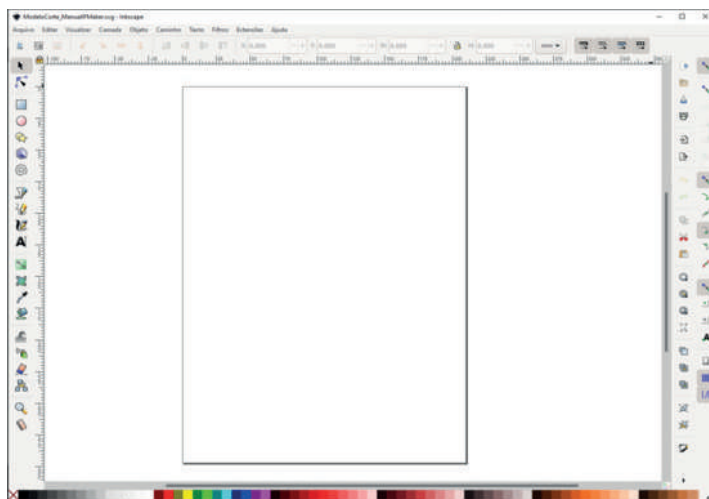
Uma vez escolhido o material, a próxima etapa é a criação do modelo de corte. Esse procedimento consiste em criar uma imagem vetorial para configurar os processos de corte, marcação e/ou gravação. É possível utilizar imagens do tipo *bitmap*, porém esse modelo se restringe apenas à gravação, não sendo possível realizar corte ou marcação.

Para ilustração vetorial, alguns programas pagos como o *Corel Draw*® e o *Adobe Illustrator*® são amplamente utilizados. O Corel, inclusive, possui integração com alguns modelos de CNCs e cortadoras a laser. Porém,



diversas alternativas gratuitas se mostram adequadas para ilustração vetorial com foco na obtenção de modelos de corte, dentre esses podemos destacar o *Inkscape*®, o *Gravit Designer*® e o *Xara Designer Pro X*®. Esses programas podem ser utilizados em diferentes plataformas, com exceção do *Xara*, disponível apenas para *Windows*®.

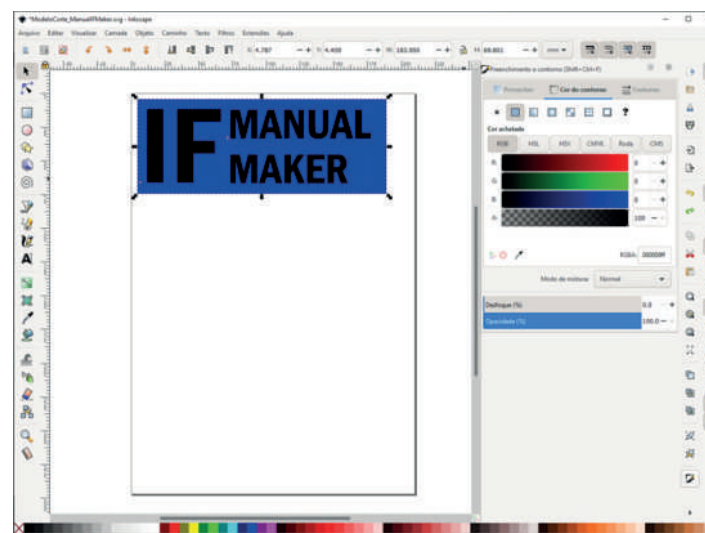
No caso do *Inkscape*, além de ser gratuito e disponível para *Windows*, *Linux* e *Mac OS X*, trata-se de um *software* de código aberto. Tem como formato padrão de imagens o SVG (do inglês *Scalable Vectorial Graphics*), ocupa pouco espaço de memória e é consideravelmente rápido, sem necessitar de muita capacidade de processamento. Além de trabalhar com o formato SVG, no *Inkscape* é possível exportar a ilustração em outros formatos vetoriais e bitmap, como DXF, PNG, TIFF, GIF, JPG, dentre outros.



**Figura IV.3.3** - Tela principal do *Inkscape*.  
Fonte: Acervo de professor colaborador.

Para ilustrar o funcionamento do *Inkscape*, será realizado o processo, passo a passo, desde o desenho até as configurações corretas de salvamento para a importação do arquivo no programa de interface da cortadora a laser. Conforme

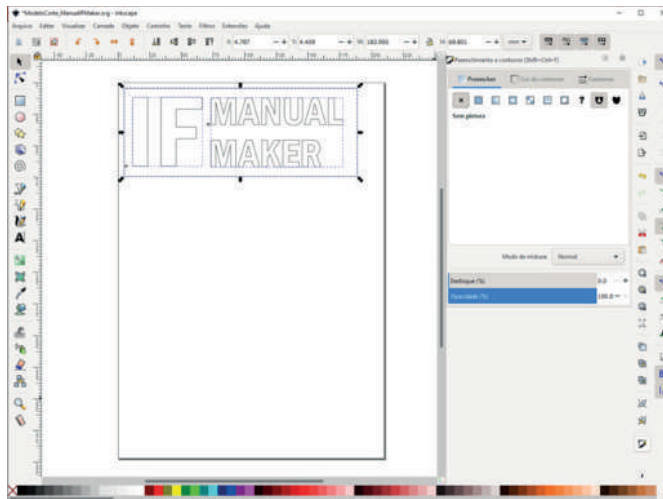
pode ser observado na **Figura IV.3.3**, ao abrir o *Inkscape*, tem-se uma página central com uma série de ferramentas dispostas na tela para permitir a criação da ilustração. Em seguida, em caráter ilustrativo, utilizando as ferramentas presentes à esquerda da tela, foi desenhado um retângulo contendo os termos Manual Maker, **Figura IV.3.4**.



**Figura IV.3.4** - Ilustração no *Inkscape*.  
Fonte: Acervo de professor colaborador.

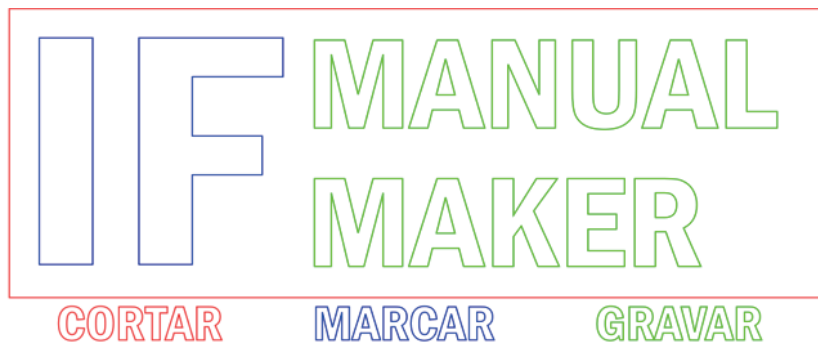
Uma vez realizada a ilustração, é importante retirar o preenchimento dos elementos da imagem, utilizando para tanto a ferramenta “Preenchimento e contorno”. Essa ferramenta pode ser ativada no menu “Objeto”, ou no atalho Shift + Ctrl + F.

A primeira parte do processo consiste em inserir um contorno, na aba “Cor do contorno” e a segunda consiste em eliminar o preenchimento, na aba “Preencher”. Conforme pode ser observado na **Figura IV.3.5**, como resultado desta etapa temos apenas o contorno dos objetos desenhados.



**Figura IV.3.5** - Ilustração no Inkscape apenas com os contornos.  
Fonte: O autor.

A etapa a seguir é uma das mais importantes quando se projeta um modelo de corte no formato vetorial, a escolha das cores dos contornos. As cores dos contornos serão utilizadas para diferenciar os processos de corte, marcação e gravação. Para tanto, são definidas três cores distintas para cada processo, nesse caso, definiu-se as cores conforme ilustrado na **Figura IV.3.6**.



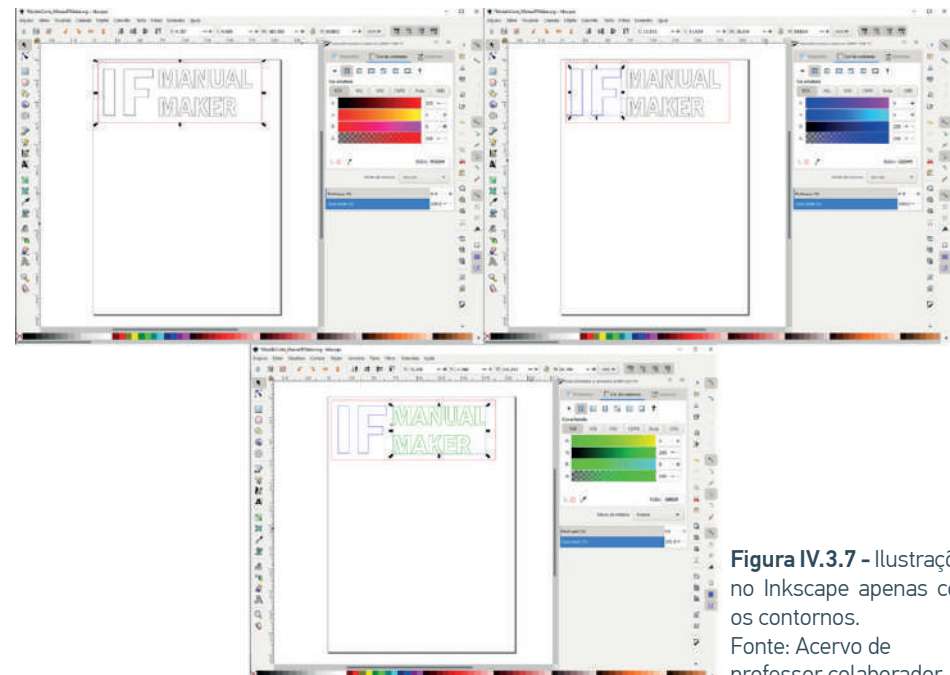
**Figura IV.3.6** - Relação das cores dos contornos e os procedimentos de corte, marcação e gravação. Fonte: Acervo de professor colaborador.

Os parâmetros de cor, considerando o sistema de cor RGB (ou RGBA), baseado nas cores vermelha (R, do inglês *red*), verde (G, do inglês *green*) e azul (B do inglês *blue*), além do canal de transparência (A, do inglês *alpha*), são resumidos na **Tabela IV.3.3**.

**Tabela IV.3.3:** Parâmetros de cor no sistema RGBA, para as cores vermelha, azul e verde, referentes às operações de corte, marcação e gravação.

Operação	Cor	R	G	B	A	RGBA
Corte	Vermelho	255	0	0	100	ff0000ff
Marcação	Azul	0	0	255	100	0000ffff
Gravação	Verde	0	255	2	100	00ff00ff

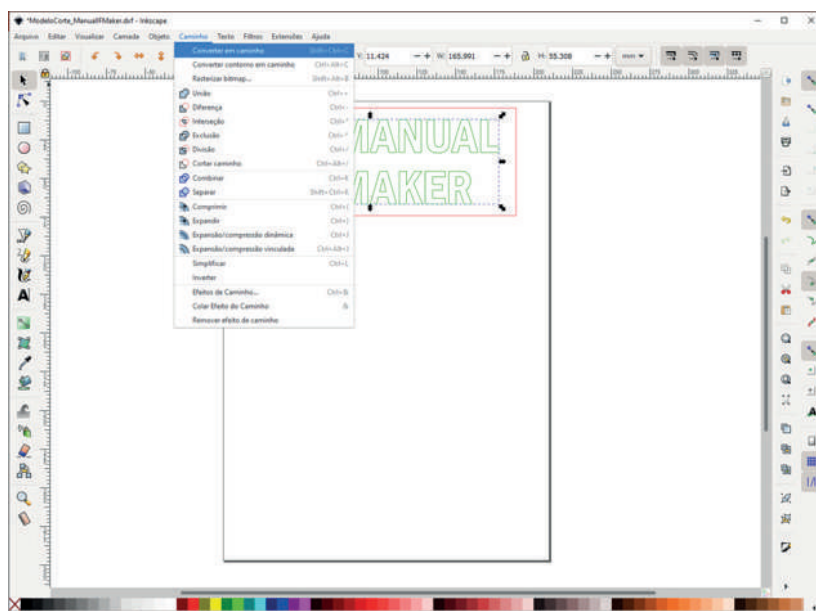
Para mudar as cores no Inkscape, basta selecionar o objeto, na janela de “Preenchimento e contorno” e na aba “Cor do contorno” atribuir a cor referente a cada processo, conforme apresentado na **Figura IV.3.7**.



**Figura IV.3.7** - Ilustrações no Inkscape apenas com os contornos.  
Fonte: Acervo de professor colaborador.

Uma vez concluído o desenho, definidas as cores do contorno de acordo com cada uma das operações a serem realizadas na cortadora, o formato do arquivo salvo pelo *Inkscape*, “.svg”, não é aceito pelo programa de interface com a CNC, para tanto, deve-se exportar em formatos como “.ai” ou “.dxf”. Considerando que o *Inkscape* não permite exportar no formato “.ai”, o desenho vetorial será exportado em formato “.dxf”.

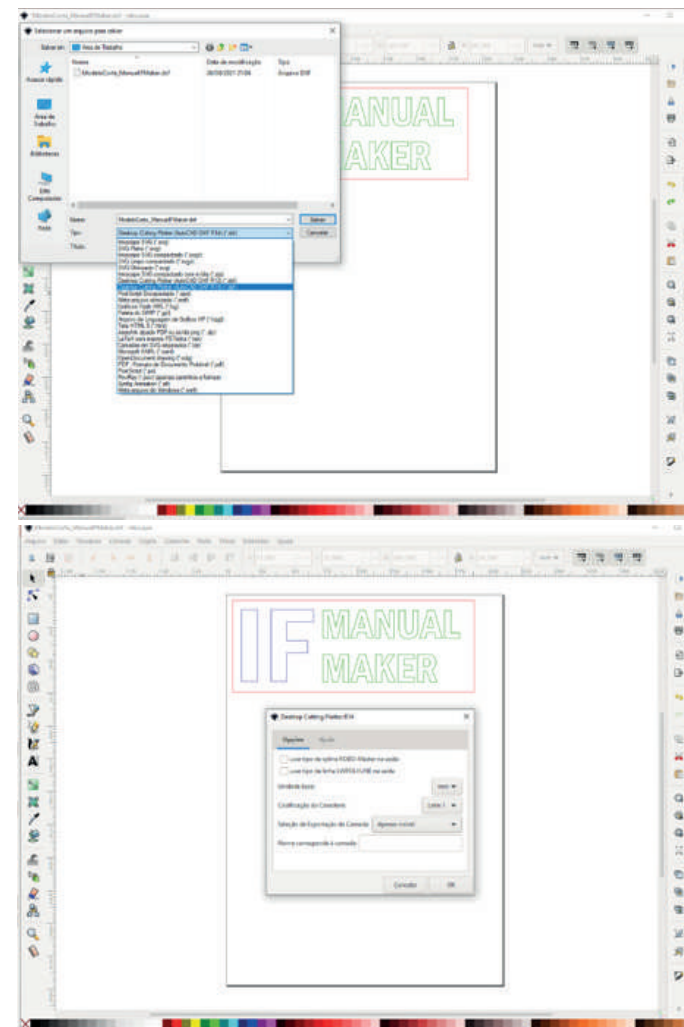
Porém, para que todos os vetores sejam exportados de forma correta, os arquivos de texto devem ser convertidos em caminho. Para tanto, uma vez selecionados os arquivos de texto, deve-se “Converter em caminho” no menu “Caminho”, ou pelo atalho Shift+Ctrl+C, conforme apresentado na **Figura IV.3.8**.



**Figura IV.3.8.** Ilustração do processo de conversão de texto em caminho no Inkscape.

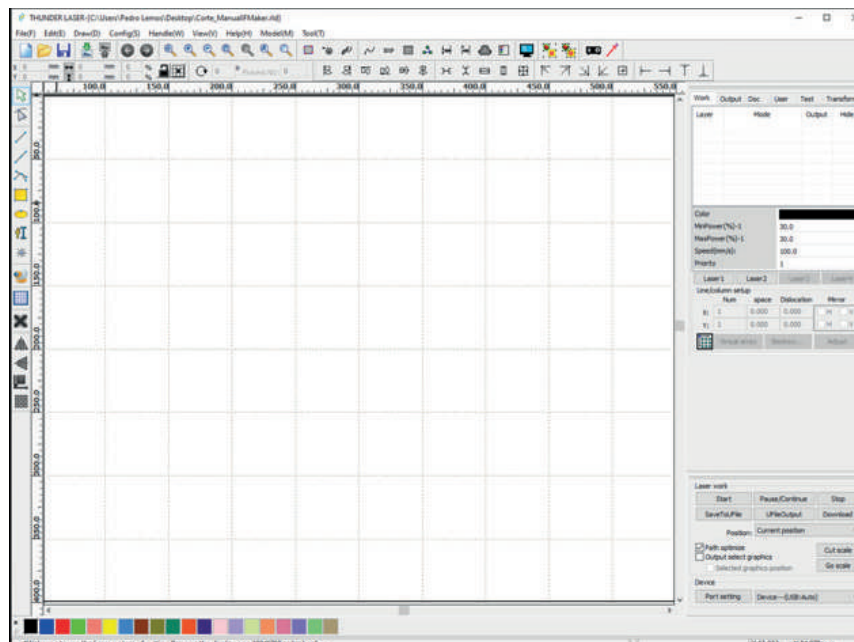
Por fim, deve-se salvar o arquivo, utilizando o atalho “Salvar como”, no menu “Arquivo”. O formato que deve ser escolhido é “Desktop Cutting Plotter (AutoCAD DXF R14) (\*.dxf)”. Ao salvar nesse formato, uma janela se abre com algumas

opções. Recomenda-se utilizar os parâmetros conforme ilustrados na **Figura IV.3.9**, principalmente a unidade base como sendo mm.



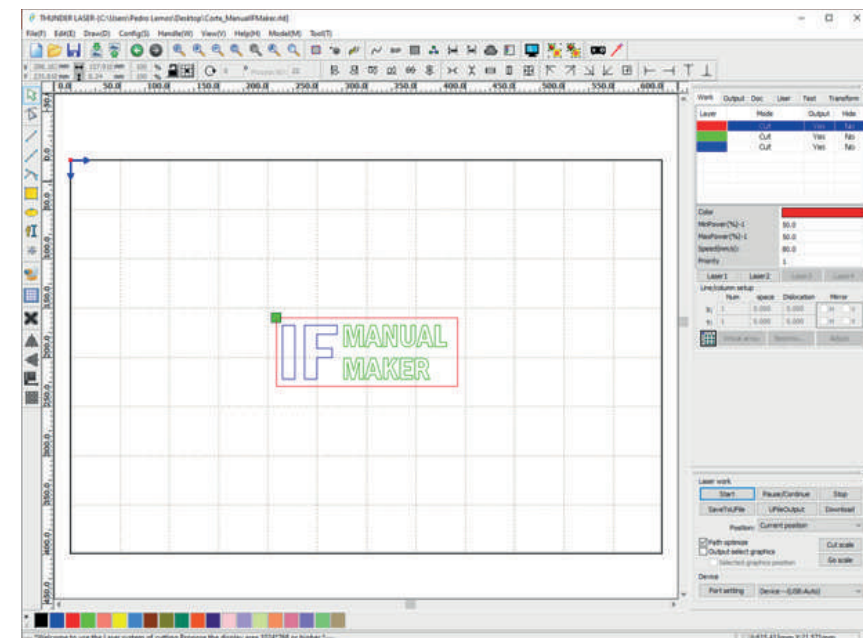
**Figura IV.3.9** - Ilustração das etapas de salvamento de arquivo “.dxf” no *Inkscape*.

Dessa forma o arquivo salvo, no formato “.dxf”, está pronto para ser enviado para o processo de corte. Para essa etapa o *software* escolhido foi o *RDWorks*® que permite converter o modelo vetorial em comandos para a cortadora, gerando o trajeto que a máquina deve percorrer, controle da potência máxima e mínima, além da velocidade de deslocamento. O *RDWorks* é uma alternativa gratuita e compatível com diversas máquinas desse tipo, porém está disponível apenas para a plataforma Windows. Trata-se de um *software* dedicado às cortadoras a *laser*, apresentando uma interface limpa e intuitiva, conforme ilustrado na **Figura IV.3.10**.



**Figura IV.3.10** - Tela principal do RDWorks.

O uso deste *software* consiste, inicialmente, em importar a imagem vetorial do modelo de corte, utilizando o comando “*Import*” no menu “*File*”.



**Figura IV.3.11** - Tela principal do RDWorks, destacando o reconhecimento das diferentes cores da imagem vetorial e a relação com os processos de corte.

O modelo de corte é então importado e posicionado no centro da área de trabalho. Automaticamente as cores definidas no vetor são reconhecidas como comandos pelo *RDWorks* conforme pode ser observado na aba “*Work*” na parte superior da tela, **Figura IV.3.11**.

Uma vez importado o modelo, deve-se conferir as dimensões, o posicionamento e se todos os componentes do modelo de corte foram importados corretamente. Em seguida, deve-se configurar os procedimentos para cada uma das cores. Inicialmente, para a cor vermelha, ao clicar duas vezes sobre a cor, abaixo do termo “*Layer*”, uma janela se abre com os parâmetros referentes ao processo relacionado à cor escolhida, conforme pode ser observado na **Figura IV.3.12**.



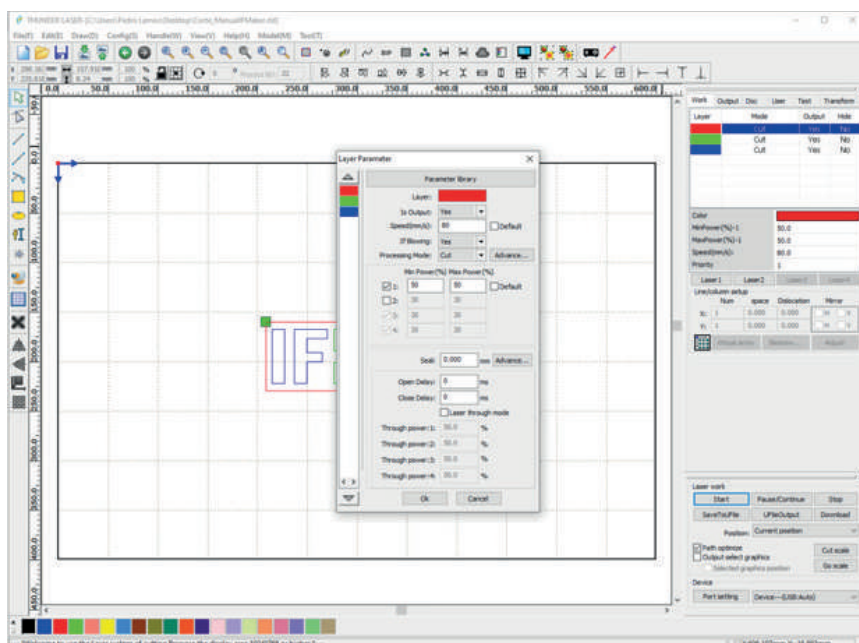


Figura IV.3.12 - Tela principal do RDWorks com a janela de configuração de camada, onde são definidos os parâmetros dos processos de corte, gravação ou marcação.

Nessa tela alguns parâmetros como velocidade, “*Speed(mm/s)*”, e potência mínima e máxima, “*Min Power(%)*” e “*Max Power(%)*”, respectivamente, podem ser definidos. Além desses, o processo em questão deve ser escolhido no menu “*Processing Mode*”, sendo o “*Cut*” correspondente ao processo de corte e o “*Scan*” ao de gravação. Clicando no botão “*Parameter library*”, pode-se importar os parâmetros a partir de algumas bibliotecas nativas do software ou configuradas anteriormente pelos usuários, conforme pode ser observado na Figura IV.3.13.

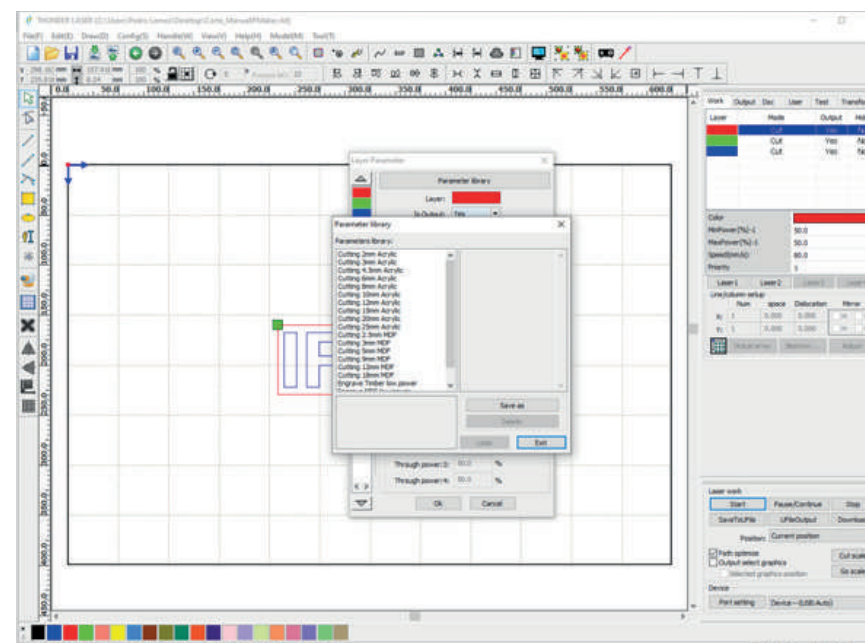


Figura IV.3.13 - Tela principal do RDWorks com a janela de biblioteca de parâmetros destacada.

Nesse exemplo, foram escolhidas configurações para corte, marcação e gravação, considerando uma placa de MDF de 3mm. Vale ressaltar que os parâmetros de corte, gravação e marcação devem ser definidos de acordo com as características de cada máquina.



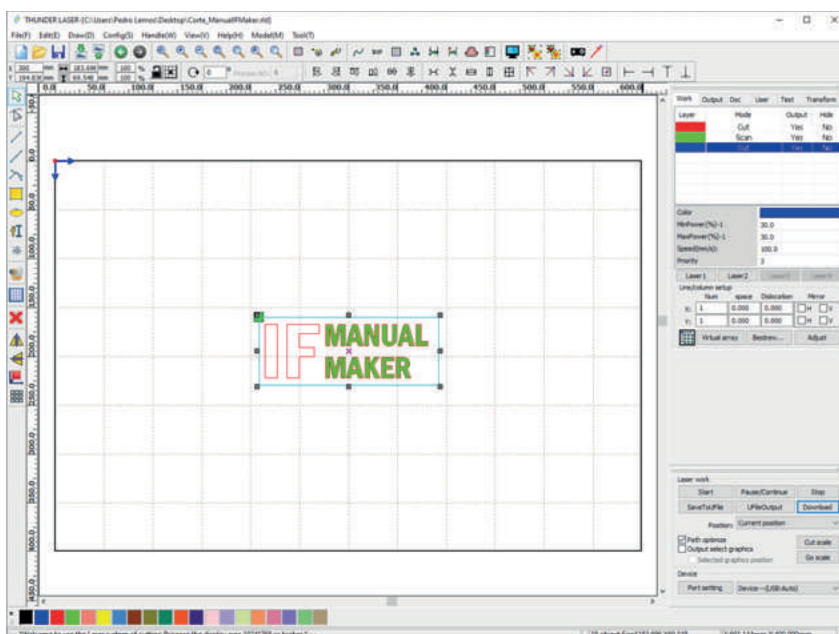


Figura IV.3.14 - Tela principal do RDWorks com todo o desenho selecionado, pronto para ser enviado para a máquina.

O ideal é ter como base os parâmetros recomendados pelos fabricantes, mas realizar testes em velocidades e potências com valores próximos aos recomendados, de modo a avaliar qual melhor configuração de corte para a sua máquina, em questão. Respeitando sempre os limites de potência recomendados pelo fabricante.

Uma vez definidos os parâmetros, o modelo pode ser enviado para o *software* da máquina e iniciar o procedimento de corte. Inicialmente, todo o modelo deve ser selecionado e a depender da forma que a máquina foi interfaceada, se via comunicação Serial, USB ou em Rede, deve-se utilizar o botão “download”, na parte inferior direita da tela, para gerar e enviar os comandos para a máquina realizar o corte/gravação.

## Parâmetros importantes a serem considerados antes do uso de uma cortadora a laser

De maneira análoga à fresadora, antes do uso de uma cortadora a *laser* é importante considerar alguns pontos. Em termos de instalação elétrica, é fundamental avaliar, no cálculo da corrente elétrica para o uso do equipamento, o valor da potência do laser e do equipamento, como um todo, conforme as informações fornecidas pelos fabricantes.

Nesse aspecto é válido, ainda, considerar a instalação do equipamento próximo ao ponto de aterramento. Vale ponderar também, durante o processo de instalação, que se trata de um equipamento de médio a grande porte, a depender da área de trabalho, que requer um espaço considerável para sua acomodação. Algumas máquinas possuem uma mesa própria e outras devem ser instaladas sobre uma mesa de alvenaria, não sendo recomendado o uso de mesas plásticas, de madeira ou metal.

Ainda no que tange à instalação, vale considerar um espaço entre as laterais do equipamento e as paredes do ambiente, permitindo a circulação de ar nas laterais e na parte traseira da cortadora. Vale ressaltar, desde já, que uma vez instalada, essa não deve ser movimentada, sob a possibilidade de perda de calibração e alinhamento dos eixos.

Em termos de espaço físico, além dos pontos destacados, é importante observar que o processo de corte a laser resulta, invariavelmente, na liberação de gases oriundos da queima das matérias-primas. A depender do material, a queima pode liberar dióxido de carbono e fuligem, ou alguns gases tóxicos. Em ambos os casos, a exposição contínua pode trazer danos à saúde dos usuários, por essa razão, recomenda-se a instalação da cortadora em um ambiente isolado do laboratório, arejado ou com um sistema de exaustão.

Vale ressaltar que algumas máquinas apresentam sistema próprio de exaustão, nesse caso é fundamental realizar a instalação correta de modo que todos os gases liberados sejam direcionados para fora do laboratório. Porém, mesmo

com o uso da exaustão, é recomendável não trabalhar com alguns materiais que liberam gases com elevada toxicidade, tais como acetatos e poliestireno.

## Procedimento de uso de uma cortadora a laser

### • Ligando a cortadora

Antes de utilizar a cortadora, essa deve ser ligada, iniciando pelo compressor, o *chiller* e o exaustor. A depender do modelo, ao ligar a máquina esses componentes são ligados automaticamente. Porém, alguns modelos requerem que seja aberto manualmente o jato de ar, ou possuem chaves diferentes para os componentes do equipamento e do tubo do *laser*. É recomendável aguardar algo em torno de 2 minutos antes de iniciar o corte, para garantir a estabilidade térmica do sistema.

### • Ajustando o foco do laser

Uma vez que todos os procedimentos acima foram seguidos é necessário regular a distância entre o bico de corte e o material que será cortado. Para tanto, após o material que será cortado ser inserido na mesa da cortadora e, em alguns casos, devidamente fixado (pode-se utilizar fitas adesivas, ganchos de fixação ou mesas com vácuo, a depender do modelo do equipamento), o bico de corte deve ser centralizado, e então, fazendo uso de um gabarito, deve ser realizada a regulagem da distância entre o bico e a superfície do material.

Geralmente, esse processo é realizado manualmente, rotacionando um parafuso na ponteira da cortadora, até que o bico de corte encoste na superfície de um gabarito disposto sobre o material que será cortado. Vale verificar, ainda, se o ar do compressor está sendo bombeado no bico de corte. Nesse momento, o bico deve ser movimentado até a extremidade da chapa na qual se pretende iniciar o corte e esse ponto deve ser definido como origem (*origin*) na interface do equipamento.

### • Iniciando o processo de corte

A próxima etapa consiste em abrir arquivo no *software* da cortadora, definir a ordem dos processos de gravação, marcação e corte, além dos parâmetros de velocidade e potência mínima e máxima do *laser*, de acordo com o material (**Figura IV.3.15**). Considerando que todas as etapas acima foram cumpridas, cabe ao usuário fechar a tampa da cortadora e ligar o *laser*, geralmente em um botão específico no equipamento. Só então deve ser iniciado o processo de corte no software de interface do equipamento.



Figura IV.3.15 - Painel de controle da Cortadora (temporária).

### • Cuidados durante o processo de corte

Durante o processo de corte é importante tomar alguns cuidados:

- Utilizar óculos de segurança durante todo o processo.
- Nunca trabalhar com a tampa da cortadora aberta, de modo a evitar risco de queimaduras pelo *laser* e a liberação dos gases do material que está sendo cortado.
- Monitorar o processo de corte durante todo o procedimento, ou seja, nunca deixar a máquina em uso sem supervisão. Em caso seja observado qualquer comportamento inesperado, pausar/parar o processo de corte e avaliar as causas desse comportamento.
- Verificar se o exaustor, o compressor e o *chiller* estão ligados e se a entrada de ar está aberta.
- Nunca utilizar materiais nos quais não se tenha conhecimento dos potenciais riscos de seu uso para corte a *laser*.
- Pequenas chamas podem surgir durante o corte, mas essas devem se apagar em frações de segundos. Em caso de chamas duradouras, pausar/parar o equipamento, mover o bico de corte para longe da chama e extinguir o fogo (caso seja possível e seguro).
- Avaliar se o exaustor e o compressor estão ligados, e se a temperatura e a velocidade estão adequadas para o material.
- A depender do projeto de corte, pequenas peças podem se desprender durante o processo e interferir no movimento do bico, nesse caso vale acompanhar todo o procedimento, avaliando as consequências do desprendimento, caso ocorram.
- No caso de peças cortadas apenas parcialmente, vale revisar os parâmetros de corte, principalmente a velocidade e o alinhamento do *laser*. Em hipótese alguma, deve-se aumentar a potência do *laser* acima do máximo recomendado para cada material.

#### • Após o processo de corte

Assim que o processo for encerrado, o bico de corte é deslocado para a origem e o equipamento emite um aviso sonoro. Porém, não é recomendável abrir a tampa do equipamento imediatamente. Aguarde alguns minutos até que o exaustor retire todos os gases liberados durante o processo e só então abra a tampa e retire todo o material presente na mesa.

#### • Desligando o equipamento

É importante, durante o processo de desligar a máquina, seguir uma ordem específica que geralmente é definida pelo fabricante. De forma geral, as etapas de desligamento consistem em: (I) desligar o *laser*; (II) desligar o compressor; (III) desligar o exaustor; e (IV) desligar a máquina.

### Limpeza e manutenção da cortadora

É recomendável, no primeiro e no último uso do dia, realizar a limpeza dos componentes da cortadora. Esse processo aumenta consideravelmente a vida útil do *laser* e do equipamento como um todo. Considerando que o equipamento se encontra desligado, deve-se limpar o bico de corte, os espelhos e a gaveta.

A limpeza do bico de corte e dos espelhos, geralmente, é realizada utilizando algodão embebido em álcool isopropílico. A limpeza da gaveta, por sua vez, consiste em retirar qualquer fuligem, detrito ou pedaço da matéria-prima que tenha caído na gaveta. Semanalmente deve ser realizada a lubrificação dos eixos lineares, que compõem os braços do *laser*, e a verificação do nível da água na *chiller*.

### Aplicações de cortadoras a laser

A elevada precisão dessa máquina resulta em itens funcionais e bem-acabados. Por se tratar de um equipamento versátil, com uma considerável gama de

materiais usináveis, as aplicações das cortadoras aplicam-se nas mais diversas áreas, destacando abaixo algumas aplicações comuns:

- Caixas, para as mais diversas finalidades, obtidas a partir de peças encaixáveis, personalizáveis.
- Peças mecânicas, como engrenagens, com elevada precisão de encaixe.
- Objetos tridimensionais, obtidos a partir do encaixe de várias peças bidimensionais.
- Corte em papel, para obtenção de cartões de visita e até mesmo esculturas em papel.
- Inscrições e gravações nos mais diversos materiais, incluindo vidro e determinados metais.
- Luminárias obtidas a partir do corte e gravação em acrílico.
- Artesanato, principalmente em MDF.

### 3.3. Máquina de Corte em Vinil

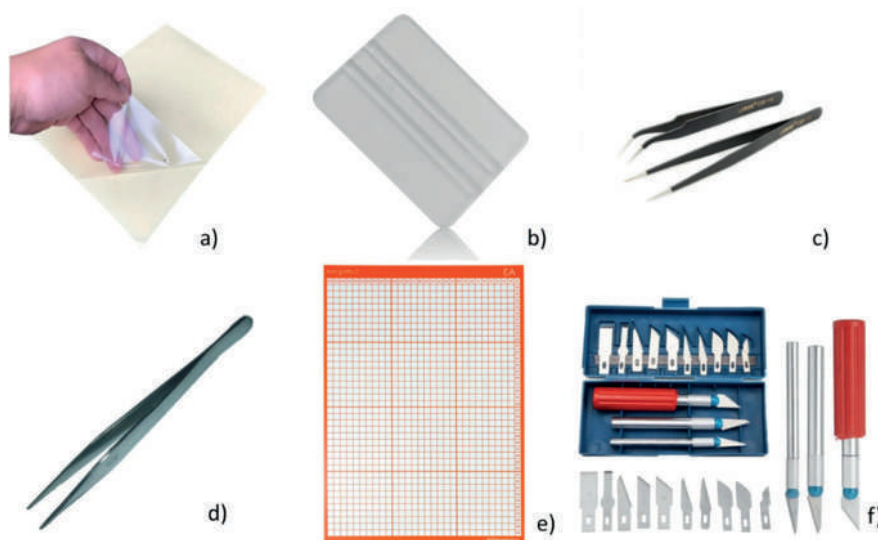
Com a Cultura Maker crescendo e motivando as pessoas a serem criativas, a tendência é termos mais pessoas empreendedoras querendo colocar seus produtos para a sociedade. Nada melhor que seu produto tenha uma boa apresentação, marca ou rótulo. Essa máquina é a opção mais simples e com melhor custo-benefício quando comparado ao uso de uma CNC *laser* para corte de materiais mais finos como: papel, tecido, couro, EVA e vinil. Seja para a fabricação de embalagens ou recorte de adesivos, essa máquina tem diversos tutoriais na internet. As aplicações são as seguintes:

- Criação de adesivos em vinil para protótipos.
- Recorte de tecidos para aplicação.
- Criação de embalagens personalizadas.
- Confecção de brindes e artigos decorativos.
- Adesivo autodestrutivo.

Diferente da *plotter* de impressão, não devemos confundir e pensar que essa é uma máquina de imprimir, pelo contrário, ela somente faz recorte e é conhecida como *plotter* de recorte. Entre os diversos tipos de máquinas no mercado brasileiro, elas se diferenciam pela sua capacidade, do tamanho de corte, força de corte e funções extras.

Itens de auxílio no trabalho de corte **Figura IV.3.16:**

- Máscara de Transferência para Vinil Adesivo.
- Espátula para Aplicação de Vinil.
- Pinça de Gancho.
- Pinça para Depilação de Vinil.
- Base para recorte.
- Estilete para depilação.



**Figura IV.3.16** - a) Máscara de Transferência para Vinil Adesivo, b) Espátula para Aplicação de Vinil, c) Pinça de Gancho, d) Pinça para Depilação de Vinil, e) Base para recorte, f) Estilete para depilação. Fonte: Acervo de professor colaborador.

### Software utilizados

As marcas mais conhecidas no mercado brasileiro, os softwares utilizados são: *Flex*, *Sign Master*, *Design Space*, *Silhouette Studio*, *Canvas Workspace*, *Artcut* e outros.



### CUIDADOS ESPECIAIS

Como qualquer outra máquina, não devemos colocar a mão no papel ou cabeçote de corte após o acionamento da máquina. Ao trocar a lâmina de corte, realizar a tarefa com cuidado sem deixar a lâmina cair ou machucar a ponta.

### PRÉ-REQUISITOS: PROCEDIMENTOS DE ATENÇÃO

- Preparar a arte em um *software* de desenho de vetores 2D ou baixar de sites modelos nos formatos PDF, Jpeg e outros, transferindo esse arquivo para o software da cortadora.
- Conhecimento do *software* que a cortadora trabalha, pois cada máquina indica um programa de preparação do corte, assim como será preciso realizar testes de pressão e lâmina antes de realizar qualquer tarefa.

## 4. FERRAMENTAS DE USINAGEM

As Ferramentas de Usinagem são extremamente úteis para o crescente setor industrial brasileiro. Elas possibilitam que diversas peças em materiais de alta performance, como aços inoxidáveis, sejam produtivas para sanar as necessidades do mercado atual.

Seja para cortes, perfurações ou chanfros, as Ferramentas de Usinagem podem ter diversas aplicações, mas muitas delas são incompatíveis, necessitando de ferramentas distintas em diversos aspectos. Definir as aplicações e as demandas para cada tipo de ferramenta é essencial para o pleno êxito para sua utilização eficaz.



Uma vez que as aplicações estejam definidas, é preciso escolher quais os melhores materiais para as Ferramentas de Usinagem, o que é um fator decisivo para que não se cometam erros e assim, aconteçam desvios básicos mais onerosos como desgastes excessivos, rupturas e reposições adiantadas.

Além disso, para a utilização em tornos quanto em quaisquer outros maquinários essenciais, as Ferramentas de Usinagem selecionadas devem ser do tipo e formato apropriados, impedindo que existam incompatibilidades, desalinhamentos e demais problemas associados às escolhas inadequadas.

#### 4.1. Furadeira/Parafusadeira

A Furadeira/Parafusadeira (**Figura IV.4.1**) é indicada para parafusar e perfurar alvenaria, madeira e plástico. Não é adequado para uso profissional e/ou industrial.



**Figura IV.4.1-** Furadeira / Parafusadeira a bateria.

#### EPIs para este tipo de ferramenta

Utilize os equipamentos de proteção adequados, como luvas, óculos de proteção, protetores auriculares e máscara de proteção respiratória. Importante ressaltar que as luvas para utilização na serra são do tipo vaqueta.



Veja na seção de Segurança do Trabalho, mais dicas e sugestões de referências para auxiliar na escolha do EPI adequado.

#### • Itens auxiliares: bateria e brocas

##### • Bateria

As funções de LED do carregador da Furadeira/Parafusadeira (**Figura IV. 4.2**) funcionam geralmente da seguinte forma:

- Função espera (*Standby*): o carregador está pronto para fazer o carregamento da bateria, insira a bateria no carregador.
- Função carregamento: a bateria está sendo carregada.
- Função carga completa: a bateria está completamente carregada.
- Função proteção por temperatura: o carregador geralmente é programado para carregar baterias somente entre 0-40°C. Isso aumenta a vida útil da ferramenta.
- Função bateria danificada: a bateria está com problemas na ligação interna.

Fase	Led Verde	Led Vermelho
Espera (standby):	Piscando	Desligado
Carregamento:	Desligado	Ligado
Carga completa:	Ligado	Desligado
Proteção por temperatura	Ligado	Ligado
Bateria danificada:	Ligado	Piscando

Figura IV.4.2 - Tabela de Funcionamento da Bateria

#### • Brocas para furar

Verifique sempre o seletor de sentido de rotação na posição central, evitando a partida involuntária da ferramenta. Insira a broca (**Figura IV.4.4**) adequada e também a broca para o tipo de material que deseja perfurar



Figura IV.4.4 - Tipos de broca encontradas.  
Fonte: Acervo de professor colaborador.



#### CUIDADOS ESPECIAIS

- Não deve ser utilizado se estiver cansado, sob influência de remédios, álcool ou drogas. Qualquer distração durante o uso poderá acarretar grave acidente pessoal.
- Este equipamento pode provocar interferências mecânicas e elétricas em equipamentos sensíveis que estejam próximos.
- Deve ser instalado e operado em locais com proteção contra umidade ou incidência de água e fora do alcance de pessoas não autorizadas, crianças ou animais.
- Sempre utilize equipamentos de proteção individuais (EPIs) adequados, como óculos, luvas, proteção para o cabelo, calçado fechado, etc.
- Quando em uso o equipamento possui componentes elétricos energizados, partes cortantes e em movimento.
- O equipamento possui um dispositivo, que quando removido da chave de partida, interrompe o funcionamento da máquina.
- Não utilize o equipamento descalço em locais molhados ou com umidade em excesso, ou toque em superfícies metálicas, tais como tubulações, motores, calhas, cercas, janelas, portas, portões metálicos, etc., pois isto aumenta o risco de choque elétrico.
- Antes de realizar limpeza ou manutenção, desconecte o equipamento da rede elétrica.



- Não realize emendas no cabo. Se necessário, solicite a troca do cabo de alimentação do equipamento através de uma assistência técnica necessária mais próxima de você (os custos com a troca do cabo de alimentação são de responsabilidade exclusiva do cliente).
- A tomada deve ser compatível ao plugue do equipamento. A fim de reduzir os riscos de choque, não altere as características do plugue e não utilize adaptadores. Se necessário, troque a tomada por um modelo adequado ao plugue.
- Não utilize seu equipamento elétrico em ambientes explosivos (gás, líquido ou poeira). O motor pode gerar faíscas e ocasionar explosão.
- Assegure-se de que o botão “liga/desliga” esteja na posição “desligado” antes de conectar o equipamento à rede elétrica.
- Nunca opere a furadeira sem a proteção de correia ou com a mesma aberta.
- Ao mudar de rotação (polia/correia) nunca solicite ajuda de outra pessoa, pois isto poderá causar acidente.
- Nunca utilize brocas de maior diâmetro que o especificado na Tabela de Características Técnicas, e respeite também o material a ser furado.
- Não efetue alteração no diâmetro da polia motora, pois a mesma já sai de fábrica adequada à rotação, conforme especificado na plaqueta de identificação.
- Nunca opere a furadeira com brocas em mau estado de conservação ou mau afiadas.

- Nunca posicione uma peça a ser furada sem antes se certificar de que a mesma esteja devidamente firme à mesa ou à base da furadeira. Para evitar acidentes, sempre fixe a peça adequadamente antes de iniciar o trabalho. Se necessário utilize grampos de fixação.
- Não limpe ou mexa na parte elétrica sem antes desconectar a furadeira da rede elétrica.
- Nunca efetue a limpeza do equipamento com solvente ou qualquer produto inflamável, utilize detergente neutro.
- O modelo do equipamento deve ser escolhido de acordo com o uso pretendido, não exceda a capacidade, se necessário, adquira um outro mais adequado para a sua aplicação, isso aumentará a eficiência e segurança na realização dos trabalhos.
- A fim de reduzir a probabilidade de acidente devido ao contato com partes girantes:
  - Não opere, em hipótese alguma, o produto enquanto os protetores das partes girantes não estiverem instalados.
  - Não utilize roupas compridas, correntes ou joias que possam entrar em contato com a parte móvel do produto durante uso. Se tiver o cabelo comprido, prenda o mesmo antes de iniciar o uso.
  - Remova qualquer ferramenta de ajuste antes de ligar seu equipamento. Uma chave ou ferramenta presa em partes giratórias pode causar lesões pessoais graves.

### PRÉ-REQUISITOS: PROCEDIMENTOS DE ATENÇÃO

- Sempre desconecte o plugue elétrico da rede antes de fazer uma inspeção ou limpeza da ferramenta.
- Nunca utilize água ou componentes químicos para limpar o equipamento. Use um pano seco para esse trabalho.
- As entradas e as saídas de ar devem ser limpas regularmente para evitar o bloqueio da passagem de ar para a ventilação do motor. Caso esse procedimento não seja tomado, o motor pode superaquecer, causando danos à ferramenta.
- Sempre verifique se a estrutura, o cordão elétrico ou o plugue não estão danificados ou com possíveis trincas que possam levar a um choque elétrico.
- Mantenha o ambiente de trabalho sempre limpo e arejado para evitar a entrada de poeiras e partículas de materiais no sistema de ventilação da ferramenta.
- Utilize os EPIs necessários.

## 4.2. Lixadeira

A Lixadeira é uma ferramenta utilizada para desbastes e acabamentos finos em diversas superfícies. Existem vários modelos disponíveis no mercado, cada um com suas diferentes características técnicas. Para escolher a Lixadeira correta para a sua necessidade é importante definir qual será a superfície a ser trabalhada e ainda qual será o seu objetivo: seu uso será apenas para desbastar ou para dar um acabamento delicado ao material?

A **Figura IV.4.5** apresenta dois tipos de lixadeira que podem ser utilizadas nos projetos do LabMaker:

- **EXCÊNTRICA:** lixadeira versátil capaz de polir materiais como madeira, plástico, metal, massa de aparelhar ou verniz, seja em superfícies planas ou abauladas (curvadas). Proporciona lixamento com diferentes tipos de acabamento de acordo com a granulação da lixa utilizada.
- **ORBITAL:** ideal para o acabamento em superfícies de aço e metal. São Lixadeiras leves e podem ser encontradas em dois formatos: retangular (também chamado de meia lixa) e quadrado (conhecido também como ¼ de folha).



**Figura IV.4.5** - a. Lixadeira Excêntrica b. Lixadeira Orbital.

Fonte: ConectaFG (2021)

Além disso, deve-se verificar na lixadeira para qual tipo de lixamento ela é apropriada, pois se for para lixamentos leves, não é indicado pressionar ou usar de muita força sobre o aparelho, isso pode danificar o motor e diminuir a vida útil.

### Mais informações sobre este tema podem ser obtidas no website

<http://conectafg.com.br/lixadeira-tipos-e-suas-funcoes/>

<https://www.wimpel.com.br/blog/as-diversas-vantagens-de-se-conhecer-uma-lixadeira>

<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/qual-a-diferenca-entre-esmerilhadeiras-lixadeiras-e-politrizes-entenda/19392>

<https://blog.tocaobra.com.br/tipos-de-lixadeira/>

### EPIs para este tipo de ferramenta

Utilize os equipamentos de proteção adequados, como luvas, óculos de proteção, protetores auriculares e máscara de proteção respiratória. Importante ressaltar que as luvas para utilização na serra são do tipo vaqueta.



Veja na seção de Segurança do Trabalho, mais dicas e sugestões de referências para auxiliar na escolha do EPI adequado.

### Itens de auxílio no trabalho de lixamento

Sempre verificar o tipo de lixa a ser utilizada, se será para desbaste, semi-acabamento, acabamento ou fino acabamento. Cada lixa recebe um determinado tamanho de grão que fará o trabalho desejado. Antes de encaixar a lixa na lixadeira, verificar também para que material ela serve, pois, a lixa para madeiras é diferente das utilizadas para lixar MDFs



Figura IV.4.6 - Tipos de lixa para lixadeiras (imagem internet).

### Pré-requisitos: procedimentos de atenção

- Sempre verifique se a lixadeira está desligada antes de fazer qualquer manuseio.
- Esvaziar o coletor de pó sempre que necessário para obter uma melhor eficiência do equipamento.
- Para melhor eficiência da sucção de pó, é aconselhável remover o saco de pó e acoplar a um aspirador de pó.



- O coletor somente funcionará se a lixa for perfurada.
- Evite utilizar a lixadeira por muito tempo em baixa velocidade de rotação.
- O resultado e eficiência do lixamento depende diretamente da folha de lixa utilizada, se a mesma estiver em bom estado o resultado será melhor.
- O coletor de pó retira do ambiente as partículas que podem ser prejudiciais à respiração. As partículas maiores usualmente não são aspiradas e podem causar um pouco de poeira no ambiente de trabalho.
- A eficiência da lixa é diminuída com o acúmulo de poeira. Mantenha a lixa sempre limpa. Sempre que possível utilize o acessório perfurador, dessa forma as partículas são sugadas e melhoram a vida útil da lixa.

### 4.3. Serra Tico-tico

É um tipo de ferramenta elétrica que utiliza pequenas lâminas de serra que, através de movimentos de vaivém, realiza cortes em materiais como madeira, MDF, compensados, plástico e metais **Figura IV.4.7**. É uma ferramenta versátil por fazer cortes retos, curvos, contendo detalhes ou não, sendo possível também fazer cortes inclinados.



**Figura IV.4.7** - Serra tico-tico DW300.

**Fonte:** <https://br.dewalt.global/produto/DW300B2>

#### • Características

O site do fabricante informa ainda as características técnicas da Serra tico-tico DW300: potência de 500w, velocidade de 0 a 3200 GPM (golpes por minuto), 7 velocidades, comprimento do golpe 20,6mm, capacidade máxima de corte de 130mm em madeira, máxima de 10mm de corte em ângulo de corte 0-45°, avanço pendular (orbital) com 4 posições de seleção, Led para iluminação e peso de 2Kg.

Para saber características gerais que podem ser aplicadas na aquisição de outros equipamentos semelhantes, verifique algumas das observações listadas a seguir:

**Potência:** similar às outras ferramentas elétricas também é verdadeira a relação potência x capacidade de desempenho: quanto maior a potência, maior a capacidade de desempenho da máquina. Serras até cerca de 600W são ideais para

iniciantes e para uso doméstico, maiores que 700W com ação orbital, não apenas alcançam maiores profundidades como maiores taxas de corte.

**Velocidade:** A velocidade de uma serra tico-tico é medida em rotações por minuto (RPM) ou golpes por minuto (GPM). A velocidade pode ser fixa ou variável. Para o uso eventual, uma serra de velocidade fixa vai atender. No entanto, ser capaz de controlar a velocidade da lâmina é importante por alguns motivos:

- Alguns materiais podem queimar se a lâmina do quebra-cabeça for muito rápida durante o corte.
- O corte de materiais como madeira é melhor se realizado na velocidade mais rápida possível para reduzir a vibração.

**Ação Orbital (ação pendular):** adiciona ao vai e vem da lâmina níveis crescentes de movimento elíptico (na direção frente e trás) a ela. Esse movimento cria um corte mais rápido e agressivo. Com o movimento elíptico, a serragem e os cavacos de material podem sair dos dentes com mais facilidade e cortar o material com mais rapidez. A desvantagem é experimentar mais ruptura, maior vibração e menos controle durante o corte. Para corte de metais e plástico deve-se manter a ação orbital desligada.

**Lâminas:** para trabalhar corretamente com sua serra tico-tico, você precisa da lâmina de serra

certa. Fatores devem ser levados em consideração para a seleção como o tipo de encaixe, composição e a geometria da lâmina.

#### • Tipos de encaixe (Figura IV.4.8)

- **Encaixe “T”:** mais atual, adotada pela maior parte das máquinas pois permite a troca mais fácil e rápida de lâminas.
- **Encaixe “U”:** para atender máquinas mais antigas, os fabricantes ainda disponibilizam esse modelo de encaixe.
- **Encaixe Unificado:** Unificado: composição dos dois anteriores com o propósito de permitir o uso em todos os modelos de serra.



Figura IV.4.8 - Encaixes “T”, “U” e Unificado, respectivamente.

Fonte: www.starrett.com

#### • Composição da lâmina

As lâminas de serra tico-tico são compostas de materiais capazes de resistir ao atrito com o elemento que está sendo cortado. Elas se enquadram em categorias que, na maior parte das vezes, vem impressa na lâmina. São ao todo

quatro categorias:

- **HCS (High Carbon Steel - Aço Carbono):** adequada para materiais plásticos macios e painéis de fibra de madeira.
- **HSS (High-Speed Steel - Aço Rápido):** recomendadas para trabalhos com materiais mais duros, como metal, cobre, alumínio e outros metais não-ferrosos.
- **BIM:** as lâminas de bi-metal (HSS nos dentes e HCS no corpo) adequadas para cortar material mais duro, possuem custo e durabilidade maior, têm o dobro do tempo de vida útil da HSS e dez vezes mais que as lâminas HCS.
- **TC (carboneto de tungstênio):** indicadas para trabalhar em gesso, painéis de cimento de fibra de vidro, plástico reforçado com fibra de vidro e aço inoxidável. Lâminas revestidas com grão de carboneto também podem fazer cortes mais limpos em materiais frágeis, como telhas e plástico reforçado com fibra de vidro.

#### • Geometria da lâmina

A forma e a disposição dos dentes da lâmina desempenham um papel significativo na forma como a lâmina corta. O passo ou espaçamento do dente é indicado em milímetros ou polegadas. Quanto mais macio for o material a ser processado, maior deve ser o espaço entre os dois dentes da

lâmina de serra. Um espaçamento insuficiente entre os dentes pode impedir a remoção dos cavacos (partículas/lascas de material removidos durante o processo de corte), fazendo com que os cortes sejam mais lentos ou até mesmo emperrados.

A largura da lâmina de serra influencia o corte. As lâminas mais grossas são melhores para cortes retos, enquanto as mais finas facilitam os cortes curvos, muito utilizadas para desenhos detalhados. A lâmina 119B0, mostrada na **Figura IV.4.9**, é própria para cortes de desenhos em madeiras macias. Olhando para a geometria dos dentes pode-se ver o tipo de corte e o que esperar da lâmina. As principais disposições são:

**Dentes Fresados:** são menos afiados, mais agressivos, resultando em um corte mais rápido, porém mais áspero, com tempo de vida útil maior. Podem estar dispostos lateralmente ou em ondas. Neste último, o corte é mais fino e limpo que o primeiro.

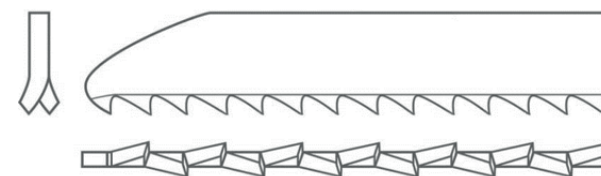


Figura IV.4.9 - Dentes fresados laterais.

Fonte: <https://www.kaury.com.br/>

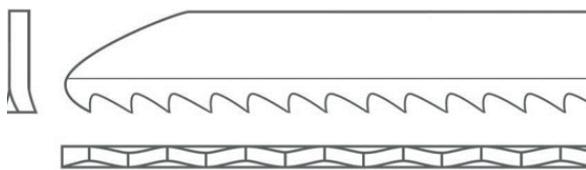


Figura IV.4.10 - Dentes fresados ondulados.

Fonte: <https://www.kaury.com.br/>

**Dentes base laterais:** Nesta disposição, os dentes são afiados seguindo os limites laterais permitindo cortes mais lisos em materiais macios

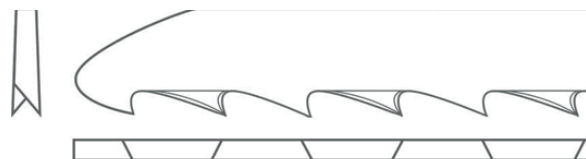


Figura IV.4.11 - Dentes base laterais (fonte:

<https://www.kaury.com.br/>).

**Corte reverso:** nesta configuração os dentes são dispostos na posição inversa aos modelos anteriores, fazendo o corte no movimento de “vai” (entrando no material) ao invés de sair do material. Esta disposição tem o melhor acabamento na parte superior do material que está sendo cortado, deixando as rebarbas do corte para a parte inferior.



Figura IV.4.12 - Corte reverso. Fonte: <https://www.kaury.com.br/>.

### • Modelos

As lâminas possuem códigos padronizados e seguidos pela maior parte dos fabricantes. Para saber as especificações da lâmina, devemos consultar os catálogos dos fabricantes.

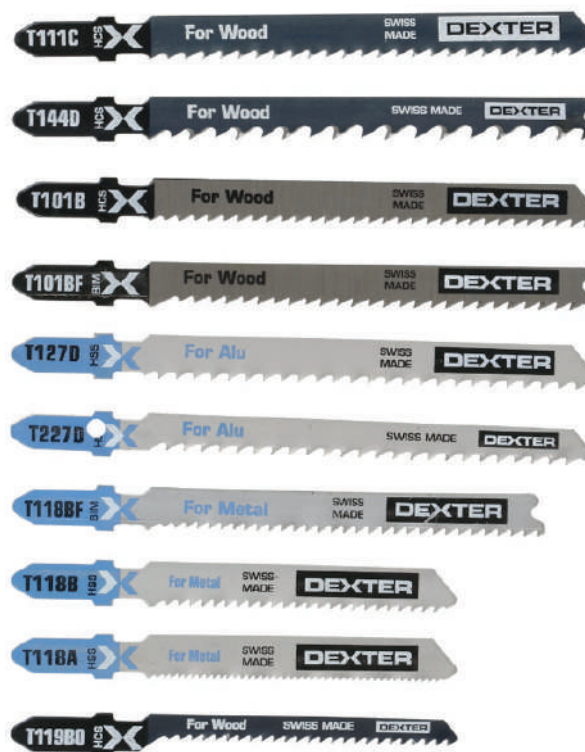


Figura IV.4.13 - Exemplos de lâminas para corte de madeira e metal.

Fonte: [www.leroymerlin.com](http://www.leroymerlin.com).

A Figura IV.4.13 mostra diversos tipos de lâminas, cujas especificações estão relacionadas a seguir:

- **Lâmina T111C:** categoria HCS (aço carbono), usada em madeira macia e aglomerados de 4-50mm, dentes fresados laterais, passo de 3mm.
- **Lâmina T144D:** categoria HCS (aço carbono), usada em madeira macia e aglomerados de 5-50mm, dentes fresados laterais, passo de 5mm, 7 dentes/polegada.
- **Lâmina T101B:** categoria HCS (aço carbono), usada em madeira macia e aglomerados de 3-30mm.
- **Lâmina T101BF:** categoria BIM (Bimetal), usada em madeira duras/macias, compensados, plásticos, laminados de 4-40mm, dentes base laterais, indicado para cortes limpos.
- **Lâmina T127D:** categoria HSS (aço carbono), dentes fresados, usada para corte de alumínio de 1 a 15mm, passo de 2mm, 8 dentes/polegada.
- **Lâmina T227D:** categoria HSS (aço carbono), dentes fresados, usada para corte de alumínio de 1 a 15mm, passo de 2mm, 8 dentes/polegada, largura mais estreita para cortes mais detalhados.
- **Lâmina T118BF:** categoria HSS, dentes fresados ondulados, aplicação em chapas de metal espessura 2,5 - 6mm, passo dos dentes de 1,9-2,3mm. Flexível, muito difícil de quebrar.

- **Lâmina T118B:** categoria HSS, dentes fresados ondulados, aplicação em chapas de metal espessura 2,5 - 6mm, passo dos dentes de 1,9-2,3mm.
- **Lâmina T118A:** categoria HSS (aço carbono), usada em metal de 1 a 3mm, 21 dentes/polegada. Uso universal básico para corte de metal.
- **Lâmina T119B0:** categoria HCS (aço carbono), lâmina estreita para cortes detalhados, recomendada para madeira macia, materiais de isolamento térmico, plástico. Possui passo de 2mm.



### CUIDADOS ESPECIAIS

#### PRÉ-REQUISITOS: PROCEDIMENTOS DE ATENÇÃO

- Utilizar equipamentos de segurança, como proteção para os olhos, máscara contra poeira, luvas adequadas ao serviço e proteção auricular.
- Antes de ligar a ferramenta, conferir se a tensão especificada de fábrica está de acordo com a da tomada a qual será conectada. Ferramentas elétricas, em sua maioria, são fabricadas para uma tensão definida, não tendo a opção de seleção automática.
- Conferir a lâmina para as especificações do material que será cortado.
- Ajuste a angulação desejada antes de ligar a ferramenta.
- Antes de efetuar o corte, verifique se o fio de alimentação não ficará na linha de corte.

#### EPIs para este tipo de ferramenta

Utilize os equipamentos de proteção adequados, como luvas, óculos de proteção, protetores auriculares e máscara de proteção respiratória. Importante ressaltar que as luvas para utilização na serra são do tipo vaqueta.



Veja na seção de Segurança do Trabalho, mais dicas e sugestões de referências para auxiliar na escolha do EPI adequado.

#### 4.4. Furadeira de Bancada

A furadeira de bancada (**Figura IV.4.13**) foi desenvolvida para uso hobby/residência, em operações de furação até a capacidade máxima indicada pela furadeira utilizada. Além disso, são equipamentos que realizam furos na horizontal e são indicados para trabalhos que demandam precisão. Conheça os critérios para selecionar o melhor modelo.



**Figura IV.4.13** - Furadeira de Bancada (Imagem da Internet).

Fonte: Acervo de professor colaborador.

Diferente das furadeiras portáteis, esse tipo de ferramenta conta com uma mesa (ou bancada) acoplada que pode ser fixa, giratória e com inclinação. Tal característica garante ao operador maior estabilidade, evitando trepidações durante a realização do trabalho e assegurando furos mais precisos. Alguns modelos, quando equipados com lixadeira de tambor no mandril e coletor de pó, podem funcionar também como uma eficaz máquina de lixar.

A aquisição de furadeiras de bancada deve se respaldar na análise de alguns critérios. O primeiro deles diz respeito ao tipo de aplicação que terá o equipamento. Alguns modelos são adequados para aplicações leves, com brocas de até 13 mm. Outros são capazes de atender aplicações mais pesadas, com brocas de até 16 mm.

Um cuidado importante na hora de selecionar esse tipo de equipamento é certificar-se de adquirir um modelo produzido por empresa idônea e que presta um bom atendimento a seus clientes no Brasil. O tempo de garantia oferecido pelo fabricante é outro fator a ser analisado. Alguns oferecem seis meses, enquanto outros dão até um ano.

**Mais informações sobre este tema podem ser obtidas no website**

<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/saiba-como-escolher-furadeiras-de-bancada-e-usa-las-com-seguranca/18061>

**Foto detalhada deste equipamento e mais informações em:**

<https://www.rmlmaquinas.com.br/loja/noticia.php?loja=762235&id=61>

**EPIs para este tipo de ferramenta**

Utilize os equipamentos de proteção adequados, como luvas, óculos de proteção, protetores auriculares e máscara de proteção respiratória. Importante ressaltar que as luvas para utilização na serra são do tipo vaqueta.



Veja na seção de Segurança do Trabalho, mais dicas e sugestões de referências para auxiliar na escolha do EPI adequado.

**Itens de auxílio no trabalho de furação**

Utilize a broca adequada para o furo pretendido. Cada broca dá um furo levemente maior do que o seu diâmetro. A **Figura IV.4.14** apresenta uma configuração orientativa:

DIÂMETRO DA BROCA (MM)	AUMENTO QUE SE DÁ NOS FUROS			
	METAL LEVE		AÇO	
	MACIO	DURO	MACIO	DURO
5	0,45	0,25	0,16	0,12
10	0,75	0,40	0,18	0,14
15	0,90	0,48	0,20	0,16

**Figura IV.4.14** - Sugestão de brocas.





## CUIDADOS ESPECIAIS

- Não deve ser utilizado se estiver cansado, sob influência de remédios, álcool ou drogas. Qualquer distração durante o uso poderá acarretar grave acidente pessoal.
- Este equipamento pode provocar interferências mecânicas e elétricas em equipamentos sensíveis que estejam próximos.
- Deve ser instalado e operado em locais com proteção contra umidade ou incidência de água e fora do alcance de pessoas não autorizadas, crianças ou animais.
- Sempre utilize equipamentos de proteção individuais (EPIs) adequados, como óculos, luvas, proteção para o cabelo, calçado fechado, etc.
- Quando em uso o equipamento possui componentes elétricos energizados, partes cortantes e em movimento.
- O equipamento possui um dispositivo, que quando removido da chave de partida, interrompe o funcionamento da máquina.
- Não utilize o equipamento descalço em locais molhados ou com umidade em excesso, ou toque em superfícies metálicas, tais como tubulações, motores, calhas, cercas, janelas, portas, portões metálicos, etc., pois isto aumenta o risco de choque elétrico.
- Antes de realizar limpeza ou manutenção, desconecte o equipamento da rede elétrica.

- Não realize emendas no cabo. Se necessário, solicite a troca do cabo de alimentação do equipamento através de uma assistência técnica necessária mais próxima de você (os custos com a troca do cabo de alimentação são de responsabilidade exclusiva do cliente).
- A tomada deve ser compatível ao plugue do equipamento. A fim de reduzir os riscos de choque, não altere as características do plugue e não utilize adaptadores. Se necessário, troque a tomada por um modelo adequado ao plugue.
- Não utilize seu equipamento elétrico em ambientes explosivos (gás, líquido ou poeira). O motor pode gerar faíscas e ocasionar explosão.
- Assegure-se de que o botão “liga/desliga” esteja na posição “desligado” antes de conectar o equipamento à rede elétrica.
- Nunca opere a furadeira sem a proteção de correia ou com a mesma aberta.
- Ao mudar de rotação (polia/correia) nunca solicite ajuda de outra pessoa, pois isto poderá causar acidente.
- Nunca utilize brocas de maior diâmetro que o especificado na Tabela de Características Técnicas, e respeite também o material a ser furado.
- Não efetue alteração no diâmetro da polia motora, pois a mesma já sai de fábrica adequada à rotação, conforme especificado na plaqueta de identificação.
- Nunca opere a furadeira com brocas em mau estado de conservação ou mau afiadas.

- Nunca posicione uma peça a ser furada, sem antes se certificar de que ela esteja devidamente firme à mesa ou à base da furadeira. Para evitar acidentes, sempre fixe a peça adequadamente antes de iniciar o trabalho. Se necessário utilize grampos de fixação.
- Não limpe ou mexa na parte elétrica sem antes desconectar a furadeira da rede elétrica.
- Nunca efetue a limpeza do equipamento com solvente ou qualquer produto inflamável, utilize detergente neutro.
- O modelo do equipamento deve ser escolhido de acordo com o uso pretendido, não exceda a capacidade, se necessário, adquira um outro mais adequado para a sua aplicação, isso aumentará eficiência e segurança na realização dos trabalhos.
- A fim de reduzir a probabilidade de acidente devido o contato com partes girantes:
  - Não opere, em hipótese alguma, o produto enquanto os protetores das partes girantes não estiverem instalados.
  - Não utilize roupas compridas, correntes ou joias que possam entrar em contato com a parte móvel do produto durante uso. Se tiver o cabelo comprido, prenda-o antes de iniciar o uso.
  - Remova qualquer ferramenta de ajuste antes de ligar seu equipamento. Uma chave ou ferramenta presa em partes giratórias pode causar lesões pessoais graves.

#### PRÉ-REQUISITOS: PROCEDIMENTOS DE ATENÇÃO

- Adeque a rotação do eixo árvore e certifique-se que a furadeira esteja desconectada da energia antes de fazer a adequação, ajustando a velocidade (rpm) do eixo árvore.
- Regule a profundidade de furação através do dispositivo de regulagem.
- Com o auxílio da manivela, posicione a mesa na altura desejada.
- Para furação em ângulo, ajuste a mesa através do parafuso, tendo como referência o auxílio da escala de graus.
- Posicione e fixe a peça a ser furada sobre a mesa, ou se necessário, sobre a base, utilizando dispositivo adequado para a sua fixação.
- Para melhorar a refrigeração da broca, recomendamos o uso de lubrificante (não fornecido de fábrica), de acordo com o material a ser furado.
- Acione a chave de partida.
- O avanço do eixo árvore é efetuado através da alavanca. Para o retorno dele, basta soltar a alavanca.

#### 4.5. Serra Circular

Existem vários tipos de serras diferentes no mercado. Elas vêm em diferentes formatos e são recomendadas para diversos fins e cortes. Este tipo de serra, **Figura IV.4.15**, pode serrar madeira e até mesmo outros materiais, conforme a escolha do disco. É ideal para cortes retos e sua rotação de trabalho é mais baixa. Dentre as serras circulares, existem as de bancada, as esquadrejadeiras, as de meia esquadria e ainda as serras manuais, que são mais comuns por serem portáteis.



Figura IV.4.15 - Serra Circular.

Existem pelo menos quatro tipos de Serra Circular: manual, de bancada, esquadrejadeira e a meia-esquadria. A Serra Circular Manual é uma das mais conhecidas e utilizada por ser uma ferramenta portátil. Para utilizá-la, leia atentamente as instruções e insira a lâmina de corte adequada de acordo com a capacidade do equipamento.

#### EPIs para este tipo de ferramenta

Utilize os equipamentos de proteção adequados, como luvas, óculos de proteção, protetores auriculares e máscara de proteção respiratória. Importante ressaltar que as luvas para utilização na serra são do tipo vaqueta.



Veja na seção de Segurança do Trabalho, mais dicas e sugestões de referências para auxiliar na escolha do EPI adequado.

#### • Itens de auxílio no trabalho de corte

O certo é que com um disco de serra circular, **Figura IV.4.16**, repleto de dentes afiados você conseguirá até serrar metais. De fato, você precisa ter certo conhecimento técnico para manejar o disco de serra circular. Mas, ao selecionar a melhor opção, além de realizar serviços ligeiros até os acabamentos não sofrerão riscos de rachaduras.



Figura IV.4.16 - Discos de serra.

Fonte: Acervo de professor colaborador.

Observe algumas dicas importantes:

- Disco de serra circular para cortar madeira tem um formato diferente das versões ideais para serrar metais não ferrosos.
- Em geral, o produto é composto por cromo vanadium, carbono, aço ou outros metais duros.
- O número de dentes determina os tipos de materiais que podem ser serrados com disco de serra circular.

### Mais informações sobre este tema podem ser obtidas no website

<https://www.reviewbox.com.br/disco-de-serra-circular/>

[https://ac-elearning.bosch-pt.com/mlearning/csb-cordless/index\\_br.html](https://ac-elearning.bosch-pt.com/mlearning/csb-cordless/index_br.html)

<https://www.starrett.com.br/catalogo-serra-circular-cermet/files/assets/common/downloads/catalogo-serra-circular-cermet.pdf?uni=905dffae466a5b4bcddd23a7421aab4c>

<https://www.bosch-professional.com/br/pt/discos-de-serra-circular-optiline-wood-2592814-ocs-ac/>



### CUIDADOS ESPECIAIS

- Mantenha a área de trabalho limpa, organizada e bem iluminada.
- Cuidado com ferramentas elétricas em ambientes com risco de explosão, onde se encontram líquidos, gases ou pós inflamáveis.
- Manter pessoas não autorizadas afastadas das ferramentas elétricas durante a utilização.
- O plugue da ferramenta elétrica deve encaixar completamente na tomada.
- Evite que seu corpo entre em contato direto com superfícies ligadas a terra, como tubos, refrigeradores e aquecedores.
- Mantenha o aparelho afastado da chuva e da umidade.
- Não utilize o cabo da ferramenta para transportar, pendurar ou desconectar o plugue da tomada.
- Quando utilizar a serra ao ar livre, utilize cabos de extensão apropriados.
- Ao utilizar ferramentas elétricas em ambientes úmidos, use um disjuntor junto ao circuito elétrico.

### PRÉ-REQUISITOS: PROCEDIMENTOS DE ATENÇÃO

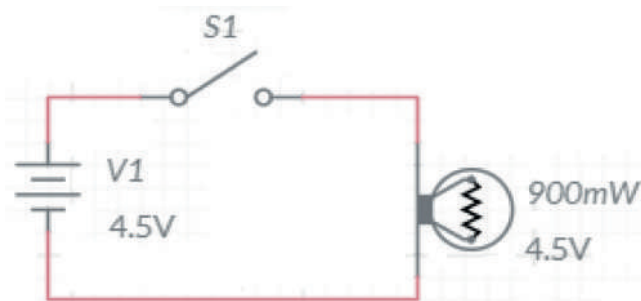
- Não utilize ferramentas elétricas quando estiver cansado ou sob influência de medicamentos.
- Ao utilizar ferramentas elétricas, faça uso de equipamentos de proteção individual (EPIs).
- Certifique-se de que a ferramenta está desligada antes de conectá-la a tomada.
- Remova chaves de regulagem ou de aperto antes de ligar a ferramenta elétrica.
- Mantenha sempre o equilíbrio e a firmeza durante a utilização da serra.
- Utilize roupas apropriadas. Não use roupas largas, nem joias ou relógios. Mantenha cabelos, roupas e luvas afastados das partes em movimento da ferramenta.
- Se as ferramentas possuírem acessórios especiais para aspiração ou coleta de poeira, assegure-se de que esses estão apropriadamente fixados.

## 5. PROTOTIPAÇÃO ELETRÔNICA

Para a prototipação eletrônica, são necessários alguns conhecimentos prévios sobre eletricidade e sobre os principais dispositivos utilizados em circuitos elétricos que atendem as mais diversas aplicações.

### 5.1. Conceito de eletricidade básica

Eletricidade é uma forma de energia associada aos fenômenos causados por cargas elétricas em repouso (eletrostática) e em movimento (eletrodinâmica). Um exemplo de um circuito elétrico simples é o de uma lanterna (MARKUS, 2011), conforme **Figura IV.5.1**.



**Figura IV.5.1** - Circuito elétrico de uma lanterna.

No esquema da **Figura IV.5.1**, há uma bateria com tensão de 4,5V (tensão resultante de 3 pilhas de 1,5V em série) e uma lâmpada específica para 4,5V com potência de 900mW. Ao fechar a chave S1, a bateria fornece corrente elétrica à lâmpada.

Portanto, a bateria converte a energia química em elétrica, a corrente elétrica “transfere” essa energia à lâmpada, que a converte em energia luminosa (desejável) e térmica (perda) por meio de sua resistência elétrica.

#### • Tensão elétrica

Para que uma carga elétrica se movimente, isto é, para que haja condução de eletricidade num condutor metálico, é necessário que ela esteja submetida a uma diferença de potencial (ddp). A diferença de potencial elétrico entre dois pontos é denominada tensão elétrica e pode ser simbolizada pelas letras V, U e E, cuja unidade de medida é o volt (V).

Portanto, a tensão elétrica é como uma força que “empurra” os elétrons de forma ordenada por um condutor. Matematicamente, tem-se:

$$E=U=V=V_A-V_B \quad (\text{Equação 1})$$

A fonte de alimentação de um circuito elétrico pode ser contínua ou alternada. Uma fonte de tensão contínua é aquela que não varia no tempo, e como exemplos tem-se: pilhas, baterias e fontes de tensão ajustável. E uma fonte de tensão alternada é aquela que varia no tempo, tendo como exemplo as tomadas de casa (alimentadas pela distribuidora de energia local).



### • Corrente elétrica

Aplicando uma diferença de potencial num condutor metálico, os seus *elétrons* livres movimentam-se de forma ordenada no sentido contrário ao do campo elétrico. Essa movimentação de *elétrons* pelo condutor denomina-se corrente elétrica, que pode ser simbolizada por  $i$  ou  $I$ . Sua unidade de medida é o *Ampère* (A). O sentido convencional da corrente elétrica é do maior potencial para o menor potencial. As condições para que haja corrente elétrica num circuito são uma ddp e um circuito fechado.

A intensidade da corrente elétrica (C/s), em *Ampère* (A), pode ser medida como a quantidade de carga elétrica  $Q$ , em *Coulomb* C, que atravessa a seção transversal de um condutor durante um intervalo de tempo  $\Delta t$ , em segundo (s). Matematicamente, tem-se:

$$I = Q / \Delta t \quad (\text{Equação 2})$$

A corrente elétrica também pode ser contínua ou alternada, seguindo os mesmos exemplos citados para tensão elétrica, ou seja, uma pilha ou uma bateria fazem surgir uma corrente elétrica contínua e na tomada da nossa casa temos corrente alternada.

### • Resistência elétrica

A resistência elétrica é a característica elétrica dos materiais que representa a oposição à passagem de corrente elétrica. Num circuito elétrico, é

utilizada para controlar o fluxo de *elétrons* (corrente elétrica) ou para aquecimento, como, por exemplo, um chuveiro elétrico ou ferro elétrico de passar.

Esta grandeza é representada pela letra  $R$  e sua unidade de medida é *Ohm* ( $\Omega$ ), em homenagem ao cientista *George Ohm*. Este cientista relacionou a resistência elétrica com a tensão e corrente elétrica, obtendo-se a 1ª Lei de *Ohm*, e a resistência elétrica com as características e dimensões do material, obtendo-se a 2ª Lei de *Ohm*.

### • Primeira Lei de Ohm

A Lei de *Ohm* relaciona as três grandezas elétricas citadas anteriormente: tensão, corrente e resistência. Estabelece que a tensão elétrica (V) em um resistor é diretamente proporcional à corrente (I) que flui através dele.

A resistência (R), medida em ohms, é a constante de proporcionalidade entre a tensão e a corrente. Essas três variáveis se relacionam através da equação x:

$$V = RI \quad (\text{Equação 3})$$

### • Associação de resistores

Os resistores podem ser representados num esquema elétrico com as simbologias demonstradas na **Figura IV.5.2**.

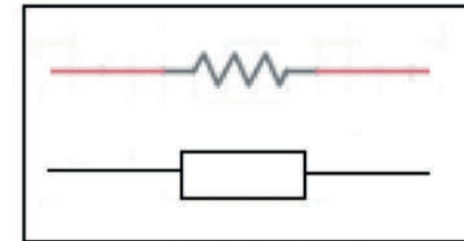


Figura IV.5.2 - simbologia de resistor.

E podem ser associados em série, em paralelo ou de forma mista, dependendo de cada aplicação. Numa associação série, os resistores estão ligados de forma que a corrente que passa por eles seja a mesma e a tensão total fornecida pela fonte se divide entre eles de forma proporcional aos seus valores.

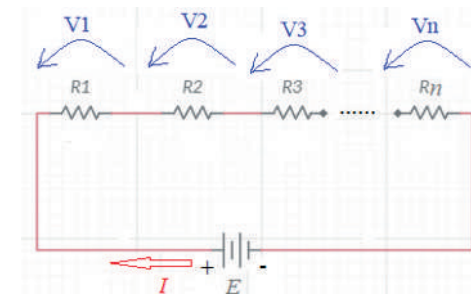


Figura IV.5.3 - Associação série de resistores.

Sendo a soma das tensões nos resistores igual a tensão da fonte e considerando  $n$  como enésimo resistor da associação, tem-se:

$$E = V1 + V2 + V3 + \dots + Vn \quad (\text{Equação 4})$$

Sabendo-se que pela Primeira Lei de Ohm  $V=R.I$ , e substituindo-a em (4), tem-se:

$$E=R_1.I+R_2.I+R_3.I+\dots+R_n.I \Rightarrow E=I.(R_1+R_2+R_3+\dots+R_n)$$

E dividindo-se a tensão  $E$  pela corrente  $I$ , tem-se:

$$E/I=R_1+R_2+R_3+\dots+R_n$$

Como  $R_{eq}=E/I$ , a resistência equivalente de uma associação em série pode ser calculada por:

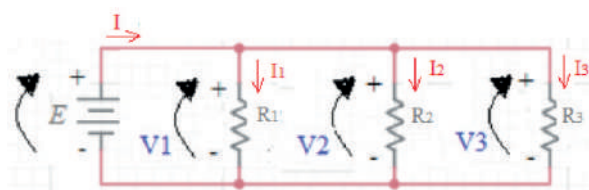
$$R_{eq}=R_1+R_2+R_3+\dots+R_n \quad (\text{Equação 5})$$

E para encontrar a tensão em cada resistor, tem-se:

$$V_i=R_i I$$

$i$  = índice do resistor (exemplo:  $R_1$ )

Numa associação paralela (**Figura IV.5.4**), os resistores estão ligados de forma que a diferença de potencial em cada um é igual à tensão fornecida pela fonte, e a corrente total do circuito seja dividida de forma inversamente proporcional ao valor de cada resistor.



**Figura IV.5.4** - Associação paralela.

A soma das correntes nos resistores é igual a corrente total fornecida pela fonte, portanto:

$$I=I_1+I_2+I_3 \quad (\text{Equação 6})$$

Isolando corrente na Lei de Ohm, ou seja,  $I=E/R$ , e substituindo-a no lugar das correntes nos resistores, tem-se:

$$I = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} + \frac{E}{R_3} \Rightarrow I = E \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

Dividindo a corrente  $I$  por  $E$ , tem-se:

$$\frac{I}{E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Como  $I/E$  é igual ao inverso da resistência equivalente, tem-se para a associação paralela:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \quad (\text{Equação .7})$$

#### • Potência elétrica

Potência elétrica, representada pela letra  $P$ , é a rapidez com que a tensão realiza trabalho ao deslocar elétrons de um ponto para outro. A potência elétrica  $P$  desenvolvida pela fonte de alimentação de um circuito está diretamente associada à sua tensão  $E$  e à intensidade de corrente  $I$  que ela fornece ao circuito (CRUZ, 2011). Matematicamente, tem-se:

$$P=E.I \quad (\text{Equação 8})$$

#### • Instrumento de medição

Para a medição dessas grandezas elétricas, é utilizado um multímetro, que pode ser analógico ou

digital. O multímetro realiza a função de voltímetro, quando quisermos medir tensão, amperímetro, para medir corrente elétrica e ohmímetro para medir resistência elétrica.

Erro de paralaxe: pode acontecer ao realizar a leitura de um valor no multímetro analógico. Por isso, a leitura da medida deve ser feita olhando o ponteiro de frente.

Pontas de prova: cabos vermelho e preto, utilizados para conectar o multímetro ao dispositivo a ser medido. A ponta de prova vermelha deve ser ligada ao terminal positivo do multímetro (vermelho ou marcado com sinal positivo +) e a ponta de prova preta deve ser ligada ao terminal negativo do multímetro (preto ou marcado com sinal negativo -). Nos multímetros ainda existem uma chave seletora (rotativa) que serve para selecionar a escala a ser utilizada de acordo com a grandeza elétrica a ser medida.

Fundo de escala: é o valor máximo que o instrumento de medição irá realizar sem ser danificado. Por exemplo, se quisermos medir a tensão de uma bateria de 12V em CC, poderia ser selecionada a escala de 20V, a qual irá realizar a medição dos 12V tranquilamente.

A seguir, tem-se um passo a passo de como utilizar este instrumento para medir cada uma das grandezas elétricas citadas.

## Medição de resistência elétrica

A ponta de prova vermelha deverá ser conectada no plug onde houver o símbolo " $\Omega$ ", e a ponta preta deverá ser conectada no plug onde houver a palavra "COM".

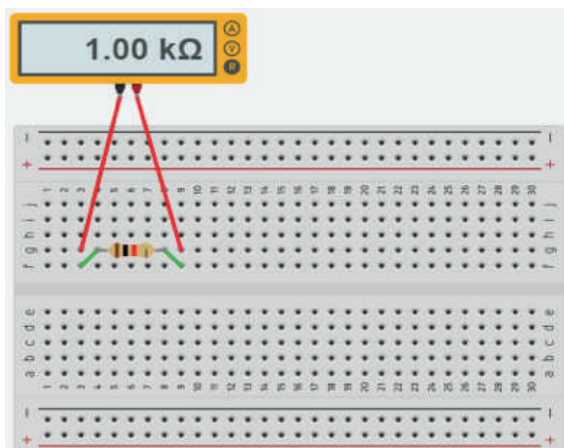


Figura IV.5.5 - Medição de resistência elétrica no simulador Tinkercad.

Em seguida, deve-se girar a chave seletora com a seta apontada para a maior escala de resistência elétrica, encostar uma ponta de prova em cada terminal do bipolo (resistor) a ser medido.

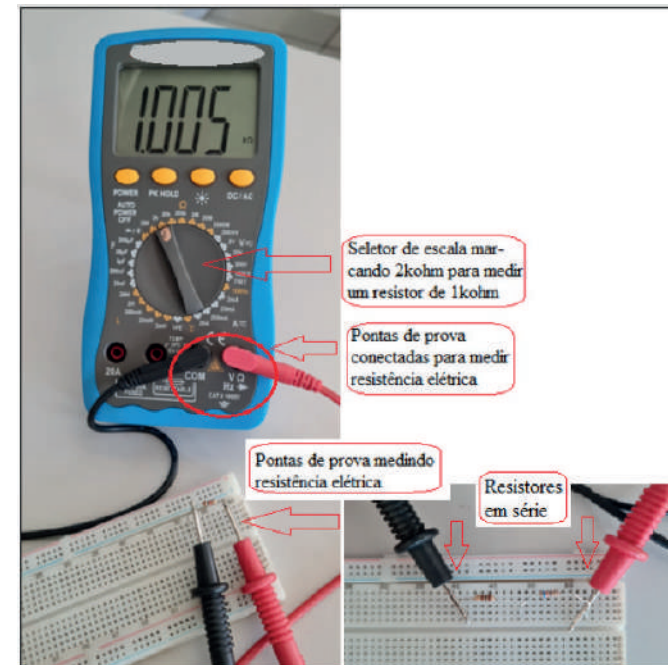


Figura IV.5.6 - Medição de resistência elétrica.

A escala poderá ser ajustada conforme o valor que está sendo medido, procurando sempre deixar a escala mais próxima e superior ao valor a ser medido, para que se obtenha uma maior precisão na medida realizada. Nas **Figuras IV.5.5 e IV.5.6**, pode-se visualizar a medição de resistência elétrica num simulador e com um multímetro digital real, respectivamente.

## Medição de tensão elétrica

Para medir tensão elétrica, deve-se selecionar o botão CC para medir tensão contínua e CA para tensão alternada. Para realizar a medição, deve-se conectar a ponta de prova vermelha no *plug* do multímetro onde houver escrito "V" e a ponta preta no *plug* onde estiver "COM".

Em seguida, conectar as pontas de prova aos dois pontos em que se deseja conhecer a diferença de potencial, em paralelo. Na Figura V.5.7, pode-se visualizar a medição de tensão elétrica em cima de um resistor num simulador e medição da tensão de uma bateria com multímetro digital real, respectivamente.

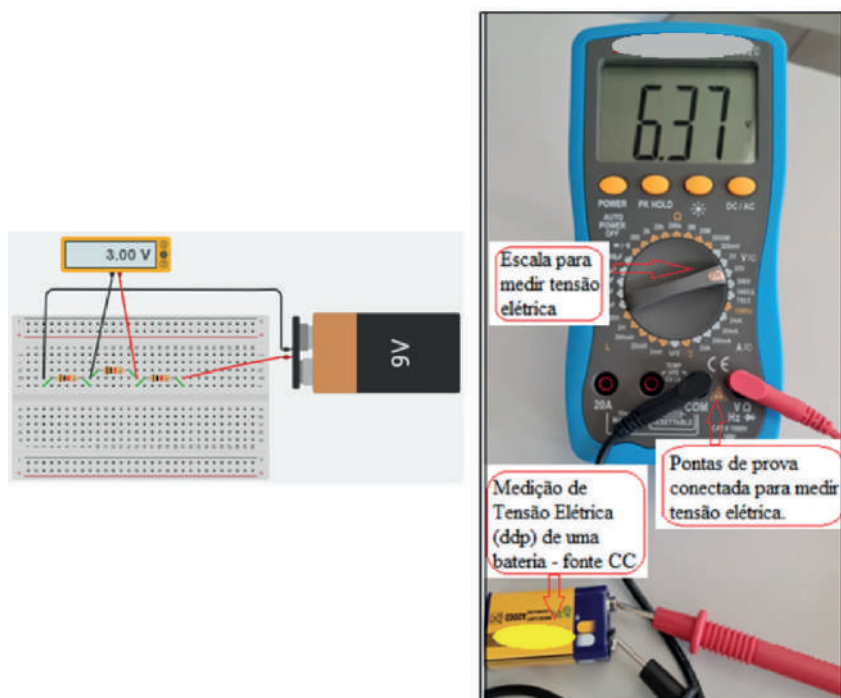


Figura V.5.6 e V.5.7 - Medição de tensão elétrica.

Se a tensão for contínua, a ponta de prova vermelha (polo positivo) deverá ser conectada ao ponto de maior potencial do circuito e a ponta preta (polo negativo) ao ponto de menor potencial. Se o voltímetro digital for ligado invertendo-se os polos positivos e negativos, irá aparecer um valor negativo no *display*.

No voltímetro analógico, o ponteiro irá defletir no sentido contrário (em direção ao zero), podendo danificá-lo. No caso de medição de tensão alternada, não há

lados “certos” para ligar as pontas de prova nos pontos a serem medidos, pois a tensão é variável no tempo.

### Medição de corrente elétrica

Para medir corrente elétrica, deve-se selecionar o botão CC para medir contínua e para medir corrente alternada (CA) seria necessário outro tipo de medidor, um alicate amperímetro. Para realizar a medição da corrente contínua, deve-se conectar a ponta de prova vermelha no plug do multímetro onde houver escrito “A” ou “mA” e a ponta preta no plug onde estiver “COM”.

Em seguida, deve-se interromper o ponto do circuito onde se deseja medir a corrente e conectar o amperímetro em série com o circuito, fazendo com que a corrente passe por dentro do instrumento de medição. A ponta de prova vermelha (polo positivo) deverá ser conectada do lado positivo da fonte e a ponta preta (polo negativo) interligada ao lado negativo da fonte **Figura IV.5.8**.

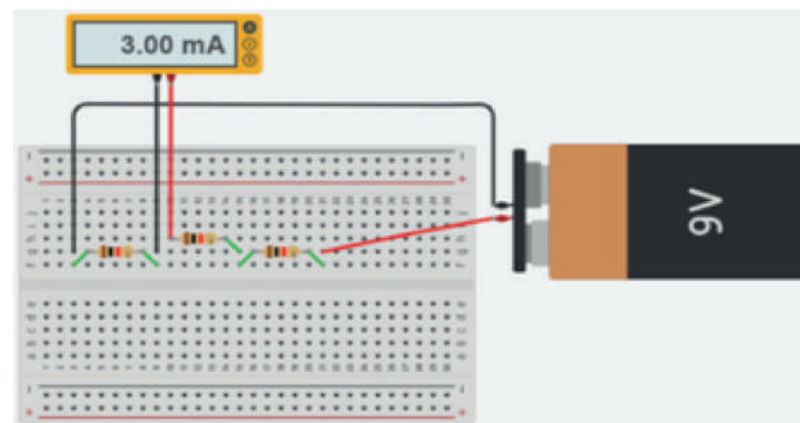


Figura IV.5.8 - Medição de corrente com amperímetro em série.





Figura IV.5.9 - Conexão das pontas de prova no multímetro para medir corrente elétrica.

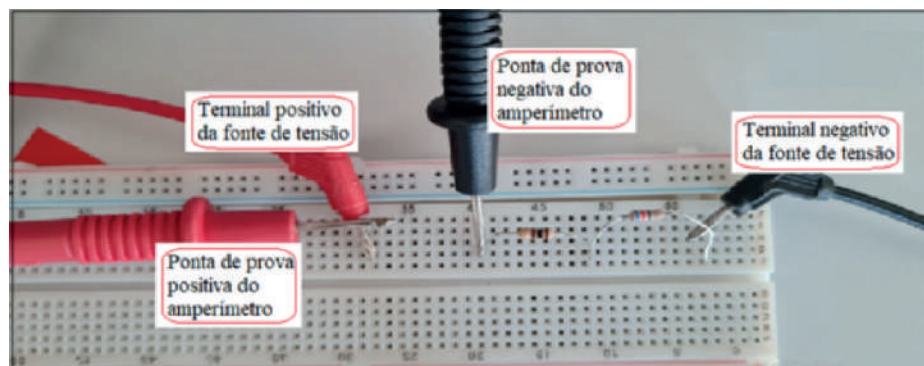


Figura IV.5.10 - Medição de corrente elétrica (amperímetro em série com os resistores).

Nas **Figuras IV.5.8, IV.5.9 e IV.5.10**, tem-se respectivamente, a medição de corrente elétrica num simulador, as formas de conectar as pontas de prova e selecionar a escala para medir corrente elétrica, e como conectar as pontas de prova (em série) no circuito para medir corrente elétrica que passa pelos dispositivos do circuito.

## Simuladores para circuitos elétricos/eletrônicos

Antes de implementar qualquer circuito elétrico/eletrônico, o ideal seria primeiro simular este circuito, para que sejam realizados testes e confirmação dos componentes que serão utilizados. Para isso, existem simuladores de circuitos elétricos disponíveis tanto de forma gratuita quanto paga.

Dentre os gratuitos, tem-se o simulador *Tinkercad* (plataforma online, ou seja, não há necessidade de instalar no computador - <https://www.tinkercad.com/>), onde é possível montar circuitos elétricos/eletrônicos com componentes bem fiéis aos reais, sendo possível visualizar cor e formato real dos dispositivos.

Além dos dispositivos básicos da eletrônica (resistores, LEDs, capacitores), possui também sensores, dispositivos de saída como *displays* e *buzzers* e, permite ainda, a possibilidade de simular circuitos controlados pela placa Arduino, bem como visualizar suas linhas de programação.

Outra plataforma online gratuita que também permite sua utilização para a simulação de circuitos elétricos é o *Multisim* (<https://www.multisim.com/>). Neste, é possível montar circuitos elétricos apenas com as simbologias dos dispositivos eletroeletrônicos (tanto da eletrônica analógica, quanto digital) e não há a possibilidade de interação com a placa Arduino.

## 5.2. Elementos de circuitos elétricos/eletrônicos

### • *Protoboard*

A *protoboard* é uma matriz de contatos que serve para montar e testar circuitos elétricos/eletrônicos sem a necessidade de soldá-los na placa **Figura IV.5.11**.



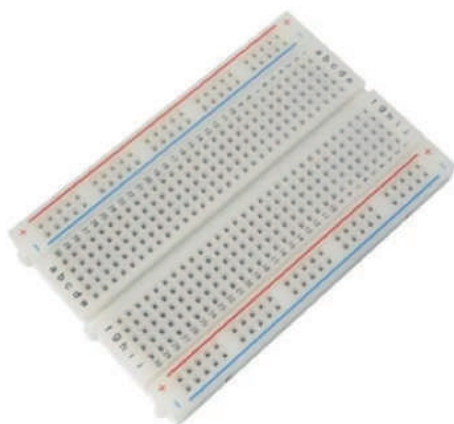


Figura IV.5.11 - Protoboard de 830 furos.

#### • Jumpers

Os *jumpers* são os cabos que realizam a conexão entre os componentes do circuito, podendo ser macho-macho, macho-fêmea e fêmea-fêmea, como demonstrado na Figura IV.5.12.



Figura IV.5.12 - Jumpers.

#### • Componentes

**Resistores:** são bipolos passivos que se opõem à passagem de corrente elétrica, ou seja, tem a função de limitar a passagem de corrente elétrica num circuito elétrico **Figura IV.5.13.**



Figura IV.5.13 - Resistores.

**Diodos:** são componentes eletrônicos que permitem a passagem de corrente elétrica por um condutor apenas num sentido **Figura IV.5.14.**



Figura IV.5.14 - diodos.

**LEDs (Light Emitting Diode):** é um diodo emissor de luz **Figura IV.5.15.** Emite luz quando passa corrente elétrica por ele. Este é um dispositivo polarizado, ou seja, possui seus terminais definidos como positivo e negativo, e requer atenção na hora

da ligação. A haste maior é o positivo (ânodo) e a haste menor é o negativo (catodo).



Figura IV.5.15 - Light-Emitting Diode – LED.

**Capacitores:** tem a função de armazenar carga elétrica, para que seja utilizada quando necessário no circuito **Figura IV.5.16.**



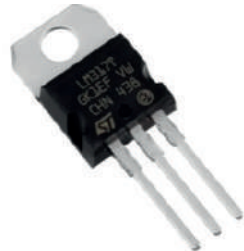
Figura IV.5.16 - Capacitores.

**Transistor:** dispositivo semicondutor utilizado basicamente para comutação ou amplificação. Na tarefa de comutação, é possível realizar o controle de fluxo de *elétrons* e na tarefa de amplificação de um sinal elétrico, é possível armazenar e transmitir minúsculos sinais e ampliá-los quando necessário, como por exemplo, para ampliar os sinais de áudio transmitidos pelas ondas de rádio em longas distâncias **Figura IV.5.17.**



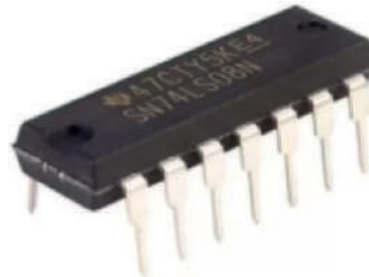
**Figura IV.5.17** - Transistor.

**Regulador de Tensão:** é um dispositivo formado por semicondutores, que tem a função de manter a tensão de saída constante, mesmo que haja variação na tensão de entrada do circuito ou na corrente de saída **Figura IV.5.18.**



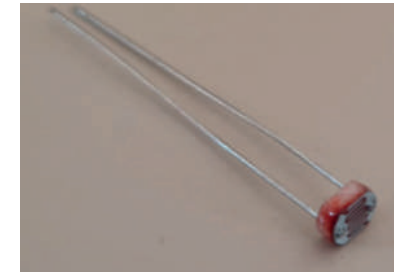
**Figura IV.5.18** - Regulador de tensão.

**Circuito integrado:** o circuito integrado (CI), também chamado de *chip*, contém centenas de componentes de circuito em apenas uma única peça de semicondutor. São utilizados para simplificar a construção de circuitos complexos **Figura IV.5.19.**



**Figura IV.5.19** - circuito integrado.

**Sensor:** funcionam como dispositivos de entrada, onde irão identificar uma informação/estímulo externo, como por exemplo detectar a temperatura ou luz de um ambiente e enviar esta informação para outro dispositivo, que irá receber este sinal, processá-lo e enviar para uma saída (emissão de luz através de LED, acionar um *buzzer*, mostrar um valor medido num *display*, etc.). Em outras palavras, o sensor sente algo no mundo físico e o converte num sinal que o computador possa entender, como por exemplo o sensor LDR (*Light Dependent Resistor*), que varia sua resistência elétrica de acordo com a quantidade de luz incidente nele **Figura IV.5.20.**



**Figura IV.5.20** - Sensor LDR.

**Atuador:** é o oposto de um sensor. Ele converte um sinal de um computador em uma ação de movimento, como por exemplo um motor elétrico, que transforma energia elétrica em energia mecânica **Figura IV.5.21.**



**Figura IV.5.21** - Micro servo motor.

**Buzzer:** é um componente eletrônico que tem seu funcionamento baseado no efeito piezoelétrico reverso, ou seja, aplica-se uma tensão nos seus terminais com uma determinada frequência e a célula piezoelétrica dentro do componente irá vibrar na mesma frequência emitindo um som **Figura IV.5.22.**



Figura IV.5.22 - Buzzer.

**Display LCD:** LCD é a sigla para “*Liquid Crystal Display*” que em português significa “tela de cristal líquido” **Figura IV.5.23**. O LCD é um painel fino utilizado para exibir informações (textos, imagens).



Figura IV.5.23 - Display LCD para circuitos eletrônicos.

### 5.3. Arduino

O Arduino é uma plataforma de computação física, formada por duas partes, *hardware* e *software*, onde ambos são de fonte aberta, utilizados para a criação de objetos interativos. A edição de códigos para projetos com Arduino é feita através de

uma *Integrated Development Environment* (IDE) especialmente desenvolvida para esta plataforma.

O Arduino IDE é gratuito e pode ser baixado do site [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc). A IDE do Arduino é baseada na plataforma *Processing* (<http://www.processing.org>), que foi desenvolvida para ajudar artistas a criarem arte em computador sem precisar primeiro se tornar engenheiros de *software*. O Arduino IDE pode ser executado em *Windows*, *Macintosh* e *Linux* (BANZI & SHILOH, 2015).

Ao longo dos anos, o Arduino tem sido o cérebro de milhares de projetos, de objetos do cotidiano a instrumentos científicos complexos (ARDUINO, 2021).<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

Os códigos escritos para a plataforma Arduino são chamados de *sketches*. O *framework* do Arduino é conhecido por tornar a programação para microcontroladores mais acessível, uma vez que a plataforma possui um extenso portfólio de bibliotecas de código que facilitam o uso dos recursos disponíveis na placa.

#### • Tipos de Arduino

No link <https://www.arduino.cc/en/Main/Products> é possível conhecer os diferentes tipos de Arduino, cada um com suas características de uso, que dependem do grau de complexidade do circuito em questão. O mais comum, o Arduino UNO **Figura IV.5.24**, é considerado de nível básico. Mas existem Arduinos que possuem funcionalidades mais avançadas.

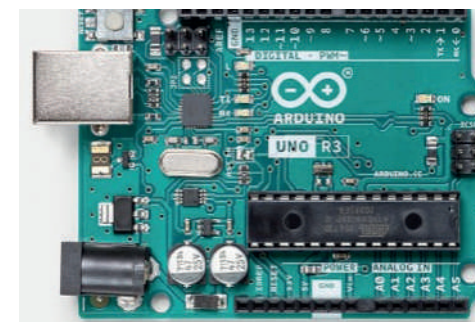


Figura IV.5.24 - Arduino UNO.

Fonte: Arduino, 2021.

#### • Hardware do Arduino

A placa Arduino é uma pequena placa microcontrolada, ou seja, um circuito de pequeno porte (a placa) que contém um computador inteiro dentro de um pequeno *chip* (o microcontrolador). Por exemplo, o *chip* da placa de um Arduino Uno é um ATmega328. O Arduino Uno é o mais comum, por isso, o utilizaremos como exemplo para explicar os pinos de entrada e saída.

O Arduino UNO<sup>1</sup>, possui 14 pinos de entrada/saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, pinos de força, um ressonador de cerâmica de 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), uma conexão USB, um conector de alimentação (*barrel jack*), um regulador de tensão, um LED indicador de energia, LEDs TXs e RXs, um conector ICSP e um botão de reinicialização (Arduino, 2021).

As entradas são usadas na leitura de informações nos sensores e as saídas para controlar atuadores.

<sup>1</sup> Fonte: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

Você especificará a direção (entrada ou saída) no sketch criado no IDE. As entradas e saídas digitais (14 pinos, de 0 a 13) só podem ler e gravar um entre dois valores (HIGH ou LOW) (BANZI & SHILOH, 2015).

Os pinos de entrada analógica (6 pinos, de 0 a 5) são usados na leitura de medidas de tensão fornecidas por sensores analógicos (como por exemplo, o sensor de temperatura LM35). Diferente das entradas digitais, as analógicas podem detectar 1024 níveis de tensão diferentes. Essa detecção de diferentes níveis de tensão é feita por um conversor analógico-digital, que no caso do Arduino Uno mapeia a tensão lida na porta em valores entre 0 e 1023. Os pinos de entrada analógica, se configurados, podem alternativamente serem utilizados como pinos de entrada/saída digital, expandindo a capacidade total do Arduino Uno para 20 pinos digitais.

A função de fornecer uma saída analógica é feita através da técnica *Pulse Width Modulation* (PWM ou Modulação de Largura de Pulso). O PWM é uma técnica muito simples que consiste em intercalar no tempo duas tensões suportadas pela placa (0V ou 5V) de forma que a tensão média percebida em um determinado período de tempo seja a tensão desejada.

Seis dos pinos digitais (pinos 3, 5, 6, 9, 10 e 11) podem executar uma terceira função: fornecer saída analógica. Neste caso, entende-se como saída analógica a capacidade do Arduino de fornecer diferentes valores de tensão entre 0V

e 5V. Através de uma porta PWM o Arduino pode alimentar um circuito com tensão de 1,5V, 2,5V ou quaisquer outros valores de tensão dentro dos limites suportados pela placa. Você deve estar se perguntando, como é possível fornecer esses diferentes valores de tensão considerando que já foi dito que os pinos digitais do Arduino são capazes de fornecer apenas 0V (LOW) ou 5V (HIGH)?

Por exemplo, caso você precise alimentar com o Arduino um circuito que necessite de tensão de 2,5V, bastará que o microcontrolador intercale a tensão no pino PWM de forma que em 50% do tempo a tensão seja 5V e nos outros 50% do tempo a tensão seja de 0V, fornecendo assim uma tensão média de 2,5V. O Arduino permite que sejam especificados valores de saída analógica entre 0 e 255 que fornecem 256 diferentes valores de tensão uniformemente distribuídos entre o intervalo de 0 a 5V.

A placa Arduino pode ser alimentada a partir da porta USB (tensão de 5V), através do *conector barrel jack* (tensão de entrada de 7 a 12V) ou através do pino VIN (tensão de 5V). O mais comum é alimentar o Arduino através da porta USB, pois através desse cabo é possível também fazer a comunicação da placa com o *software* Arduino IDE que será explorado a seguir.

#### • Software do Arduino

O Arduino *Integrated Development Environment* - ou *Arduino Software* (IDE) - *software* de código aberto

do Arduino, facilita a escrita de código e o upload para a placa. Este *software* pode ser usado com qualquer placa Arduino. Ele contém um editor de texto para escrever código, uma área de mensagem, um console de texto, uma barra de ferramentas com botões para funções comuns e uma série de menus. Ele se conecta ao *hardware* Arduino para fazer *upload* de programas e se comunicar com eles. Para conhecer um pouco mais e explorar a possibilidades acesse o site: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment>.

#### • Instalação do Arduino no computador

Para cada tipo de sistema operacional, existe uma instrução com o passo a passo específico, que pode ser encontrada no próprio site do Arduino: <https://www.arduino.cc/en/Guide>

#### • Principais funções do *framework* Arduino (ou ‘Luiz’)

Nesta seção serão abordadas as principais funções presentes no *framework* Arduino. Esse *framework* é definido por um conjunto de artefatos de código (classes, funções, bibliotecas dentre outros) que podem ser reutilizados e que facilitam a criação de sketches que façam uso de recursos fornecidos pelo microcontrolador. Na ausência deste *framework*, até mesmo *sketches* simples como fazer piscar um LED poderia ter o seu código bastante complexo.

A **Figura IV.5.25** ilustra um simples *sketch* de piscar LED escrito com o *framework* da Atmel (esquerda)



e o código do *framework* Arduino (direita). Como se pode ver, o código escrito com o *framework* do Arduino é mais legível, com funções mais amigáveis que reduzem a barreira para que entusiastas se aproximem do universo da prototipação eletrônica.

<pre> 1 #include &lt;avr/io.h&gt; 2 #include &lt;util/delay.h&gt; 3 4 int main(void) 5 { 6     DDRB=0b00000001;//define pino de saída 7     while(1) 8     { 9         PORTB=0b00000001;//liga o LED 10        _delay_ms(1000);//espera por 1s 11        PORTB=0b00000000;//desliga o LED 12        _delay_ms(1000);//espera por 1s 13    } 14 }</pre>	<pre> 1 void setup() { 2     //Define pino 13 como de saída 3     pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT); 4 } 5 6 void loop() { 7     digitalWrite(13, HIGH);//liga o LED 8     delay(1000);//espera por 1s 9     digitalWrite(13, LOW);//desliga o LED 10    delay(1000);//espera por 1s 11 }</pre>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figura IV.5.25 - Comparação entre o código do sketch Piscar LED escrito com o framework da Atmel (esq.) e o código do framework Arduino (dir.).

A seguir, serão descritas algumas das funções mais comumente utilizadas em *sketches* de Arduino:

#### • *pinMode()*

A função *pinMode()* permite configurar se um pino especificado será utilizado como uma entrada ou saída. A função admite a entrada de dois parâmetros, o primeiro deles o número identificador do pino, e o segundo o modo de utilização do pino. O número do pino pode ser passado diretamente ou através do uso de uma constante ou variável. Sobre o parâmetro de modo de uso de pino, admite-se os seguintes valores:

- *INPUT*: define que o pino será utilizado para recepção de sinais.
- *OUTPUT*: define que o pino será utilizado para geração de sinais.
- *INPUT\_PULLUP*: define que o pino será utilizado para recepção de sinais e que será ativado o resistor pull-up embutido na placa.

As portas são configuradas por padrão no modo *INPUT*. A função *pinMode* se aplica diretamente à configuração dos pinos digitais, que podem ser de entrada ou saída. Adicionalmente, os pinos de entrada analógica podem também ser usados como pinos digitais de entrada/saída, referidos como A0, A1 etc.

```

void setup() {
    pinMode(13, OUTPUT);// configura o pino digital 13 como saída
}

void loop() {
    digitalWrite(13, HIGH); // ativa o pino digital 13
    delay(1000);           // espera por um segundo
    digitalWrite(13, LOW); // desativa o pino digital 13
    delay(1000);           // espera por um segundo
}
```

Figura IV.5.26 - Exemplo de código usando as funções *pinMode*, *delay* e *digitalWrite*.

#### • *digitalRead()*

A função *digitalRead()* é responsável pela leitura de um determinado pino especificado em busca de um valor que pode ser *HIGH* ou *LOW*. O objetivo da função *digitalRead()* é traduzir a tensão elétrica percebida no pino para um sinal digital (0 ou 1).

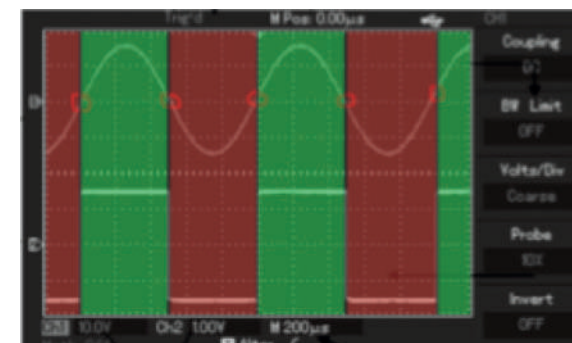


Figura IV.5.27 - Ilustração sobre o processo de conversão analógico-digital.

A Figura IV.5.27 ilustra o processo de conversão analógico digital (AD). Na parte superior da imagem



pode ser visto um sinal senoidal no qual a tensão varia de forma regular entre dois patamares de tensão, que poderiam ser entre 0 e 5V. De acordo com as características de operação desejadas, o projetista do circuito de conversão AD determina um limiar de tensão que quando ultrapassado define o ponto exato da mudança da interpretação do sinal como um sinal de nível lógico alto (*HIGH*) ou sinal de nível lógico baixo (*LOW*). Na imagem, o sinal destacado em vermelho foi interpretado como nível lógico baixo, e o sinal destacado em verde foi considerado como nível lógico alto.

```
void loop() {
  // lê o valor do pino digital 2
  int valor = digitalRead(2);
}
```

Figura IV.5.28 - Exemplo de código usando a função `digitalRead`.

### • `digitalWrite()`

Em uma direção contrária a função anterior, a função `digitalWrite()` é responsável por emitir um sinal digital em um pino especificado e previamente configurado como de saída. A função `digitalWrite()` admite a entrada de dois parâmetros. O primeiro deles, é a especificação do pino pelo qual se deseja emitir um sinal. O segundo parâmetro, é a especificação do sinal desejado, que pode ser *HIGH* - para geração de sinal de nível lógico alto; e *LOW* - para geração de um sinal de nível lógico baixo.

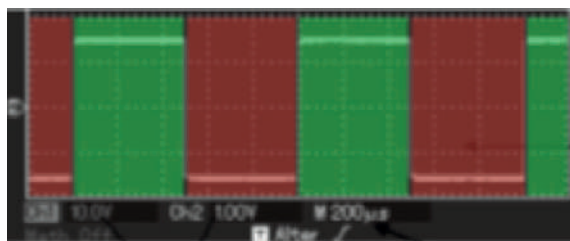


Figura IV.5.29 - Exemplo de código usando a função `digitalWrite`.

A **Figura IV.5.29** revela o que acontece durante a execução de uma *sketch* de piscar LED. A imagem é dividida em duas regiões: na parte superior, pode-se ver o gráfico do sinal gerado durante a execução da *sketch*, e na parte inferior, pode-se ver o código do programa em questão. Nos trechos destacados em verde, pode-se ver o sinal de nível lógico alto e a respectiva linha de código responsável pela sua geração. Já nas partes destacadas em vermelho, pode-se ver o sinal de nível lógico baixo e também a respectiva linha de código responsável pela sua geração.

### • `analogRead()`

A função `analogRead()` é responsável pela leitura de um pino analógico indicado. Diferente da função `digitalRead()` que é capaz de distinguir apenas dois níveis de sinais, a função `analogRead()` é capaz de distinguir 1024 níveis diferentes de sinais (ou até 4096 em algumas placas). Resumidamente, a função `analogRead()` faz o mapeamento das tensões entre 0 e a tensão operacional, que pode ser 5V ou 3,3V a depender da placa, para valores inteiros entre 0 e 1023.

As placas Arduino UNO, Nano, Mini e Mega, todas baseadas em microcontroladores AVR<sup>2</sup>, levam cerca de 100 microssegundos (0,0001s) para fazer a leitura de um valor analógico, proporcionando uma taxa de leitura de aproximadamente 10.000 leituras por segundo. A função `analogRead()` admite apenas um parâmetro que é a identificação do pino a ser lido, que deve ser um dos pinos analógicos da placa.

```
int valor;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  valor = analogRead(A0); //fazer a leitura do pino analógico A0
  Serial.println(valor); //imprimir valor na interface serial
}
```

Figura IV.5.30 - Exemplo de código usando a função `analogRead`.

<sup>2</sup> Microcontrolador RISC de chip único com uma arquitetura Harvard modificada de 8-bit ( $\mu\text{C}$ ).

- ***analogWrite()***

Em uma direção contrária a função anterior, a função `analogWrite()` é responsável por emitir um sinal digital em um pino especificado e previamente configurado como de saída. Diferente do que se pode pensar inicialmente, a geração de sinais analógicos não pode ser feita através das portas analógicas. Isso acontece porque em teoria o Arduino não possui portas analógicas de saída.

Para gerar um sinal analógico de saída, o Arduino se utiliza da técnica de PWM (Modulação por largura de pulso). O PWM é uma técnica muito simples que consiste em intercalar no tempo duas tensões suportadas pela placa (0V ou 5V) de forma que a tensão média percebida em um determinado período de tempo seja a tensão desejada. Os pinos que suportam a função PWM geralmente são indicados através do símbolo “~” e a legenda PWM.

```
int i;

void setup()
{
  pinMode(5, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  for(i=0; i<=255; i++) analogWrite(5, i); //valores entre 0 e 255
  for(i=255; i>=0; i--) analogWrite(5, i); //valores entre 255 e 0
}
```

**Figura IV.5.31** - Exemplo de código usando a função `analogWrite`.

A função `analogWrite()` admite a entrada de dois parâmetros. O primeiro deles é a identificação do pino, que precisa ser um pino com suporte ao recurso de PWM. O segundo parâmetro é o valor, que pode ser entre 0 e 255. Quando a função `analogWrite` é executada passando o valor 0, o pino fica sempre em nível lógico baixo, quando é passado o valor 255, o pino fica sempre em nível lógico alto, e para valores intermediários, a tensão é intercala entre os dois valores suportados,

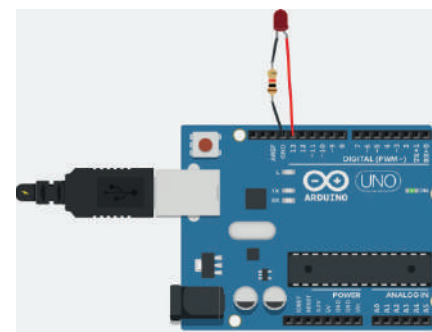
de forma que a tensão média percebida em um determinado período de tempo seja a tensão correspondente ao valor passado como parâmetro da função.

## APLICAÇÕES

### a. Fazendo piscar um LED

Este pode ser o primeiro programa a ser executado, pois serve para testar se a placa de Arduino está funcionando. A placa Arduino vem com um LED pré-instalado, está marcado como L na placa e está conectado ao pino número 13.

Para o teste, pode-se também ligar um LED externo, conectando-se o anodo (positivo) no pino 13 e o catodo (negativo) no GND da placa. Após conectar o LED, é necessário informar para o Arduino o que fazer, ou seja, uma sequência de tarefas que pode ser chamada de código ou programa. Na **Figura IV.5.32**, tem-se a ligação de um LED em série com um resistor (para limitar a passagem de corrente no LED) ligados diretamente na placa Arduino.



**Figura IV.5.32** - Ligação do LED na placa Arduino.

Fonte: Acervo de professor colaborador.

Em seu computador, irá executar o IDE do Arduino conforme seu sistema operacional. No *Mac*, ele deve estar na pasta Aplicativos; no *Windows*, o atalho estará na área de trabalho ou no menu Iniciar. Selecione *File > New* e será necessário escolher um nome para a pasta do *sketch* (projeto do arduino). Coloque um nome e clique em *ok*. Depois digite o programa (Exemplo 1) no editor do *sketch* do Arduino.





```
{  
  digitalWrite(pinoLed,HIGH);  
}  
else  
{  
  digitalWrite(pinoLed,LOW);  
}  
  delay (10);  
}  
  
delay(10);  
}
```

Nesta programação, o valor lido pode estar compreendido entre 0 e 1023. É possível mudar a sensibilidade do sensor, ou seja, obter diferentes respostas, alterando-se a linha “if(valorLuz<750)”.

- **Software para simulação de circuitos utilizando Arduino**

Para realizar simulações de circuitos utilizando arduino, tem-se o *Tinkercad*, que é uma plataforma online e gratuita. Nele é possível simular diferentes circuitos, com diferentes dispositivos, é possível medir suas grandezas elétricas, como tensão, corrente e resistência, testar as linhas de programação e funcionamento do circuito como um todo. É ideal utilizar *softwares* de simulação e realizar todos os testes necessários antes de implementar um determinado circuito numa placa de cobre, onde os componentes serão soldados na placa.

### Outra alternativa para programar sistemas embarcados

Em 2020, uma equipe de pesquisadores brasileiros desenvolveu uma ferramenta chamada *Bipes* (*Block based Integrated Platform for Embedded Systems* - Plataforma Integrada baseada em blocos para sistemas embarcados). Ela permite projetar, desenvolver, programar e testar rapidamente e de forma robusta sistemas embarcados e dispositivos/aplicativos IoT.

Uma das grandes vantagens de utilização do *Bipes* é que não é necessária a instalação de *softwares* na sua máquina já que consiste em uma aplicação Web, permitindo assim, que diferentes dispositivos (computador, tablet, smartphones, etc.) possam ser utilizados para programação.

Além disso, a lógica é realizada utilizando o princípio de programação em blocos, que consiste em arrastar e soltar componentes de forma intuitiva, facilitando o desenvolvimento dos programas que podem ser enviados diretamente do navegador para a placa, sem a necessidade de instalação de *softwares* adicionais. O *Bipes* pode ser acessado por meio do link: <http://bipes.net.br>.



### CUIDADOS AO MANUSEAR COMPONENTES ELETRÔNICOS

**CUIDADOS PARA NÃO QUEIMAR O ARDUINO** - Atentar-se ao valor da alimentação (tensão elétrica) e ao valor máximo de corrente elétrica que ele suporta, considerando todos os pinos. O Arduino UNO, por exemplo, deve ser operado com uma tensão de 5V e cada pino pode fornecer ou receber até 40mA de corrente elétrica.

**CUIDADOS COM CAPACITORES POLARIZADOS** - Os capacitores do tipo eletrolítico são polarizados, ou seja, possuem seus terminais definidos, sendo um positivo e outro negativo, assim como os LEDs. Para alimentar este tipo de capacitor corretamente, deve-se ligar o positivo da fonte no terminal positivo do capacitor e o negativo da fonte no terminal negativo do capacitor. Se a ligação estiver invertida, o capacitor explode, podendo entrar fagulhas nos olhos, se você estiver próximo e sem óculos de proteção. Outro risco de explodir um capacitor polarizado seria alimentá-lo com uma tensão maior que sua tensão nominal (ou seja, tensão de operação).

**CUIDADO PARA NÃO QUEIMAR O LED** - Ao ligar um LED diretamente a uma fonte de alimentação, ele pode queimar, pois os LEDs funcionam com uma tensão direta baixa (de 1,5V a 3,4V, dependendo do tipo do LED), por exemplo, os vermelhos, amarelos e verdes possuem uma queda de tensão direta de 2,0V e uma corrente nominal máxima de 24mA. Portanto, deve-se ligar um resistor em série, e para saber o valor de resistor que deve ser ligado, pode-se aplicar 1ª Lei de Ohm. A diferença de potencial em cima do resistor será a tensão da fonte menos a tensão no LED. Aplicando a 1ª Lei de Ohm, encontra-se o valor do R.

Mais informações sobre este tema podem ser obtidas no website

[www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

<http://www.processing.org>

<https://www.arduino.cc/en/Main/Products> - Tipos de Arduino

<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

<https://www.arduino.cc/en/Guide/Environmen>

<https://www.arduino.cc/en/Guide>

- Instalação do Arduino no computador

## 6. KITS DE ROBÓTICA

Você tem muitas memórias de sua infância? É bem provável que você tenha respondido que sim. Todos temos algumas boas memórias de nossa infância, principalmente quando pensamos em alguns brinquedos que tivemos o privilégio de receber dos nossos pais. Que coisa mais bela é o sorriso de uma criança que acaba de receber um brinquedo o qual ela tinha esperado e sonhado tanto receber.

Depois de trabalhar um tempo com robótica para crianças, pude entender que o sorriso de uma criança que ganha seu tão sonhado brinquedo só pode ser superado pelo sorriso das crianças que dão vida aos brinquedos criados por elas mesmas. Essa é a magia dos kits de robótica: permitir que crianças criem seus próprios brinquedos, dando vida a estes, assim como elas assistem nos desenhos animados.





A boa notícia é de que atualmente a tarefa de criar um robô pode ser muito simples, mesmo para uma criança. Essa simplicidade se deve a ampla oferta no mercado de kits de robótica e de ferramentas de simulação de robôs. Um kit de robótica é um conjunto de peças que permite a entusiastas, de diferentes idades, fazer montagens de robôs que se parecem com brinquedos.

Além disso, um kit de robótica pode servir para montagem de apenas um projeto, mas felizmente, esse não é o caso mais comum. Geralmente, um kit de robótica permite que sejam montadas diversas combinações possíveis de projetos. Em algumas oportunidades, um único kit de robótica pode assumir diversas formas, permitindo que sejam criados robôs que imitam carros ou tratores, robôs bípedes, braços robóticos, robôs que imitam animais, instrumentos musicais dentre outras possibilidades.

A história do surgimento dos kits de robótica está intimamente ligada ao surgimento da Cultura do Faça Você Mesmo e da Cultura Maker. Nas próximas seções vamos tratar sobre alguns dos principais componentes que integram um kit de robótica. Mas não se preocupe caso você ainda não tenha ainda um kit de robótica em suas mãos, trataremos também de ferramentas que permitem que você ingresse neste mundo através de simulações, mesmo sem ter um kit de robótica.

### 6.1. Componentes que integram um kit de robótica

Um kit de robótica pode conter desde algumas poucas unidades ou até mesmo centenas de peças. A quantidade de peças e a complexidade do processo de montagem pode variar em função da idade do público-alvo projetado para o kit. Nesta seção, falaremos de alguns componentes básicos que podem ser encontrados na maior parte dos kits de robótica:

- unidade programável;
- sensores;
- atuadores;

- partes mecânicas; e
- software de desenvolvimento e controle;

A seguir, cada componente do kit de robótica será detalhado.

#### • **Bloco programável ou hub**

O bloco programável, ou também chamado de hub, é o sistema nervoso central do kit de robótica, que além de ser responsável pelo processamento da programação feita para o robô, é responsável também pela integração dos seus componentes. O bloco programável geralmente possui interfaces de comunicação, seja com os componentes internos ao robô, como sensores, motores e atuadores; ou com componentes externos, como o software de edição de código fornecido pelo kit.

Para desempenhar essas funções, o bloco programável precisa de uma placa de circuito eletrônico que contenha as interfaces de comunicação necessárias e um computador embutido na placa que possa executar a programação feita para o robô. Para resolver esse problema, geralmente utiliza-se a arquitetura de embutir este computador dentro de um chip, que no inglês é chamado de System on Chip (SoC). Na maior parte dos kits de robótica, são utilizados microcontroladores para desempenhar as funções relativas ao processamento de instruções.

As placas de circuito eletrônico que integram os blocos programáveis dos kits de robótica podem ser projetos de código e *hardware* abertos, ou podem ser plataformas fechadas e proprietárias. Dentre as alternativas de blocos programáveis de *hardware* e código aberto, destacam-se os projetos baseados em placas de Arduino. Por outro lado, no campo das soluções fechadas e proprietárias, destaca-se os kits de robótica oferecidos pela LEGO.



**Figura IV.6.1** - Blocos programáveis do kit LEGO® Mindstorms EV3 (esq.) e LEGO® Education SPIKE™ Prime (dir.). Adaptado de: lego.com.

Além de desempenhar a função de processamento das instruções do programa, o bloco programável tem a função também de ser o *hub* do robô. Essa função consiste em permitir a conexão entre as diferentes partes do robô e a sua parte central. Para facilitar a montagem e manuseio do robô por iniciantes, alguns kits de robótica estabelecem padrões de conectores para que mesmo peças com funções distintas possam ser conectadas sem a exigência de conhecimentos específicos.

No kit LEGO Mindstorms EV3 as conexões são feitas através de cabos padrão RJ12 (6 vias), que é o mesmo padrão utilizado em alguns sistemas de telefonia corporativa. Já as conexões do kit LEGO® Education SPIKE™ Prime são feitas através de cabos com um padrão de conector proprietário da LEGO, e o seu principal diferencial é a capacidade de detectar automaticamente a conexão de sensores ou atuadores.

#### • Sensores

Os sensores são as partes do kit de robótica responsáveis por coletar informações do meio exterior e trazê-las para dentro do bloco programável, de modo que possam ser utilizadas no programa do robô para subsídio à tomada de decisões. De um kit para outro pode variar bastante a lista de sensores, mas vamos logo a seguir fazer alguns comentários dos sensores mais comumente encontrados nos kits de robótica:

- **sensor de toque ou pressão:** sensor capaz de detectar um obstáculo através de pressão, ou seja, quando o robô se choca com o obstáculo em questão.
- **sensor de distância ultrassônico:** sensor capaz de medir a distância de objetos através da medição do intervalo de tempo transcorrido entre a emissão de uma onda ultrassônica, gerada pelo sensor, e a recepção do seu eco refletido.



**Figura IV.6.2** - Sensor de toque ou pressão (esq.); sensor de luminosidade e cor (centro) e sensor de distância ultrassônico (dir.). Adaptado de: lego.com.

- **sensor de luminosidade e cor:** sensor capaz de reconhecer a cor de objetos através da emissão de luzes de diferentes cores na direção do objeto a ser testado, e na sequência realizando o cálculo das coordenadas de cromaticidade com base na radiação refletida, comparando os resultados obtidos com valores de referência cromáticos previamente armazenados.
- **giroscópio:** sensor capaz de medir a inclinação do robô em pelo menos três eixos. O giroscópio microeletromecânico é uma versão extremamente compacta do conceito do giroscópio mecânico tradicional que é capaz de ser embarcado em um pequeno *chip*. Nas versões mais recentes de kits LEGO, como o Spike Prime, o sensor giroscópio está integrado ao próprio bloco programável.

#### • Atuadores

Os atuadores, em uma via contrária aos dos sensores, são os responsáveis por desempenhar ações no meio exterior quando comandados pelo programa executado no bloco programável. Quando se fala de atuadores em kits de robótica, sem dúvidas a primeira coisa que vem à mente são os motores, e começaremos falando deles.

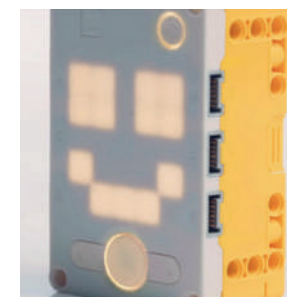


**Figura IV.6.3** - Motor Angular Technic™ do Kit LEGO® Education SPIKE™ Prime.

Fonte: lego.com.

Os motores podem ser desde motores simples de corrente contínua até mesmo servo motores. No caso dos motores de corrente contínua, é possível controlar apenas a sua velocidade de rotação. Já no caso de servo motores, o nível de controle é muito superior, pois nesses motores é possível controlar com precisão o ângulo de rotação desejado do eixo.

Uma outra funcionalidade incrível desses motores, quando acompanhados de um sensor de rotação, é a capacidade de perceber a velocidade e a posição angular relativa e absoluta do eixo. Nesses casos, além da função de atuação, o motor exerce também função de sensor, conseguindo perceber uma movimentação manual sobre o eixo do motor, feita por exemplo quando um usuário interage fisicamente manipulando o robô.



**Figura IV.6.4** - Display de matriz de LEDs do Kit LEGO® Education SPIKE™ Prime.

Adaptado de: lego.com.

Além dos motores, os kits de robótica podem conter outros atuadores, como LEDs, *displays* para exibição de informações e alto-falantes para reprodução de sons.

#### • Partes mecânicas

As partes mecânicas são peças que permitirão a montagem dos esqueletos dos robôs, são elas que dão sustentação mecânica ao projeto e que permitem a realização de movimentos. Os tipos de peças podem variar muito de um kit para o outro, mas podemos comentar aqui sobre algumas das peças mecânicas mais frequentemente encontradas em kits de robótica: rodas; engrenagens; peças de conexão; vigas; e longarinas. Na **Figura IV.6.5**, são apresentadas algumas dessas peças que compõem os diferentes tipos de kit Lego.

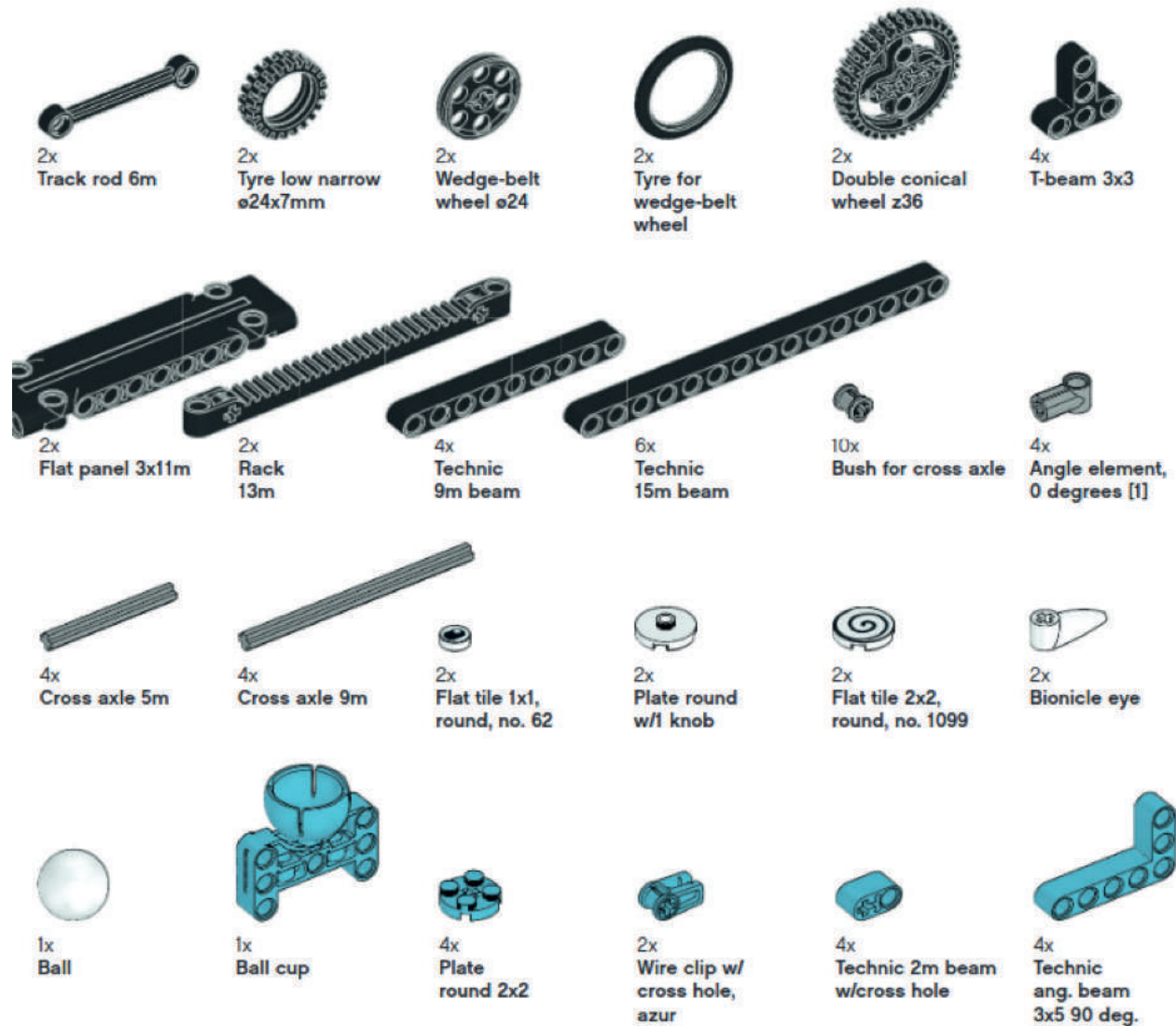


Figura IV.6.5. Relação parcial de peças do Kit LEGO® Education SPIKE™ Prime. Adaptado de: lego.com.

Essas pequenas peças permitem uma infinidade de diferentes combinações possíveis de montagens, que garantem um vasto grau de liberdade para que além das montagens já previstas pelo fabricante, outras montagens autorais inovadoras sejam propostas pelos usuários dos kits. A **Figura IV.6.6** ilustra seis diferentes montagens possíveis de serem construídas com as peças do Kit LEGO® Education SPIKE™ Prime.

### • Plataforma de Desenvolvimento de Código

Além das partes físicas, um kit de robótica precisa ter ainda uma plataforma de software que permita aos seus usuários dar vida às montagens feitas com as peças do conjunto. De nada adiantaria montagens sofisticadas com motores, sensores e partes mecânicas sem um código que defina as ações e o comportamento do robô. Cada uma das empresas fornecedoras de kits de robótica costuma fornecer a sua própria plataforma para desenvolvimento do código. Essa plataforma, além de permitir a edição de código, é responsável ainda por algumas tarefas básicas de comunicação com o robô, como o envio do programa desenvolvido para a memória do robô. Além do ambiente para edição de código, a plataforma de desenvolvimento é responsável por fornecer, também, uma linguagem de programação e uma biblioteca que simplifique a execução de tarefas rotineiras do robô. Dentre os comandos mais comuns, pode-se citar aqueles que ordenam que o robô se mova para frente, para atrás, ou que gire um determinado número de graus no sentido horário ou no sentido anti-horário, dentre muitos outros comandos que podem ser executados.



**Figura IV.6.6** - Algumas montagens possíveis com as partes mecânicas do Kit LEGO® Education SPIKE™ Prime. Adaptado de: lego.com.



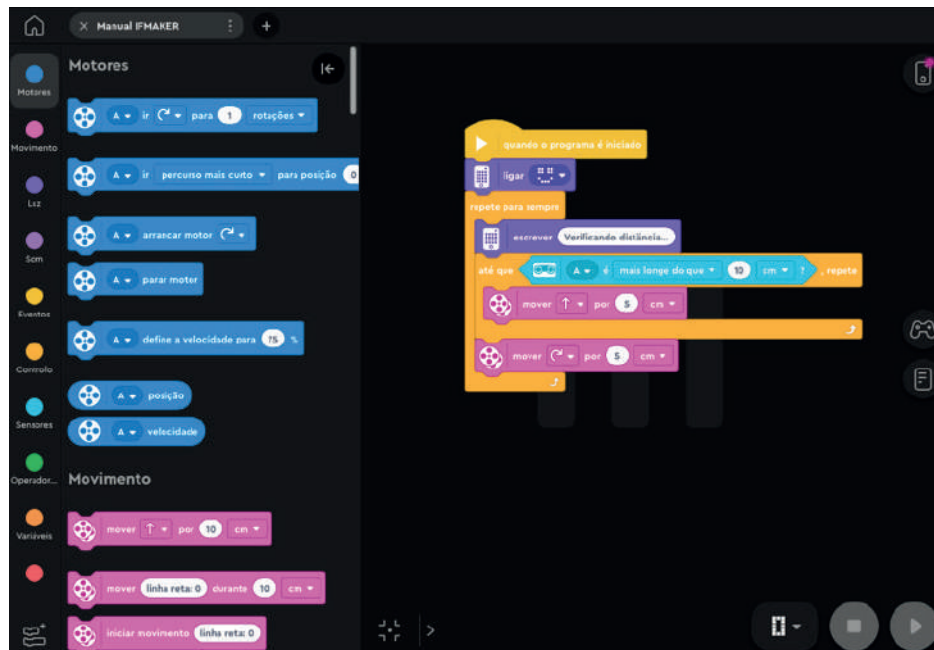


Figura IV.6.7- Exemplo de programa construído no *LEGO MINDSTORMS*.  
Fonte: Acervo de professor colaborador.

Um aspecto marcante das plataformas de desenvolvimento de código para kits de robótica é o uso do paradigma de programação em blocos. Nesse paradigma, os *Makers* têm a sua disposição um extenso acervo de blocos que desempenham funções específicas, e cabe ao programador fazer o encaixe correto dessas peças.

Diferentemente do paradigma de programação textual, onde o desenvolvedor tem uma tela vazia e precisa escrever o código do zero, no paradigma de programação orientado a blocos, o programador pode ver as peças disponíveis e o formato delas sugere quais são os encaixes possíveis, facilitando assim o aprendizado sobre a sintaxe da linguagem.

## 6.2. Kits de robótica disponíveis no mercado

No momento de escrita deste manual existem diversas opções de kits de robótica disponíveis no mercado, como kits da *LEGO*, *micro:bit*, *Makeblock* dentre outras opções. No entanto, em um passado recente não existiam tantas opções assim. A empresa *LEGO* possui um papel relevante na disponibilização de kits de robótica, lançando seu primeiro kit de robótica em 2008 que recebeu o nome de *LEGO Mindstorms RCX*.

A segunda geração de kits de robótica da *LEGO* foi nomeada de *LEGO Mindstorms NXT* e foi lançada em 2006. No ano de 2013, foi lançada a sua terceira geração de kits de robótica, denominada de *LEGO Mindstorms EV3*, que acabou sendo a mais conhecida delas. Na sequência, serão apresentadas de forma sucinta algumas das plataformas de Robótica com maior participação neste mercado.

### • *LEGO Mindstorms EV3*

O kit *LEGO Mindstorms EV3*, Figura IV.6.8, é recomendado para crianças com 10 anos de idade ou mais, possui 601 peças e permite a montagem de uma extensa lista de robôs. No site do fabricante é possível encontrar instruções detalhadas para montagem de 18 robôs diferentes, dentre eles: um rover, um robô bípede, um escorpião, uma guitarra, retroescavadeira, etc.



Figura IV.6.8 - Detalhes do Kit *LEGO Mindstorms EV3*.  
Adaptado de: [lego.com](http://lego.com).

Para montagem dos robôs são utilizadas peças mecânicas como rodas, engrenagens, esteiras, vigas, longarinas, dentre outras. Porém, para dar vida ao robô são utilizados sensores e atuadores. Dentre os sensores que podem ser encontrados no *kit LEGO Mindstorms EV3*, podemos destacar os sensores de: cor, toque, ultrassônico e giroscópico. O sensor ultrassônico permite calcular a distância do robô a um obstáculo próximo, e o sensor giroscópico permite medir a inclinação do robô, seja no plano horizontal ou vertical.

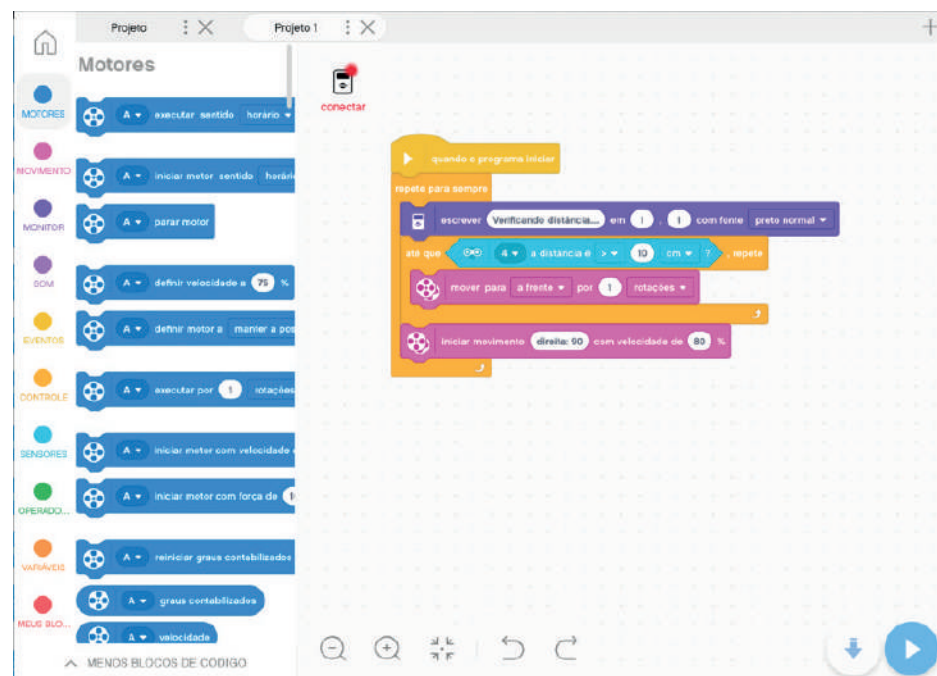


Figura IV.6.9- Exemplo de programa construído no EV3 Classroom.

Fonte: Acervo de professor colaborador.

Além dos sensores, outra classe de componentes muito importante são os atuadores, no *kit Mindstorms EV3* podem ser encontrados três motores, sendo dois deles de grande porte e um deles de pequeno porte.

O coração do kit é o bloco programável, que é capaz de executar o programa desenvolvido pelo usuário de robótica e também de permitir a comunicação com os sensores e atuadores utilizados no projeto. O kit acompanha ainda cabos de conexão e uma bateria recarregável, que permite que o robô desempenhe suas funções mesmo não conectado a uma fonte de energia.

## Kit LEGO Mindstorms EV3



Página do produto



Instruções de montagem



Download de softwares



Lista de elementos

- **LEGO Robot Inventor**

O Kit LEGO Robot Inventor foi lançado no ano de 2020, é indicado para crianças de 10 anos de idade ou mais, possui 949 peças e também permite a montagem de uma extensa lista de robôs. No site do fabricante é possível encontrar instruções detalhadas para montagem de seis tipos distintos de robôs, que são: um robô bípede chamado Blast, um robô de três rodas chamado Charlie, um robô quadrúpede chamado Gelo, um robô articulado de quatro rodas chamado M.V.P., e um caminhão supersimpático chamado *Tricky*.

Para montagem desses robôs, o kit conta com quase mil peças de encaixe, além de um display para exibição de informações (matriz de 5x5 LEDs), conectividade *bluetooth*, sensor giroscópico de 6 graus de liberdade, bateria recarregável, alto-falante, sensor de cor (capaz de distinguir entre oito cores e também o nível de luminosidade), sensor de distância e quatro motores médios.

Uma das principais novidades da plataforma Robot Inventor foi a introdução de uma interface de programação baseada na já conhecida plataforma *Scratch*. Através dessa interface é possível desenvolver programas para o robô de uma forma bem intuitiva usando um computador ou até mesmo a partir do celular. A interface de edição de códigos, baseada na programação em blocos, pode ser utilizada em PCs com Windows 10, macOS ou celulares e *tablets* com os sistemas operacionais iOS ou Android.



Figura IV.6.10 - Detalhes do Kit *LEGO Robot Inventor*. Adaptado de: [lego.com](http://lego.com).

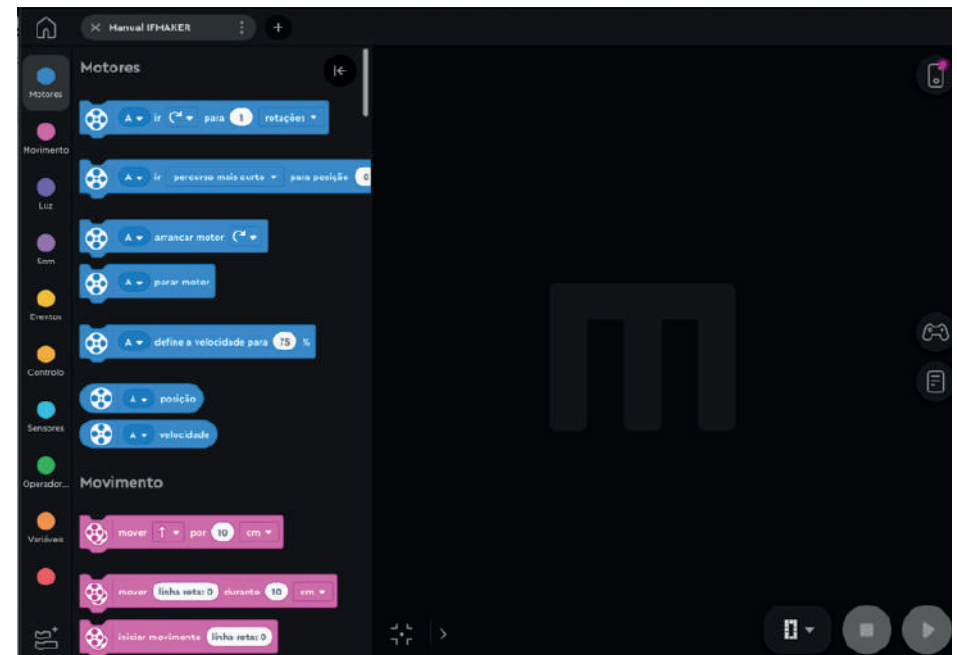


Figura IV.6.11 - Tela do programa *LEGO Mindstorms*.  
Fonte: Acervo de professor colaborador.

## Kit LEGO Robot Inventor



Página do produto



Instruções de montagem





## Download de softwares

- **LEGO Spike Prime**

O kit SPIKE™ Prime LEGO® Education é indicado para crianças de 10 anos ou mais de idade, possui 528 peças e também permite a montagem de uma extensa lista de robôs. No site do fabricante é possível encontrar instruções detalhadas para montagem de mais de trinta tipos distintos de robôs.



Figura IV.6.12- Detalhes do Kit LEGO SPIKE™ Prime. Adaptado de: lego.com



## Lista de elementos

Para montagem dos robôs, o kit conta com uma peça central, que é o bloco programável, que possui seis portas de entrada/saída, matriz de LEDs 5x5, conectividade Bluetooth, um alto-falante, giroscópio de seis eixos e uma bateria recarregável. O conjunto SPIKE Prime também inclui três motores (1 grande e 2 médios), um sensor de pressão, um sensor de luminosidade e cor e um sensor ultrassônico.

Além das partes físicas, o kit ainda acompanha uma plataforma de software que permite aos seus usuários dar vida às montagens feitas com blocos LEGO. O ambiente de codificação intuitivo para tablets e computadores aproveita o melhor da popular linguagem de programação *Scratch*. O *software* de programação está disponível para *download* nas seguintes plataformas: *Mac OS, Windows 10, iPad, Android e Chromebook*.

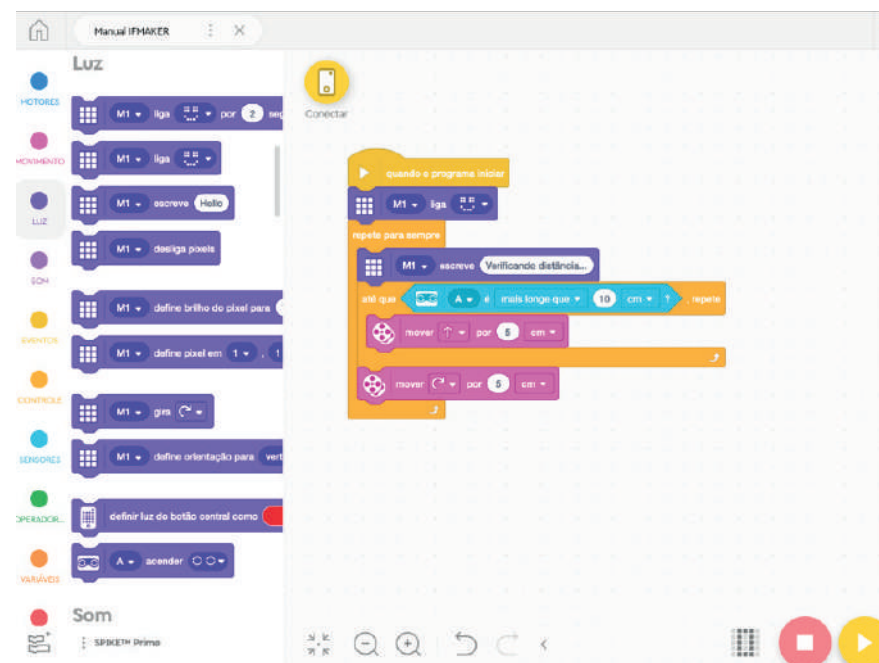


Figura IV.6.13 - Exemplo de programa construído no software SPIKE™ Prime LEGO® Education.

Fonte: Acervo de professor colaborador.

A **Figura IV.6.13** exibe uma das telas do *software* que auxilia os usuários do kit a fazerem a montagem física das peças, bem como a montagem dos blocos de programação. O programa permite que os usuários escrevam diversos programas que podem ser transferidos para diferentes canais do robô. Dessa forma, um robô pode conter simultaneamente diversos programas armazenados em sua memória e o usuário pode escolher qual dos programas será executado.

## Kit LEGO Spike Prime



Página do produto



Instruções de montagem



Download de softwares



Lista de elementos

distância ultrassônico, acelerômetro, giroscópio, dois motores de precisão, cinco LEDs RGB programáveis, alto-falante, *display* colorido, detecção e gravação de som, comunicação sem fio dentre outras possibilidades.

Diferente dos kits descritos anteriormente, onde a montagem do robô literalmente faz parte da brincadeira diária, nesse caso considero que o foco desse kit não está na montagem do robô. O kit acompanha um chassi, um bloco programável, rodas, engrenagens, sensores e motores, sendo que a montagem do kit é finalizada com chave e parafusos.

A programação é feita através do *software mBlock* disponibilizado pelo fabricante e com suporte aos sistemas operacionais *Windows, macOS, iOS e Android*. O *mBlock* é um *software* de código aberto e a comunidade de *software livre* pode fazer melhorias e desenvolver extensões. A plataforma permite a visualização do código gerado na linguagem *Python*, bem como o desenvolvimento do programa diretamente nesta linguagem.



- **Makeblock mBot 2**

O Makeblock mBot 2 é um kit de robótica indicado para crianças entre 8 e 12 anos, composto por quatro sensores de cor e seguidores de linha, sensor de





Figura IV.6.14 - Detalhes do Kit Makeblock mBot 2.

Adaptado de: [makeblock.com](http://makeblock.com)

## Makeblock mBot 2



Página do produto



Instruções de montagem



Download de softwares

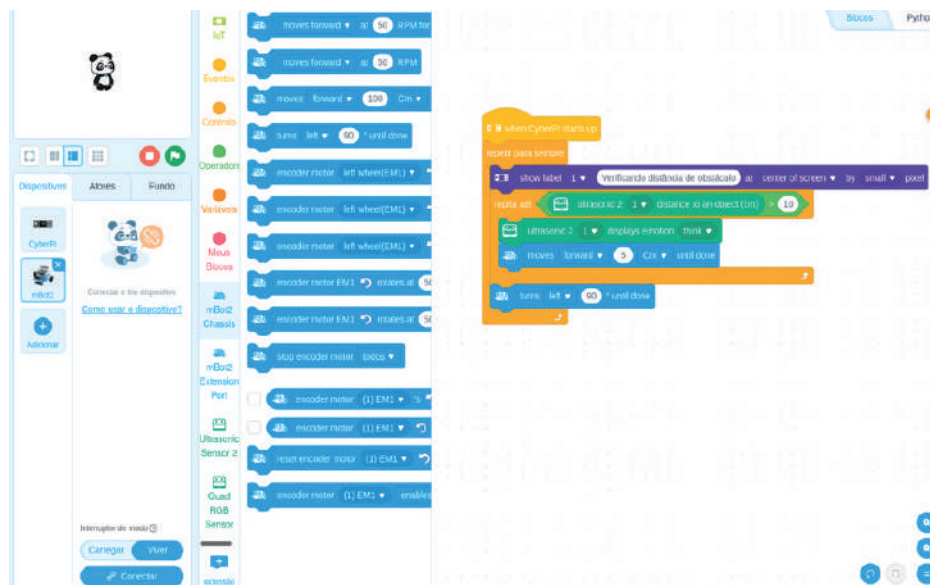


Figura IV.6.15 - Exemplo de programa construído através do mBlock.

Fonte: Acervo de professor colaborador

Uma outra possibilidade é adquirir também um kit baseado em Arduino. Conforme já explicado no capítulo anterior, o Arduino é uma poderosa plataforma de prototipação eletrônica que permite a construção de diversos dispositivos, incluindo robôs. Existem diversos fabricantes que se utilizam da arquitetura Arduino para a produção de robôs, e dentre as vantagens possíveis está o maior grau de liberdade de customização e a maior facilidade de acesso devido aos custos muito mais baixos, especialmente se comparados com os kits de robótica da LEGO.



### 6.3. Software de Simulação de Robótica

- **Open Roberta**

O *Open Roberta* (<https://lab.open-roberta.org/>) foi iniciado em 2014 junto com o Google Germany para remover os obstáculos de acesso à programação de robôs para crianças em idade escolar, professores e qualquer pessoa interessada em programação.

O *software Open Roberta* é gratuito e aproxima as pessoas da programação e da robótica, uma vez que permite que qualquer pessoa - mesmo sem um kit real de robótica - possa dar os seus primeiros passos nessa área. Através do *software Open Roberta* e um computador, os usuários podem fazer simulações tendo como referências as principais plataformas de robótica.

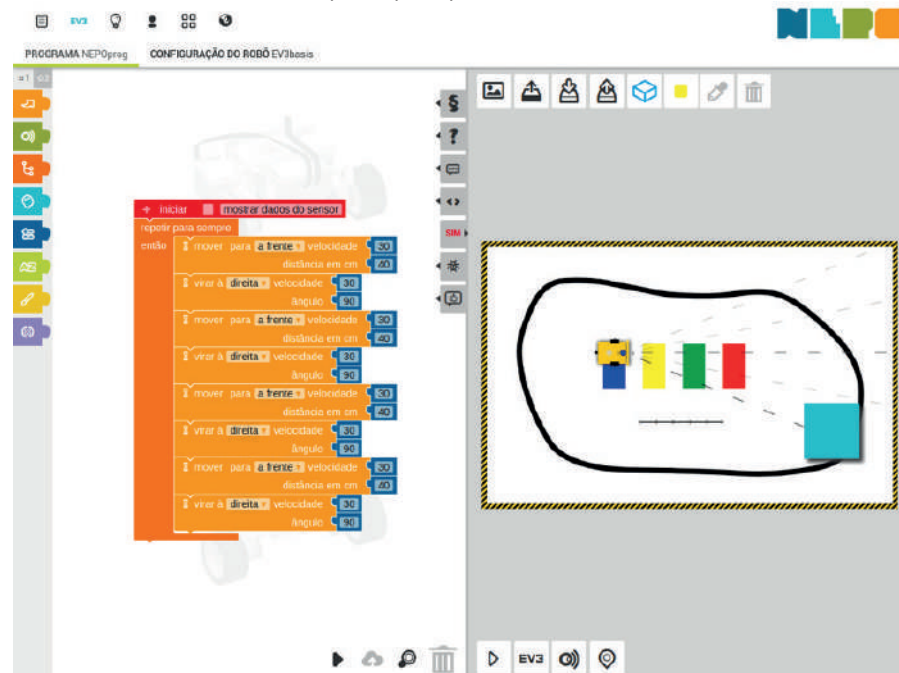


Figura IV.6.17- Tela do simulador de Robótica Open Roberta.

Fonte: Acervo de professor colaborador.

### Exemplos de projetos rode robôs com o *Open Roberta*

Neste manual optou-se por exemplificar o ensino de robótica através da ferramenta de simulação *Open Roberta*. Consideramos que essa ferramenta de simulação seja uma excelente porta de entrada para quem está iniciando no universo da robótica. Nesta seção, apresentaremos sugestões e material de referência para uma sequência de aulas introdutórias sobre o tema da robótica usando esta ferramenta de simulação.



Figura IV.6.18 - Robô que interrompe sua movimentação quando detecta um obstáculo com o sensor de pressão.

Fonte: Acervo de professor colaborador.



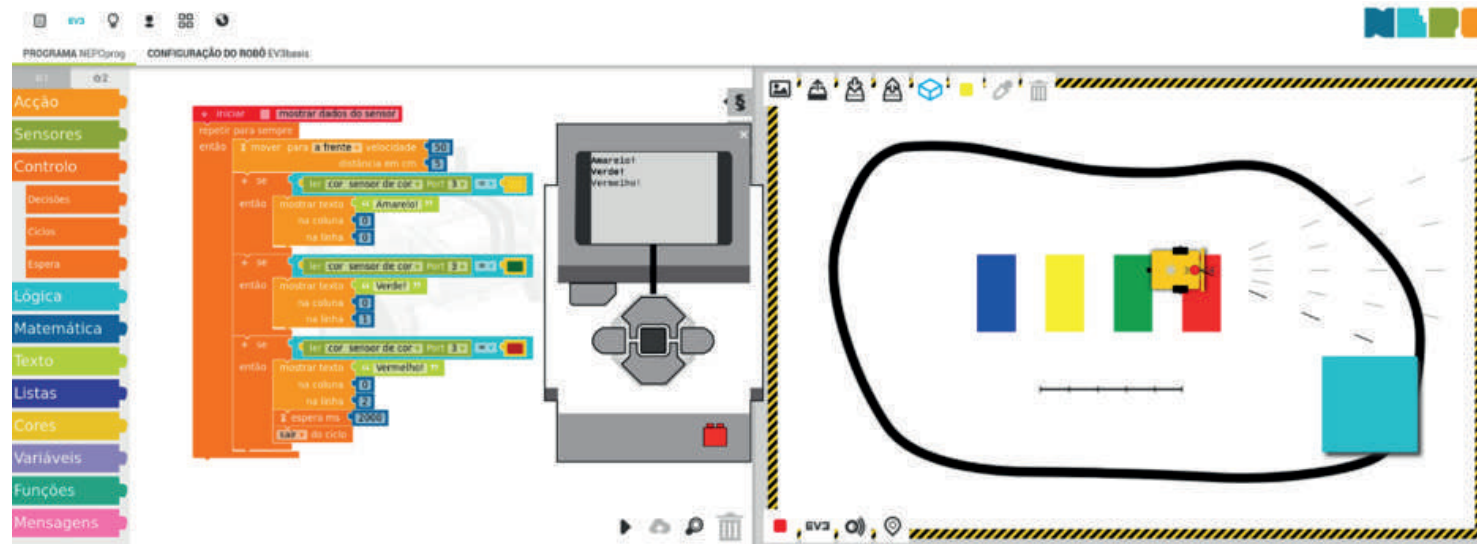


Figura IV.6.19 – Robô que detecta cores e que interrompe sua movimentação quando encontra a cor vermelha. Fonte: Acervo de professor colaborador.

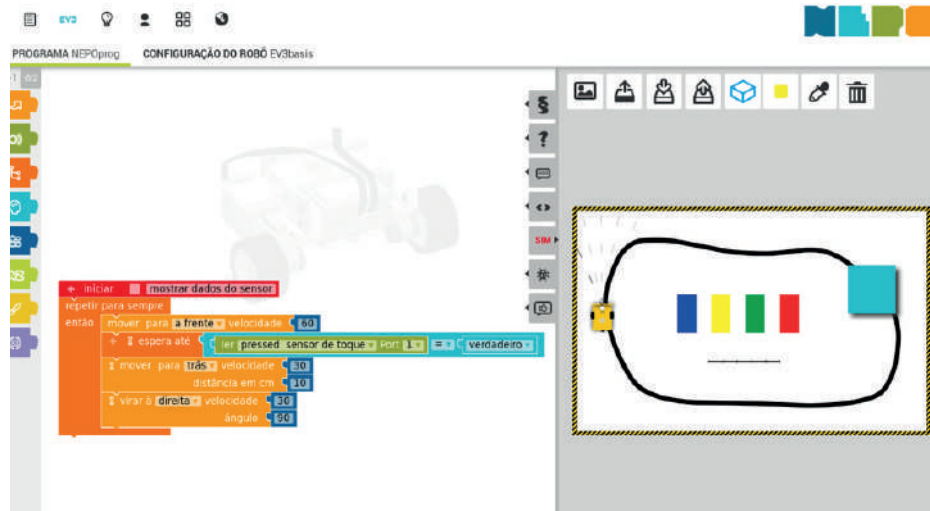


Figura IV.6.20 – Robô que desvia de obstáculos detectados através do sensor de pressão. Fonte: Acervo de professor colaborador.

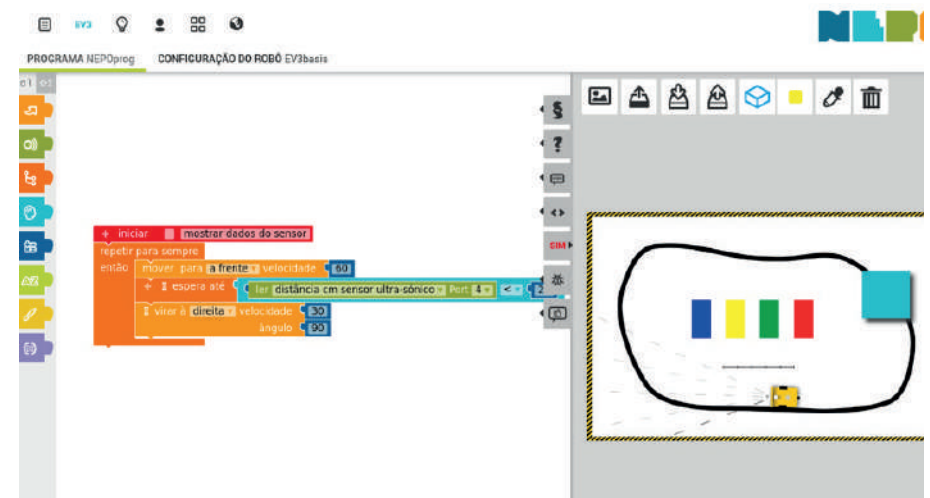
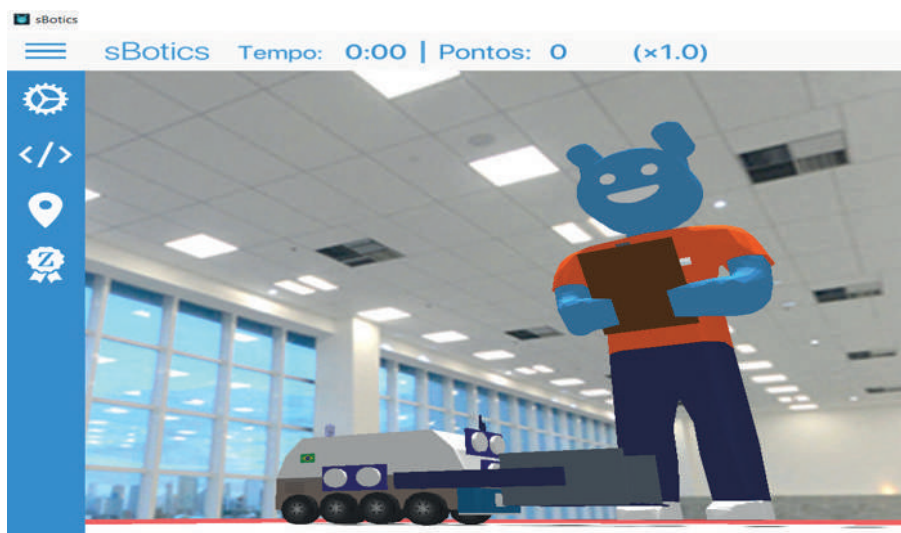


Figura IV.6.21 – Robô autônomo que desvia de obstáculos detectados através do sensor ultrassônico. Fonte: Acervo de professor colaborador.

### • SBotics

O projeto *SBotics* (<https://sbotics.weduc.natalnet.br/>) foi iniciado em 2018 com uma parceria entre os laboratórios *NatalNet* e *LAICA* da UFRN e IFRN, respectivamente. Este projeto **Figura IV.6.22** visa o desenvolvimento de uma plataforma de simulação robótica aplicada a um ambiente de robótica educacional, especificamente à simulação dos níveis 1 e 2 da prova prática da Olimpíada Brasileira de Robótica.



**Figura IV.6.22** - Ambiente de simulação provas de robótica educacional na modalidade Rescue Line na plataforma SBotics.

**Fonte:** Professor João Moreno Vilas Boas (IFRN).

Na abordagem comum desta prova utiliza-se Kits de Robótica para simular o resgate de uma vítima em um ambiente de desastre. A ideia deste trabalho não é substituir a prova prática, mas fornecer uma alternativa para aqueles que desejam testar seus conhecimentos e não possuem kits. Permitindo, desta forma, o teste de conhecimentos de programação sem danificar o robô, bem como a difusão da Robótica Educacional e da Olimpíada Brasileira de Robótica através de um simulador acessível.

O usuário, através do sistema, deverá ser capaz de programar o robô virtual para seguir um conjunto de instruções definidas fazendo uso da linguagem R-Educ e em seguida simular o funcionamento do seu robô em uma arena similar a real gerada aleatoriamente pelo sistema.

## 7. ESTABELECENDO CONVÊNIOS, ACORDOS E PARCERIAS

Um dos grandes desafios do LabMaker é a captação de recursos para a sua manutenção (materiais de consumo e eventuais serviços de terceiros) e renovação do seu parque tecnológico (equipamentos).

Diante disso, torna-se fundamental uma boa estratégia que permita que o LabMaker seja um parceiro atrativo, tanto para desenvolvimento tecnológico por meio de pesquisas e prototipagens, como para prestação de serviços, por meio da fabricação rápida de produtos usando a tecnologia de impressão 3D, corte a laser e dentre outras.

A seguir apresentamos a importância estratégica do estabelecimento de parcerias, algumas reflexões sobre convênios e acordos de cooperação técnica e a oportunidade que editais de fomento podem trazer para captação de recursos do LabMaker.

### 7.1. Buscando Parceiros

Os gestores do LabMaker devem buscar a construção de conexões e relacionamentos com outros atores para o desenvolvimento de redes de confiança e de troca de informações que permitam o estabelecimento de parcerias tanto no âmbito interno quanto externo ao IF. Nessa busca, é importante que os gestores do LabMaker procurem interagir com gestores de outros setores e organizações, participando de eventos que possam trazer oportunidades de parceria.

Do ponto de vista operacional, para a busca de parceiros é importante que o LabMaker tenha formas de divulgar seu ambiente, sua carta de serviços, o conjunto de competências de sua equipe e, com o tempo, seus resultados. Esta



divulgação pode ser feita por página web ou redes sociais do próprio campus do LabMaker. Também nesse propósito é importante ter um folder e uma apresentação que possa ser utilizada pelos gestores nas atividades de interação para o estabelecimento de parcerias.

A busca por parcerias internas à instituição (IFs, Cefets) podem ocorrer tanto no âmbito do próprio campus do LabMaker quanto no de outros campi ou da Reitoria. Nesta perspectiva, o elenco de parceiros pode ser: “Núcleo de Inovação Tecnológica - NIT; Incubadora de Empreendimentos; Empresas Juniores; e Fundação de Apoio”. Além desses, também são potenciais parceiros os Grupos de Pesquisa e os Polos de Inovação (Embrapii). Faremos uma breve descrição de cada um destes principais *stakeholders* internos a seguir:

- **Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT)**

O NIT tem por finalidade a gestão da política de inovação da instituição de ciência e tecnologia (ICT) e suas atribuições são previstas na Lei 10.973/2014 (aperfeiçoada pela Lei 13.243/2016 e Decreto 9.283/2018). Dentre essas atribuições, o NIT também tem como uma de suas competências prevista na Lei de Inovação a promoção e o acompanhamento do relacionamento da ICT com instituições públicas e privadas em projetos de PD&I. Dessa forma, as atividades bem como os serviços oferecidos pelo LabMaker, principalmente aqueles que tenham potencial para gerar inovação, podem ser potencializados por meio da interação com o NIT do IF.

- **Incubadoras de Empresas**

Incubadoras são organizações que buscam estimular o empreendedorismo inovador apoiando a criação e o desenvolvimento de empresas que tenham como diferencial a realização de atividades voltadas à inovação (*startups*). No caso de uma instituição da Rede Federal EPCT ter uma incubadora, o estabelecimento de parceria pode facilitar a interação com empreendimentos potencialmente demandantes de serviços do LabMaker. Além disso, as incubadoras costumam oferecer, elas mesmas, serviços tanto aos seus empreendimentos quanto para externos, dessa forma, uma parceria pode ser a inclusão dos serviços do LabMaker nos instrumentos de divulgação da incubadora e vice-versa.

- **Empresas Juniores**

Empresas Juniores também podem ser parceiras importantes do LabMaker. Caso a instituição tenha empresas juniores, o LabMaker deve buscar parcerias com elas para a realização de atividades conjuntas. O protagonismo estudantil que o LabMaker busca desenvolver também é compartilhado pelos ideais das Empresas Juniores. Dessa forma, a interação entre as duas instituições pode potencializar o desenvolvimento dessa competência para os estudantes da instituição. Além disso, as Empresas Juniores mais ativas têm clientes que podem ser potenciais demandantes de serviços do LabMaker

- **Fundações de Apoio**

As Fundações de Apoio têm como finalidade, segundo a Lei de Inovação, apoiar projetos de pesquisa, ensino e extensão, projetos de desenvolvimento institucional, científico, tecnológico e projetos de estímulo à inovação de interesse das Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs). Dedicam-se, portanto, a facilitar os mecanismos de execução de projetos cooperados, especialmente o financeiro, com o gerenciamento de contas de projetos, criando condições mais propícias para que as instituições apoiadas estabeleçam relações de cooperação com o ambiente externo (Setec/MEC, 2018). Sob essa perspectiva, o LabMaker, deve procurar interagir com a Fundação de Apoio credenciada pelo seu IF em busca de apoio aos seus serviços e projetos, inclusive observando a possibilidade de gerenciamento financeiro de suas atividades.

- **Buscando Parceiros Externos**

No âmbito externo, a lista de potenciais parceiros inclui instituições já citadas no âmbito interno como Incubadoras de Empreendimentos municipais (ou de outras ICTs), bem como Associações Empresariais, instâncias do governo municipal (notadamente secretaria de educação e de desenvolvimento econômico); Sebrae; Instituições de Ensino Superior (IES); Instituições de Educação Profissional e Tecnológica (IEPT); e outras ICTs.

## 7.2. Convênios e Acordos de Cooperação Técnica

Segundo Pimentel (2010) podemos conceituar o

acordo de parceria como uma espécie de contrato, celebrado entre duas ou mais pessoas jurídicas, entre duas ou mais pessoas físicas, ou entre pessoas físicas e jurídicas. Quando realizado com a participação de um sujeito de direito público a parceria se dará na forma de um convênio. Ainda segundo o autor, os Convênios e Acordos de Cooperação Técnica que envolvam projetos de PD&I, devem prever cláusulas explícitas de confidencialidade.

Esta é uma questão extremamente sensível, pois está relacionada com o atendimento ao requisito de segredo industrial ou de novidade no caso de opção por ativos de propriedade intelectual tais como Patentes de Invenção, Modelos de Utilidade e Desenho Industrial.

Dessa forma, no acordo de parceria de PD&I, deverá constar cláusulas com todas as particularidades relacionadas com a confidencialidade e a propriedade intelectual, indicando a extensão e o grau de segredo que requerem. Essas cláusulas devem também prever disposições relativas à titularidade da propriedade intelectual alocada para utilização na execução do projeto. Para a elaboração dessas cláusulas é importante consultar o Núcleo de Inovação Tecnológica para saber como elas podem ser redigidas em conformidade com a Política de Inovação do Instituto Federal.

### 7.3. Editais de Fomento

Existem basicamente dois tipos de recursos de fomento disponíveis: recursos reembolsáveis e

não reembolsáveis. Os recursos reembolsáveis são aqueles que precisam ser devolvidos aos agentes fomentadores, enquanto os não reembolsáveis não possuem a necessidade de devolução dos recursos financeiros.

Os editais de fomento (reembolsável ou não) são realizados por meio de chamadas públicas em editais com cronograma com datas específicas para o recebimento de inscrições na forma de projetos. Em alguns casos, agências de fomento podem também usar a estratégia de fluxo contínuo, em que o edital fica válido para o recebimento de propostas por um longo período.

Os principais atores de fomento às atividades de PD&I são, no âmbito nacional: a FINEP, BNDES, CAPES e CNPq, no âmbito dos estados e Distrito Federal as Fundações de Amparo e no âmbito municipal, as secretarias de desenvolvimento econômico e de inovação.

Como exemplo, podemos citar os editais de subvenção econômica da Finep. São editais públicos que concedem recursos financeiros não reembolsáveis a empresas nacionais para o desenvolvimento de projetos com potencial de geração de inovação (LABIAK JUNIOR; MATOS; LIMA; 2011). Nesse tipo de edital, a empresa precisa demonstrar parceria com uma ICT para a elaboração do projeto de inovação. O LabMaker pode, dessa forma, participar, por meio de parceria com as empresas que submetem ao edital, da elaboração e execução de projetos.

Na prática, o LabMaker deve procurar oportunidades para desenvolver competências para a gestão do processo para captação de recursos não reembolsáveis oferecidos por entidades de fomento local, regional e nacional. Para isso, é muito importante estabelecer e cultivar parcerias com habitats e agentes de inovação como o Sebrae. Esses *habitats* e agentes podem oferecer treinamento ou mesmo suporte para o processo de captação de recursos do LabMaker.

O processo de captação de recursos de fomento não reembolsável pode ser resumido nos seguintes passos:

- Identificar os editais de fomento disponíveis que possuam aderência aos trabalhos desenvolvidos pelo LabMaker isoladamente ou em parceria com atores locais internos ou externos à instituição, tais como Incubadoras, Empresa Incubada, Associações Empresariais, Grupos de Pesquisa etc.
- Estudar detalhadamente o edital, observando os requisitos para adesão, prazos para submissão e critérios de avaliação dos projetos.
- Escrever um projeto aderente aos requisitos do edital.
- Obter as autorizações internas e externas à instituição para a submissão da proposta.

- Fazer a submissão da proposta.

Caso o projeto seja aprovado e contemplado com recursos:

- Executar o projeto conforme aprovado com os recursos que foram disponibilizados.
- Fazer a prestação de contas para o órgão de fomento.
- Arquivar a prestação de contas e os comprovantes de execução do projeto de forma segura para eventual auditoria pelos órgãos de controle internos e externos à instituição..

Talvez, o ponto mais crucial a ser considerado na elaboração de projetos para atendimentos a demandas propostas por Editais de Fomento é saber dosar a expectativa com a realidade na proposição do projeto. Ou seja, a proposição deve estar alinhada com a capacidade técnica e produtiva do LabMaker e a proposição de resultados além destes, apesar de ser um desafio provocativo, podem ser apresentados na prestação de contas como resultados além dos esperados.

Em outras palavras, devido a dinâmica e rotina de professores e estudantes, é preciso dosar bem o que se pode alcançar. Partir para objetivos mais simples e menos ousados, pode parecer uma ação de mediocridade, mas na verdade, trata-se de prudência.

O importante é focar na demanda do edital e atendê-la de acordo com os requisitos de avaliação para aprovação da proposta. Ou seja, uma leitura cuidadosa de todos os itens do edital é fundamental para que haja uma boa avaliação. Na maior parte dos casos, basta estar dentro dos objetivos do edital e propor algo factível para o atendimento da demanda. São elementos simples, mas quando bem escritos e detalhados, geram indicadores positivos no processo de avaliação. Ou seja, perceber que a proposta é possível e que vai atender os objetivos e demandas do edital, é a principal percepção que deve ser gerada nos avaliadores.

#### 5.4. Prestação de Serviços

Novamente, é importante regerar de forma equilibrada a contrapartida no Acordo de Cooperação Técnica (ACT), ou seja, de forma que a parceria seja vantajosa para ambas as partes. Serviços relacionados ao uso das impressoras 3D e das cortadoras *laser* são de grande atratividade para parceiros externos. Como exemplos de contrapartida, pode-se citar bolsas para estudantes, material de consumo e ou equipamentos.

Há possibilidade de recebimento de valores monetários, mas neste caso, é necessário que além do ACT, haja uma intermediação via Fundação de Apoio.

## 8. REGIMENTO

De forma simples, o regimento atua como um documento que define, por exemplo,

responsabilidades, deveres, regras para regulamentar atividades e funcionamento do ambiente Maker. Nesse sentido, a definição de políticas e regras de uso são fundamentais para um funcionamento exitoso de um Espaço Maker. É nesse ponto que entra a importância de termos um documento institucional norteando o funcionamento do Laboratório Maker.

O Laboratório Maker deve estar inserido dentro do organograma institucional, tendo claro o seu objetivo, questões sobre seu funcionamento em relação às atividades como pesquisa, extensão e ensino. Visando resguardar a equipe gestora, é importante considerar a necessidade da obrigatoriedade de definições de políticas de segurança (não necessariamente especificadas dentro do próprio regimento) e pontos sensíveis como penalidades pelo mau uso do laboratório. Assim, vamos abordar alguns dos aspectos mais relevantes que podem constar no regimento. Cabe destacar que cada instituição tem autonomia para definir seu próprio regimento levando em consideração ou não os itens apresentados neste manual.

O fluxo para aprovação do regimento, **Figura IV.8.1**, vai variar em cada Instituição Federal. No entanto, é importante que haja ampla discussão e publicidade no processo de elaboração e definição do regimento. A seguir destacamos pontos que merecem atenção na hora de definir o regimento, o texto final organizado por seções do documento.

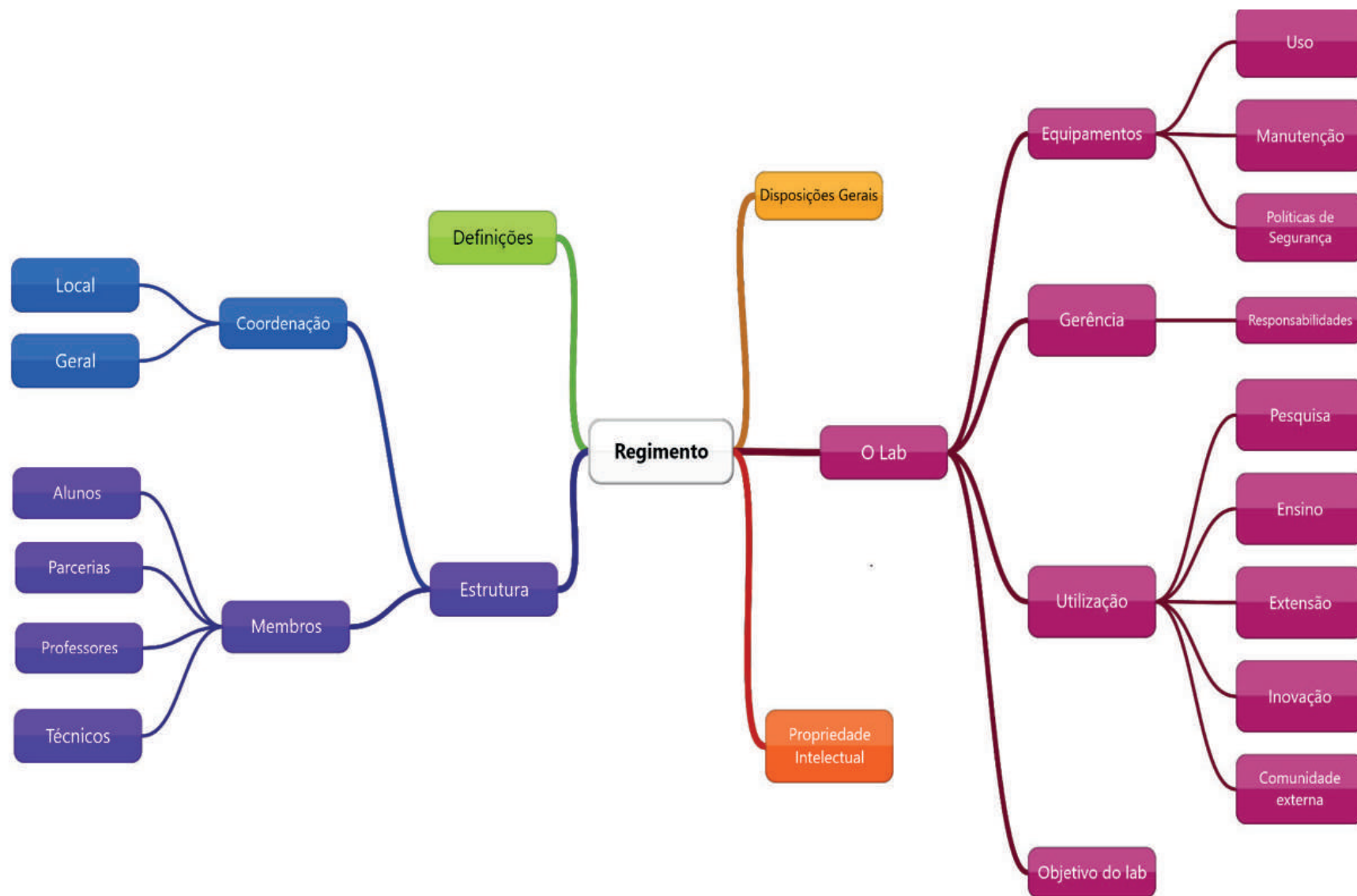


Figura IV.8.1 - Mapa mental sobre a construção de um regimento

### 8.1. Definições Gerais

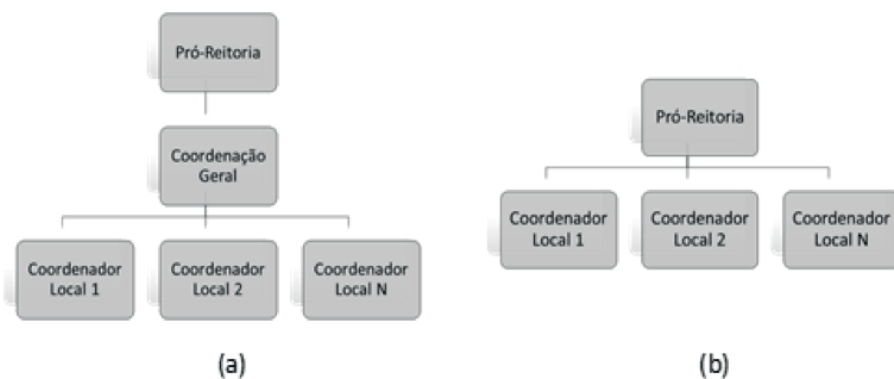
O laboratório Maker geralmente está vinculado à pró-reitoria de pesquisa ou extensão. Cabe à equipe gestora dialogar junto à gestão da instituição (reitor, pró-reitor, diretor do campus) o vínculo mais adequado.

Uma das premissas do Edital nº 35/2020 voltado à criação de Laboratórios LabMaker é o envolvimento da comunidade externa. Portanto, explicitar o envolvimento da comunidade externa coaduna com o que é estabelecido no edital 35/2020.

A gestão dos laboratórios IF Maker pode ser estruturada sob a supervisão geral de um coordenador-geral e coordenadores locais ou coordenações locais ligadas diretamente a alguma pró-reitoria. Deve-se observar que uma coordenação-geral pode apresentar dificuldades para coordenar diferentes laboratórios que estão fisicamente distantes. Por fim, funções gratificadas para o cargo de coordenação devem ser discutidas com a gestão, não sendo a gratificação obrigatória.

### 8.2. Estrutura Organizacional

O organograma simplificado pode ser visto de duas formas, conforme apresentado na **Figura IV.8.2**:



**Figura IV.8.2** - Organograma sugerido para Gestão dos Laboratórios Maker na Rede Federal.

- A decisão do melhor modelo de coordenação e de qual pró-reitoria o espaço maker será vinculado será dialogada entre a gestão da instituição e a equipe gestora.
- As nomeações devem ser publicadas por meio de portarias institucionais.
- As atribuições do coordenador-geral, coordenador local e equipe gestora, devem ser discutidas buscando o equilíbrio entre a carga de trabalho, dado que muitas vezes todos participam de forma voluntária do Projeto LabMaker ao mesmo tempo que desempenham outras funções como docente ou técnico administrativo. Assim, deve-se estabelecer com bom senso e comum acordo entre as partes sobre as atribuições de cada membro.

### 8.3. Infraestrutura e Operação do Laboratório

- O espaço físico para acomodação dos equipamentos é uma contrapartida da instituição que está recebendo os equipamentos.
- Insumos de custeio para o funcionamento adequado do laboratório (filamentos, material de proteção individual, placas de madeira etc.) também são considerados uma contrapartida da instituição.
- Recomenda-se a definição de uma política de registro (acompanhamento/controle) de utilização dos laboratórios, bem como de seus equipamentos. Dessa forma é recomendada a utilização de formulários para controle e gestão de pessoas, assim como sistemas informatizados.
- O Espaço Maker deve ficar aberto pelo menos 20h semanais distribuídos nos turnos de seu funcionamento. Todo equipamento deve constar no patrimônio da Instituição que o recebeu.
- O laboratório poderá ser utilizado para atividades de pesquisa, extensão, inovação e ensino. Caberá à equipe gestora gerir a disponibilidade para tais atividades bem como o uso pela comunidade externa.





#### 8.4. Políticas de segurança e uso dos equipamentos

- Deve-se observar os conhecimentos mínimos para se operar determinados equipamentos a fim de não os danificar.
- Recomenda-se a definição de um Procedimento Operacional Padrão (POP) para os equipamentos que a comissão gestora considerar necessários.
- As regras de utilização devem ser públicas e de fácil acesso.
- Os equipamentos de proteção individual (EPIs) deverão ser utilizados obrigatoriamente, de acordo com a natureza e as normas de segurança previstas pelo fabricante do equipamento.
- A má utilização dos equipamentos ou do laboratório poderá acarretar a suspensão do usuário desde que a má utilização tenha sido pelo descumprimento do regimento estabelecido. Cabendo à equipe gestora, juntamente com os demais setores competentes, deliberar sobre o tempo de suspensão ao laboratório ou penalidade a ser aplicada.

### A SUA INSTITUIÇÃO JÁ ELABOROU E APROVOU O REGIMENTO DO LABORATÓRIO MAKER?

Caso ainda haja alguma dúvida sobre a elaboração ou estrutura de um Regimento para Laboratório Maker, a seguir são apresentados, como exemplos, regimentos já publicados:

#### Instituto Federal do Mato Grosso do Sul - IFMS

<https://www.ifms.edu.br/centrais-de-conteudo/documentos-institucionais/estatuto-e-regimentos/regimento-interno-do-ifmaker.pdf/view>

#### Instituto Federal Catarinense - IFC

[http://www.camboriu.ifc.edu.br/concampus/wp-content/uploads/sites/14/2021/06/Regulamento\\_Lab\\_IF\\_Maker-assinado.pdf](http://www.camboriu.ifc.edu.br/concampus/wp-content/uploads/sites/14/2021/06/Regulamento_Lab_IF_Maker-assinado.pdf)

#### Instituto Federal do Amazonas - IFAM

<http://www2.ifam.edu.br/campus/cmdi/instituicao/espaco-maker-rivelino-de-souza-lima>

#### Instituto Federal do Rio de Janeiro – IFRJ

[https://portal.ifrj.edu.br/sites/default/files/IFRJ/ConSup/Resolucoes2021/arquivo\\_completo\\_-\\_resolucao\\_no\\_64-2021\\_-\\_aprova\\_o\\_regimento\\_do\\_ifmaker\\_-\\_ambientes\\_de\\_inovacao\\_multidisciplinar.pdf](https://portal.ifrj.edu.br/sites/default/files/IFRJ/ConSup/Resolucoes2021/arquivo_completo_-_resolucao_no_64-2021_-_aprova_o_regimento_do_ifmaker_-_ambientes_de_inovacao_multidisciplinar.pdf)

## 9. REFERÊNCIA MAKER

Esta área “Referência Maker” foi criada com o intuito de auxiliar na pesquisa complementar de quem ainda está dando os “primeiros passos”.

Portanto, trata-se de uma amostra do que os professores utilizaram e indicaram àqueles que desejam começar a sua jornada, sem a pretensão de ser exaustiva ou de contemplar todo o conteúdo necessário no aprimoramento do Conhecimento Maker, que será adquirido com a própria prática e “troca de experiências” com outros especialistas.

### 9.1. Indicação de livros para consulta

ANDERSON, C. **A nova revolução industrial: Makers**. 1ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

BANZI, M.; SHILOH, M. **Primeiros Passos com o Arduino**. 2ed. São Paulo: Novatec, 2015.

BRAGA, MARCO. **Aprendendo a Inovar em Projetos STEAM: Um Guia para Estudantes**. 1. ed. Rio de Janeiro: E-Papers, 2021.

EYCHENNE, F. NEVES, H. **Fablab: A vanguarda da nova revolução industrial**. São Paulo: Editorial Fab Lab Brasil, 2013. Free download. Disponível em: <https://livrofablab.wordpress.com/2013/08/05/pdf-free-download/>

GERSHENFELD, N. **FAB: the coming revolution on your desktop – from personal computers to personal fabrication**. New York: Basic Books, 2005.

HATCH, M. **The Maker Movement Manifesto: Rules for innovation in the new world of crafters, hackers and tinkerers**. California: [s.n.], 2014. 29 p.

WALTER-HERRMANN, J.; BÜCHING, C. **FabLab: Of Machines, Makers and Inventors**. Series: Cultural and Media Studies. Bielefeld: transcript Verlag, 2013.

KARVINEN, K. KARVINEN, T. **Primeiros Passos com Sensores: Perceba o mundo usando Eletrônica, Arduino e Raspberry pi**. 1ed. São Paulo: Novatec, 2014.

KEMP, A. **The Makerspace Workbench: Tools, Technologies, and Techniques For Making**. Maker Media, Inc, 2013.

LANA, H. C. **Projetos Maker**. 1ed. São Paulo: Novatec, 2018.

LANG, D. **Make: Zero To Maker - Learn (Just Enough) To Make (Just About) Anything**. Maker Media, Inc, 2013.

MEIRA, S. **Novos Negócios no Brasil - Inovadores de Crescimento Empreendedor**. Rio de Janeiro; Editora da Palavra/LEYA, 2013.

NUSSEY, J. **Arduino para leigos**. 2ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019. 400p.

OSTERWALDER, A. **Business Model Generation - Inovação em Modelos de Negócios: um manual para visionários, inovadores e revolucionários**. Rio de Janeiro, RJ: Alta Books, 2011, 300 p.

PEIXOTO, J.A. **ESP8266 NodeMCU: do pisca led à internet das coisas**. Porto Alegre: UERGS, 2021.

SILVEIRA, A. et al. Estratégias de ação implementadas pelos Fab Labs de Porto Alegre. **Revista Design & Tecnologia**. Vol. 10, No. 21, 2020. P.22-32. Disponível gratuitamente em: <https://www.ufrgs.br/det/index.php/det/article/download/805/299>

## 9.2. Tutoriais e Cursos livres gratuitos

### Cursos Mooc do IFES <https://mooc.cefor.ifes.edu.br/>

Educador Maker: Primeiros Passos (30 horas) -> <https://mooc.cefor.ifes.edu.br/moodle/enrol/index.php?id=102>

Educador Maker: Aprendizagem Baseada em Projetos (30 horas) -> <https://mooc.cefor.ifes.edu.br/moodle/enrol/index.php?id=78>

Educador Maker: Ensino Mão na Massa (30 horas) -> <https://mooc.cefor.ifes.edu.br/moodle/enrol/index.php?id=77>

### Cursos Livres do IFMS <https://cursoslivres.ifms.edu.br/>

Introdução à Lógica de Programação com Arduino (30 horas) -> <https://cursoslivres.ifms.edu.br/enrol/index.php?id=118>

Introdução à Inteligência Artificial (30 horas) -> <https://cursoslivres.ifms.edu.br/enrol/index.php?id=111>

### Curso de Arduino do IFRJ

O IFRJ disponibiliza a seguinte playlist de vídeos do Curso de Arduino disponível no link: <https://bit.ly/cursoArduinofRJ>

### Tutorial Geogebra – PIPA IFMaker

<https://www.geogebra.org/m/xmgsf54t#chapter/676124>

## 9.3. Indicação de websites da Rede Maker

A seguir são apresentados alguns exemplos de sites criados por membros da Rede Maker:



**CiteLab Espaço de Pesquisa e Inovação IFG**  
<https://bit.ly/CiteLabIFG>



**Meninas Cientistas IFG**  
<https://linktr.ee/meninascientistas>



**PIPA IFMakerRS IFRS**  
<http://pipa.bento.ifrs.edu.br/>



**LabMaker Guarus IFF**  
<https://bit.ly/LabMakerIFFGuarus>



**CiteLab Espaço de Pesquisa e Inovação IFG**  
<https://www.youtube.com/cit elabifg>



**Prof. M.Lavarda IFPR Colombo**  
<https://bit.ly/ProfLavardaMakerIFPR>



**Laboratório de Pesq. Inf.Com.Automação IFRN**  
<https://www.youtube.com/c/LAICAlab>



**LabMaker Salgueiro IFSertão PE**  
<https://bit.ly/LabMakerSertãoPESalgueiro>



**Laboratório de Pesq. Inf.Com.Automação IFRN**  
<https://www.youtube.com/c/LAICAlab>



**LabMaker Salgueiro IFSertão PE**  
<https://bit.ly/LabMakerSertãoPESalgueiro>



**LICEU Formiga IFMG**  
<https://bit.ly/LiceuMakerFormiga>

## 10. SEGURANÇA DO TRABALHO EM LABORATÓRIOS MAKER

Os laboratórios são ambientes onde podem existir riscos à integridade física e à saúde de seus usuários, portanto, necessitam de procedimentos e normas para seu funcionamento. É nesse momento que os profissionais prevenicionistas devem realizar a inspeção de segurança, reconhecer e identificar os riscos e contribuir com medidas administrativas, técnicas, educacionais e médicas voltadas para a prevenção, minimização e eliminação dos riscos existentes.

É importante lembrar que as boas práticas de segurança laboratoriais não estão restritas apenas aos funcionários da área técnica, mas a todos os funcionários dos outros setores, estudantes e visitantes quando presentes nesta área.

**A Segurança do Trabalho pode ser definida como ações que visam ao estudo e à implantação de medidas para garantir a saúde e a integridade física do trabalhador, protegendo-os dos riscos inerentes à sua atividade ocupacional e ao ambiente laboral, objetivando a redução de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, proporcionando, assim, qualidade de vida no trabalho.**

Em função das atividades desenvolvidas nos laboratórios, torna-se necessária a preocupação com os riscos ambientais existentes, ou seja, os

riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes. As condições ambientais adequadas asseguram a saúde física e mental e as condições de bem-estar das pessoas.

### 10.1 Análise dos riscos ambientais

A área da segurança do trabalho que estuda, antecipa, reconhece, avalia e controla os agentes dos riscos ambientais é a higiene do trabalho. Essa tem por objetivo eliminar os riscos/agentes, mas normalmente isto não é possível, então a higiene do trabalho busca reduzir o tempo de exposição e utilizar alguns procedimentos de prevenção de modo a evitar que o limite de exposição seja ultrapassado.

Dentro de um Laboratório Maker existem muitos riscos que podem ou não provocar doenças ou danos à integridade física das pessoas, em função de sua natureza, intensidade e tempo de exposição ao agente. Por ser um ambiente de inovação, existem riscos que já estão no ambiente e outros que podem surgir a partir de novas pesquisas e possíveis desenvolvimento destas.

Os riscos físicos que podem existir neste ambiente e suas possíveis fontes são: ruídos (máquinas e equipamentos), vibrações (máquinas e equipamentos), calor (fornos ou equipamento que produzem aquecimento), radiações ionizantes e não ionizantes (equipamentos que emitem micro-ondas, raio laser, partículas gamas, alfas). Os demais agentes físicos (pressões hiperbáricas, umidade e frio) são menos prováveis de existirem,

mas, se em algum momento forem detectados, devem ser analisados.

Os riscos químicos que podem existir neste ambiente e suas possíveis fontes são: poeiras minerais, vegetais e alcalinas (processos de desintegração, trituração, pulverização e impacto), fumos (soldagem ou corte de materiais metálicos), névoas (pintura), gases e vapores (substâncias químicas diversas). Os riscos de impressão 3D variam dependendo do tipo de impressora e materiais utilizados. Por exemplo, materiais de impressão que geram particulados (pós, por exemplo) são mais propensos a serem inalados ou causar problemas de pele aos trabalhadores.

Os riscos biológicos que podem existir neste ambiente e suas fontes são: vírus, bactérias e fungos que podem ser encontrados principalmente nos banheiros, mas também em algumas experiências com alimentos ou até mesmo no manuseio de lixo.

Os riscos ergonômicos que podem existir neste ambiente e suas fontes são: esforço físico, levantamento de peso, postura inadequada, situação de estresse, monotonia e repetitividade. Esses agentes podem ser gerados por falta de um planejamento das atividades ou por falta de adequação do ambiente aos trabalhadores.

Os riscos de acidentes que podem existir neste ambiente e suas fontes são: arranjo físico deficiente, máquinas e equipamentos sem proteção, ferramentas inadequadas, eletricidade, incêndio ou explosão, animais peçonhentos e armazenamento inadequado.

Estes agentes podem ser gerados por localização imprópria de máquinas e equipamentos, má arrumação e limpeza, sinalização incorreta, máquinas sem proteção em pontos de transmissão e de operação, comando de liga/desliga fora do alcance do operador, máquinas e equipamentos com defeitos, instalação elétrica imprópria, fios desencapados, falta de aterramento elétrico, falta de manutenção, armazenamento inadequado de inflamáveis e/ou gases, manipulação e transporte inadequado de produtos inflamáveis e perigosos.

Todos os riscos mencionados acima podem estar presentes no Laboratório Maker, para evitar os possíveis incidentes e/ou acidentes, é necessário conscientizar as pessoas que trabalham ou frequentam esse ambiente.

## 10.2. Mapa de Riscos

O mapa de riscos é uma representação gráfica que mostra o ambiente e seus riscos. Ele serve para sintetizar as ideias contidas no gerenciamento de riscos ocupacionais (GRO) e no programa de gerenciamento de riscos (PGR) com uma linguagem mais fácil.

### O Mapa de Riscos conscientiza e informa os trabalhadores através da fácil visualização dos riscos ambientais existentes no local.

Além disso, reúne as informações necessárias para estabelecer o diagnóstico da situação de segurança e saúde do trabalho, e possibilita a troca e divulgação de informações entre os trabalhadores, bem como estimular sua participação nas atividades de prevenção.

A partir de uma planta baixa do laboratório são levantados todos os riscos existentes, que são representados por círculos, classificando-os por grau de perigo: pequeno, médio e grande. Os cinco tipos de riscos ambientais são representados por cores, sendo os riscos físicos representados pela cor verde, os químicos pela cor vermelha, os biológicos pela cor amarela e os de acidente pela cor azul. Dentro dos círculos são colocados os agentes existentes no ambiente e o número de pessoas que ficam expostas aos riscos. Os tipos de agente, as cores dos respectivos riscos estão representadas na **Tabela IV.10.1**.

**Tabela IV.10.1-** Classificação dos Principais Riscos Ocupacionais em Grupos, de acordo com sua Natureza, e a Padronização das cores correspondentes.

GRUPO I RISCO FÍSICO VERDE	GRUPO II RISCO QUÍMICO VERMELHO	GRUPO III RISCO BIOLÓGICO MARROM	GRUPO IV RISCO ERGONÔMICO AMARELO	GRUPO V RISCO DE ACIDENTE AZUL
Ruído	Poeiras	Vírus	Esforço Físico Intenso	Riscos de Acidentes
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Arranjo físico inadequado
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Iluminação inadequada
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e noturno	Eletricidade
Pressões anormais	Substâncias, compostos ou produtos químicos em geral		Jornada de Trabalho prolongadas	Probabilidade de incêndio ou explosão
Umidade			Monotonia e repetitividade	Armazenamento inadequado
			Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico	Animais peçonhentos

**Fonte:** Portaria nº 25 da Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho, 29/12/1994 – Anexo IV



A **Figura IV.10.1** apresenta o Mapa de Riscos básico (sem layout de rede e equipamentos) do Laboratório Maker do Cefet/RJ campus Itaguaí, como exemplo:



**Figura IV.10.1-** Mapa de riscos do Laboratório Maker do Cefet/RJ campus Itaguaí

Fonte: Autoria própria.

Trabalhadores, estudantes, funcionários dos outros setores e visitantes podem perceber quais os riscos que existem no laboratório ao analisar o Mapa de Riscos, que deve estar fixado num local de fácil visualização.

A partir desta análise, a conscientização começa a acontecer, gerando uma prevenção na execução das atividades que serão executadas.

### 10.3. Atos e condições inseguras

Com o mapa de riscos, as pessoas envolvidas nas atividades do laboratório já têm condições de se prevenir contra os riscos existentes, mas é necessário se observar os atos e condições inseguras que podem acontecer nesse ambiente.

Os atos inseguros, contrariando preceito de segurança, podem causar ou favorecer a ocorrência de acidente. O ato inseguro é a maneira pela qual o trabalhador se expõe, consciente ou inconsciente, a riscos.

Já a condição insegura são as falhas físicas que comprometem a segurança do trabalhador, são as falhas, defeitos, irregularidades técnicas, carência de dispositivos de segurança e outros que põem em risco a integridade física ou a saúde das pessoas e a própria segurança das instalações e equipamentos. Apresenta-se a seguir alguns atos inseguros que podem ocorrer:

- Operar equipamento sem autorização.
- Não sinalizar ou não advertir.
- Remover ou tornar inoperáveis os dispositivos de segurança.
- Usar ferramenta/equipamento impróprio ou defeituoso.
- Usar ferramenta/equipamento de maneira incorreta.
- Utilizar de forma inadequada ou não usar Equipamento de Proteção Individual (EPI).
- Instalar carga de maneira incorreta.
- Armazenar de maneira incorreta.
- Levantar objetos de maneira incorreta.
- Adotar postura inadequada para o trabalho.

- Fazer brincadeiras durante o trabalho.
- Trabalhar sob influência do álcool ou outras drogas.

Além disso, algumas condições inseguras que devem ser observadas:

- Proteções ou barreiras inadequadas.
- Equipamentos de proteção inadequados ou insuficientes.
- Ferramentas, equipamentos ou materiais defeituosos.
- Sistemas de advertência inadequados.
- Inflamáveis e explosivos sem devido controle.
- Ordem e limpeza deficientes no local de trabalho.
- Exposição a ruído, radiações, calor, frio sem o devido controle/proteção.
- Iluminação excessiva ou reduzida.
- Ventilação inadequada.

Os atos e as condições inseguras devem ser evitados. Sempre que as pessoas apresentarem fatores pessoais ou de trabalho inadequados deve-se observar, e muitas vezes impedir que estas

continuem a desempenhar a atividade que estiver executando. Já as condições inadequadas devem ser solucionadas antes da atividade se iniciar.

#### 10.4. Procedimento e dicas de segurança em laboratórios

A prevenção de acidentes exige a atenção e colaboração dos envolvidos em todas as etapas do trabalho, e para que o laboratório seja seguro, algumas recomendações relacionadas a equipamentos e outras de ordem pessoal e geral devem ser adotadas:

- Realizar as atividades com calma, tranquilidade e concentração.
- Não brincar e conversar desnecessariamente para evitar distração.
- Não improvisar.
- Nunca correr dentro do laboratório, andar sempre para evitar acidentes.
- Não carregar volumes em excesso ou que possa obstruir a visão.
- Lavar sempre as mãos após manipulação de produtos químicos e materiais biológicos (após retirada das luvas protetoras) e após retornar de banheiros ou outras áreas externas ao laboratório.
- Não consumir e nem guardar alimentos ou bebidas.

- Não aplicar cosméticos dentro do laboratório.
- Não utilizar lentes de contato no laboratório, pois podem ser danificados por produtos químicos e causar lesões graves nos olhos.
- Não fumar dentro do laboratório, principalmente próximo a materiais inflamáveis.
- Disponibilizar chuveiros de emergência e lava-olhos, sinalizá-los e treinar os funcionários quanto à utilização.
- Disponibilizar equipamentos de combate a incêndio (extintores portáteis) e treinar os funcionários quanto à sua utilização.
- Disponibilizar os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e tornar o uso obrigatório.
- Utilizar sempre jaleco abotoado ou avental de algodão, calçado fechado de couro ou similar, roupas de tecido não inflamável, usar calça comprida e óculos de segurança.
- Restringir o número de visitantes no laboratório, acompanhá-los durante toda a visita e disponibilizar EPI e jalecos descartáveis para todos.
- Guardar objetos de uso pessoal (casacos, bolsas, entre outros) em armários nos vestiários fora do laboratório.

- Pessoas com cabelos compridos devem mantê-los presos atrás da cabeça ou utilizar gorros ou toucas.
- Evitar o uso de cordões, colares, pulseiras, relógios etc, ao manusear equipamentos, máquinas e ferramentas rotativas.
- Não manipular substâncias inflamáveis próximas a fontes de aquecimento.
- Todos os reagentes, soluções e amostras devem possuir rótulos. O material sem identificação deve ser descartado.
- Sinalizar áreas restritas ou áreas que ofereçam perigo aos funcionários, estudantes e visitantes, onde só o pessoal autorizado possa ingressar.
- O descarte de solventes e produtos perigosos deve ser realizado segundo legislação pertinente. Não os descartes na pia.
- Manter o laboratório limpo, especialmente as bancadas, retirando qualquer material que não tenha relação com as atividades.
- No caso de derramamento de líquidos inflamáveis, produtos tóxicos ou corrosivos, interromper imediatamente o trabalho, advertir as pessoas próximas sobre o corrido e efetuar ou solicitar a limpeza imediatamente.

- Programar as atividades de modo a evitar a ocorrência de experimentos incompatíveis no mesmo local do laboratório.
- Providenciar o aterramento elétrico de máquinas e equipamentos.
- Verificar se as instalações estão sobrecarregadas.

### 10.5 Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

Segundo a Norma Regulamentadora 6 (NR6), considera-se Equipamento de Proteção Individual - EPI todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. O EPI deve ter certificado de aprovação (CA) e constar do ANEXO I da NR 6. Qualquer empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias:

- Sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças ocupacionais;
- Enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; e
- Para atender as emergências.

Para as atividades em um laboratório são necessários os EPIs para as pessoas que estão expostas aos riscos encontrados. Segue abaixo possíveis atividades dentro do laboratório e os EPIs necessários para o seu desenvolvimento.

**1. Atividades com eletricidade** - (a) Para rede desenergizada: óculos de segurança, luva poliuretano e calçado de proteção. (b) Para rede energizada: óculos para proteção dos olhos contra radiação infravermelha, luva de vaqueta de cobertura, luvas para proteção das mãos contra choques elétricos (na tensão de trabalho), jaleco e calça retardante a chamas, calçado de proteção sem biqueiras ou componentes metálicos.

**2. Atividades com solda** – máscara de solda para proteção dos olhos e face contra impactos de partículas volantes, radiação ultravioleta, radiação infravermelha e luminosidade intensa, máscara semifacial filtrante PFF2 com válvula contra fumos metálicos, luvas de raspa de couro, mangote de raspa de couro, avental de raspa de couro, perneiras de raspa de couro, calça para proteção das pernas contra agentes abrasivos e escoriantes, calçado para proteção dos pés contra agentes cortantes e perfurantes.

**3. Atividades na área civil** – óculos para proteção dos olhos contra impactos de partículas volantes, capacete para proteção contra impactos de objetos sobre o crânio, protetor auditivo de inserção, calça para proteção das pernas contra



agentes abrasivos e escoriantes, calçado para proteção dos pés contra agentes cortantes e perfurantes.

**4. Atividades com produtos químicos** - óculos de segurança contra respingos de agentes químicos, máscara de proteção respiratória semifacial filtrante PFF2 contra agentes químicos, luvas nitrílicas para proteção das mãos contra agentes químicos, luva de PVC para manuseio de ácidos, vestimenta tipo jaleco e comprimento abaixo do joelho, calça para proteção das pernas contra agentes abrasivos e escoriantes, calçado para proteção dos pés contra agentes cortantes e perfurantes.

**5. Atividades na área da mecânica, metalúrgica, eletromecânica** - óculos de segurança contra impactos de partículas volantes, creme para proteção das mãos contra agentes químicos (óleos e graxas), luva de vaqueta, protetor auditivo de inserção, calçado para proteção dos pés contra agentes cortantes e perfurantes, calça para proteção das pernas contra agentes abrasivos e escoriantes.

**6. Atividades com operações em lixadeiras, serra circular, policorte, entre outras máquinas** - óculos para proteção dos olhos contra impactos de partículas volantes, protetor facial para proteção da face contra impactos de partículas volantes, máscara semifacial filtrante PFF1 para proteção contra poeiras, luva de raspa de couro ou vaqueta, protetor auditivo de inserção, calçado

para proteção dos pés contra agentes cortantes e perfurantes, calça para proteção das pernas contra agentes abrasivos e escoriantes.

**7. Atividade com impressora 3D** - óculos de segurança contra respingos de material particulado, máscara de proteção respiratória semifacial filtrante com filtros químicos e ou combinados para proteção das vias respiratórias contra gases e vapores e ou material particulado, luvas nitrílicas para proteção das mãos contra agentes químicos, luva de PVC para manuseio de ácidos, vestimenta tipo jaleco e comprimento abaixo do joelho, calça para proteção das pernas contra agentes abrasivos e escoriantes, calçado para proteção dos pés contra agentes cortantes e perfurantes.

**8. Atividades na área da saúde** - óculos de segurança contra respingos de agentes biológicos, máscara de proteção respiratória semifacial filtrante PFF2 contra agentes biológicos, luvas de látex para proteção das mãos contra agentes biológicos, vestimenta tipo jaleco, calça comprida, calçado de proteção.

Dependendo do tipo de atividade, pode ser necessária a utilização de EPI para proteção de altas temperaturas, ruído, vibração e/ou radiações. Atendidas as peculiaridades de cada atividade profissional, e observado o disposto acima, o laboratório deve fornecer aos trabalhadores e estudantes os EPIs adequados, de acordo com o disposto no ANEXO I da NR6.

**Para consulta, acessar o link.:**

<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>

## 10.6 Incêndio, explosão e suas consequências

O laboratório é um local com diversos riscos, que normalmente estão controlados, mas que merecem muita atenção para evitar acidentes. O incêndio, quando ocorre, é destruidor, e por esse motivo, é necessário analisar as suas possíveis causas e evitar ao máximo que isso aconteçam. Segue abaixo as principais causas de incêndio em um laboratório:

- **Excesso de carga:** utilização de conexão múltipla (benjamim) para alimentar vários aparelhos elétricos, provocando superaquecimento dos condutores que não foram calculados para suportar cargas excessivas.
- **Curto-circuito:** instalação defeituosa, estabelecendo contato entre a fase positiva e a negativa, gerando centelhas, altíssima temperatura e superaquecimento do condutor.

- **Contato imperfeito (mau contato):** conexões imperfeitas com produção de centelhas ou superaquecimento.
- **Superaquecimento:** aparelhos elétricos deixados em funcionamento, que, atingindo materiais de fácil combustão provocam incêndio.
- **Chama exposta** em contato com qualquer material, provocando o aquecimento capaz de gaseificar o combustível, iniciando a combustão.
- **Centelhas expostas** produzindo partícula que salta de uma substância candente ou em atrito com outro corpo.
- **Atrito provocado pela transformação de energia mecânica em calor,** através de fricção de dois materiais, ocorre em mancais, rolamentos, esteiras, polias, entre outros.
- **Combustão espontânea** de fibras de juta, resíduos de algodão, feno, carvão, panos ou estopas impregnados de óleo vegetal, pólvora e certos produtos químicos estão sujeitos a se inflamarem sem o contato de uma fonte externa de calor.
- **Vasilhames de líquidos inflamáveis** abertos ou mal fechados.
- **Vazamentos de gás em instalações irregulares ou defeituosas,** ou ainda reparos feitos por pessoal não especializado.

Quando não existem procedimentos básicos de prevenção e combate a incêndio, os funcionários, estudantes e visitantes ficam vulneráveis aos riscos provocados por um incêndio. Além disso, em um incêndio, em menos de 10 minutos, é possível perder vários equipamentos ou até mesmo o próprio laboratório.

O treinamento dos usuários sobre prevenção e combate a incêndio é fundamental, além da disponibilização de extintores adequados às classes de incêndio

existentes no laboratório. O laboratório tem combustíveis das classes A (papel, borracha, madeira e cortina), B (líquidos inflamáveis) e C (equipamentos elétricos energizados). Devem ser disponibilizados um extintor de água e outro de CO2 ou dois extintores de pó químico ABC.







# FERRAMENTAS ÚTEIS DE GESTÃO PARA EQUIPES GESTORES

Os Laboratórios Maker são ambientes projetados para proporcionar inovação, por meio da criatividade e da produção customizada de materiais: são ambientes colaborativos que se organizam a partir do compartilhamento de espaços, materiais, ferramentas digitais e tecnológicas. Por conseguinte, a sua filosofia está fundamentada na liberdade de criação, de inovação e de processo produtivo, colaborativo, e de pessoas.



No contexto acadêmico, esses espaços contribuem para uma aprendizagem a partir de abordagens de problemas reais, representando uma estratégia de implementação de propostas inovadoras de ensino, pesquisa e extensão. Nesse sentido, estes ambientes são caracterizados pela multidisciplinaridade, possuindo uma cultura divertida e visualmente atraente, em que o sujeito possui liberdade para protagonizar o processo por meio do “*Learning by Doing*”, ou seja, ‘aprender fazendo’, o que culmina no desenvolvimento de conhecimentos, habilidades, atitudes, ou seja, na formação de suas competências.

A partir da premissa de apoiar as Equipes Gestoras da Rede Maker, esse material foi elaborado de forma colaborativa com professores do curso de Administração da Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica para dar suporte às atividades dos Laboratórios Maker.

Assim, a implementação destes ‘ambientes Maker’ requer, de suas equipes gestoras, compreensão das funções administrativas: Planejamento, Organização, Direção e Controle, uma vez que:

- **Planejamento** - envolve a capacidade de previsão de um projeto futuro, com definição de objetivos, metas, ações e recursos necessários para o atingimento dos resultados pretendidos;
- **Organização** - envolve a capacidade de alocação dos recursos de forma eficiente e eficaz para o alcance dos objetivos estabelecidos;

- **Direção** - envolve a capacidade de liderança e influência dos atores envolvidos na proposta, visando à convergência de energia e aos esforços em prol do projeto;
- **Controle** - envolve a capacidade de acompanhamento e monitoramento dos resultados alcançados.

A compreensão dos conceitos e a aplicação adequada das funções administrativas ou de ferramentas de gestão são determinantes para o efetivo sucesso na realização de novos projetos ou na implementação de negócios. Do mesmo modo, essas atividades são fundamentais para o estabelecimento e a gestão de ambientes como os do Laboratórios Maker.

As funções administrativas estão diretamente relacionadas com as fases de implantação, expansão e manutenção dos LabMaker, envolvendo projetos e ações no curto, médio e longo prazo. Neste caso, esses projetos demandam a previsibilidade de pessoal, de recursos materiais, tecnológicos e financeiros, de organização das atividades e rotinas de trabalhos, entre outros. Para tanto, existem algumas ferramentas administrativas que podem facilitar estes processos, tais como as apresentadas na **Figura V.1**.



**Figura V.1** – Ferramentas de gestão para auxílio nos processos de planejamento e controle

A partir da próxima seção, veremos cada uma dessas ferramentas em detalhes e de que forma elas poderão ser úteis no dia a dia da Educação Maker.

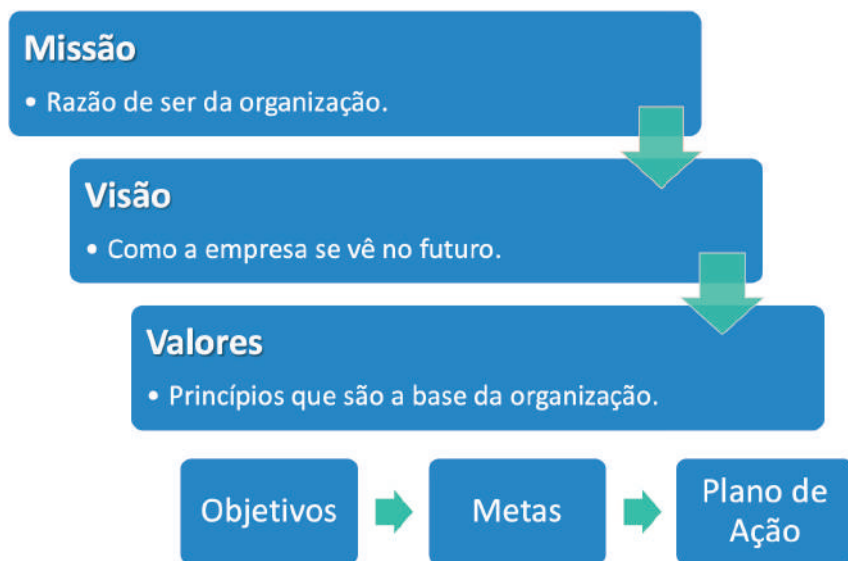
## 1. FERRAMENTAS DE ESTRATÉGIA E CONTROLE

“Boa sorte é o que acontece quando a oportunidade encontra o planejamento”  
(Thomas Edison)

É óbvio que o planejamento importa: essa função administrativa apresenta estreita relação com o sucesso de qualquer projeto. A seguir, será apresentada uma série de ferramentas aplicadas ao planejamento, podendo elas serem utilizadas de forma conjunta ou não, a depender da necessidade do projeto.

### 1.1. Identidade Organizacional

Quando tratamos do planejamento de organizações (ou projetos) é necessária a definição da sua identidade, a qual parte de três elementos fundamentais: Missão, Visão e Valores (NAKAGAWA, 2012), desta forma, conforme **Figura V.1.1.** entende-se que:



**Figura V.1.1** – Elementos fundamentais da identidade organizacional

Esses elementos fundamentais nortearão a definição estratégica do projeto, integrando as diversas operações ou fases às estratégias de desenvolvimento e times de trabalho. Além disso, favorecem a reflexão sobre o impacto do projeto na sociedade e seu estado futuro. Nesse sentido, serão definidos objetivos, metas e planos de ação.

Deste modo, mediante sua natureza, são os elementos que dão sentido ao desenvolvimento de um projeto. Devem ser, portanto, definidos no início do planejamento, visando ser a base do processo de tomada de decisão. A seguir, apresentam-se, como exemplo, a missão, a visão e os valores do Ministério da Educação - MEC (MEC, 2020):

- **Missão:** Garantir o pleno exercício do direito à educação, em articulação e colaboração com os entes federados, em benefício da sociedade.
- **Visão:** Ser protagonista no desenvolvimento de indivíduos capazes de atuar em um mundo de constante transformação, elevando os níveis de aprendizagem e inovação.
- **Valores:** Transparência, Integridade, Pluralismo, Equidade, Inclusão e Acessibilidade, Participação Social, Cooperação, Compromisso com Resultados, Inovação.

**Qual seria a Missão, a Visão e os Valores do Laboratório LabMaker de sua região?**

Pense a respeito e ajude a construir a Identidade Organizacional de seu Lab LabMaker.



## 1.2. Matriz SWOT

A Matriz SWOT, também conhecida no Brasil como Matriz FOFA, é uma ferramenta de diagnóstico organizacional utilizada para mapear fatores internos (forças e fraquezas) e fatores externos (oportunidades e ameaças) que exercem influências sobre o negócio ou projeto. O acrônimo SWOT origina-se das palavras, em inglês, *Strengths (S)*, *Weaknesses (W)*, *Opportunities (O)* e *Threats (T)* (BOONE; KURTZ, 1998; KOTLER, 2000).

Em geral, a matriz apresenta-se por meio de quadrantes, que, de forma bem definida, devem ser preenchidos a partir da análise situacional da organização ou do projeto. Assim sendo, a ferramenta pode ser utilizada pela Equipe Gestora na identificação desses respectivos fatores para definir estratégias, buscando potencializar os pontos fortes e favorecer o aproveitamento de oportunidades, bem como solucionar os pontos fracos e minimizar as ameaças.

### ANÁLISE SWOT

	Ajuda	Atrapalha
Interna (organização)	Forças (S)	Fraquezas (W)
Externa (ambiente)	Oportunidades (O)	Ameaças (T)

#### Forças

- Ambiente estruturado com ferramentas digitais, tecnológicas e tradicionais.
- Laboratório instalado em Campus com eixos tecnológicos alinhados com as culturas maker e empreendedora.
- Equipe multidisciplinar, conhecedora da realidade das comunidades interna (acadêmica) e externa.
- Equipe com alta capacidade de articulação com os setores público e privado.
- Equipe engajada em outros projetos correlacionados ao laboratório.

#### Fraquezas

- Equipe com pouco conhecimento em relação ao manuseio de alguns equipamentos.
- Equipe com parte da carga horária comprometida com atividades de ensino.
- Limitação financeira para aquisição de equipamentos e insumos.
- Escassez de recursos para pesquisas e bolsas para estudantes.

#### Oportunidades

- Parcerias com instituições de educação, ciência e tecnologia.
- Parcerias com os setores público/privado e comunidades rurais e/ou tradicionais da região.
- Pioneirismo na região em que o laboratório será implantado.
- Ineditismo na rede de institutos federais.
- Reestruturação de estratégias de ensino, pesquisa e extensão, em alinhamento às atuais demandas do mercado.

#### Ameaças

- Parte significativa do Capital humano dos Campi não engajado no fomento à cultura maker e empreendedora.
- Escassez de mão de obra para manutenção de equipamentos.
- Mudanças constantes no quadro de servidores (remoção/redistribuição).
- Incertezas relacionadas à sustentabilidade financeira dos projetos desenvolvidos no ambiente do laboratório.

Figura V.1.2 – Análise SWOT de um Laboratório Maker

No entanto, cabe destacar que a Equipe Gestora tende a controlar os elementos do ambiente interno (forças e fraquezas), ao passo que não pode controlar os fatores do ambiente externo (oportunidades e ameaças). A seguir, apresenta-se um exemplo aplicado à análise situacional de um Laboratório Maker (Figura V.1.2).

### A Matriz SWOT de seu LabMaker já foi construída?

Pense a respeito e ajude a identificar os principais perfis estratégicos do ambiente interno e externo de seu LabMaker. Lembre-se que é preciso 'revisá-lo' sempre que alguma mudança conjuntural ocorre e que ela poderá afetar o seu ambiente estratégico.

## 1.3. 5W2H

A 5W2H é uma ferramenta que auxilia na elaboração do planejamento (Figura V.1.3), por meio de 07 (sete) perguntas-chave a serem utilizadas na definição de ações. A expressão "5W" refere-se a 05 questões que começam com "W" (*What, Why, When, Where, Who* – O quê, Por quê, Quando, Onde, Quem) e a expressão "2H" refere-se a 02 (duas) questões que começam com "H" (*How, How Much* – Como, Quanto custa) em inglês (NAKAGAWA, 2014).

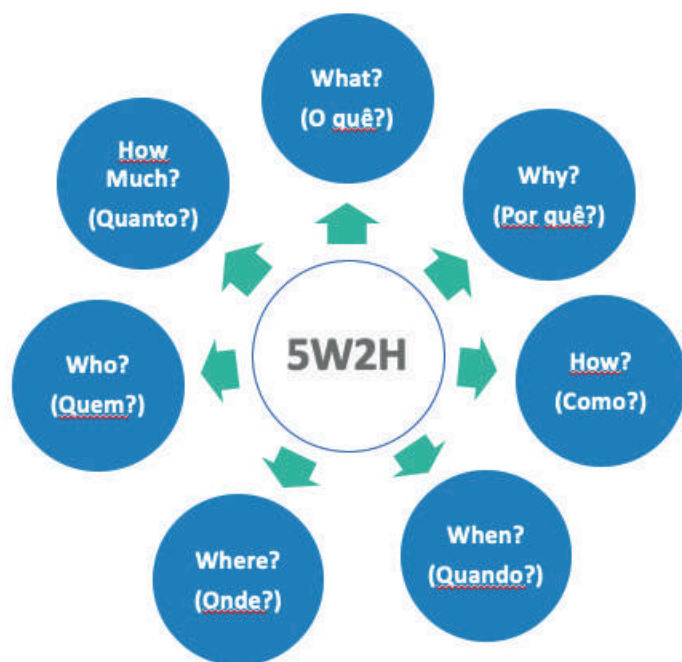


Figura V.1.3 – Perguntas-chave da ferramenta 5W2H

Esta ferramenta contribui com as tomadas de decisões inerentes ao planejamento de atividades, com foco no atingimento de metas, esmiuçando cada ação proposta a partir das questões levantadas. Portanto, esse instrumento pode ser utilizado no processo de resolução de um problema ou aproveitamento de uma oportunidade, proporcionando maior celeridade no desenvolvimento de projetos.

Após a identificação de um cenário positivo e/ou negativo, como apresentado na Matriz SWOT, a ferramenta 5W2H é estratégica na elaboração do plano de ações. Cada ação pretendida deve ser detalhada a partir das perguntas-chave, promovendo a compreensão holística e objetiva da oportunidade e do contexto ambiental. A seguir, apresentamos um roteiro de como utilizar a ferramenta 5W2H na estruturação de seu planejamento, a partir da **Figura V.1.4**.

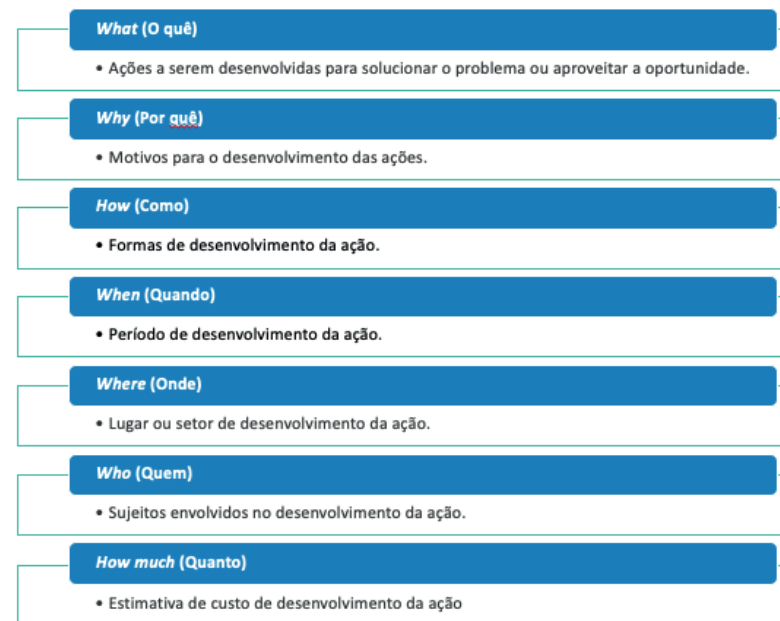


Figura V.1.4 – Roteiro para elaboração do 5W2H

Fonte: elaboração própria (2021).

### Você já estruturou algum Plano de Ação baseado no 5W2H?

Caso positivo, você já tem experiência para iniciar o seu Plano de Ação do portfólio de projetos do Laboratório Maker utilizando a ferramenta. Caso ainda não tenha utilizado o 5W2H, inicie a partir das dicas fornecidas e comece a ‘colocar a mão na massa’!

### 1.4. Canvas

O modelo de negócio apresenta informações relacionadas à criação, entrega e captura de valor ao cliente. O Business Model Canvas ou “Quadro de Modelo de Negócios” é uma ferramenta de planejamento estratégico, que se popularizou no contexto organizacional, por possibilitar a compreensão, discussão, análise

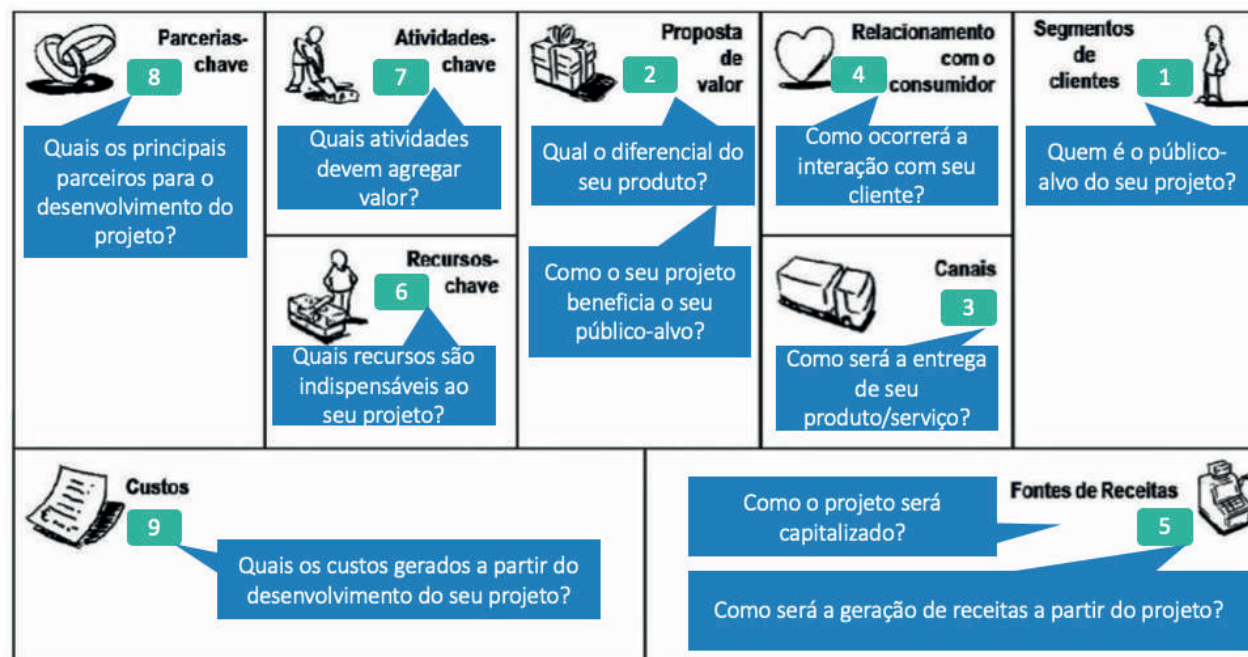
e visualização dos principais pontos do planejamento de novos negócios ou negócios já existentes. É um modelo flexível e que permite uma visão geral do projeto a ser desenvolvido (OSTERWALDER, 2011).

Nesse sentido, o *Business Model Canvas* (Figura V.1.5) auxilia equipes gestoras no desenvolvimento e na implementação de estratégias. É, portanto, um mapa visual pré-formatado, que integra quatro áreas estratégicas do negócio: público-alvo; oferta; infraestrutura; e finanças.

- **Como?** (5-principais parcerias, 6-principais atividades, 7- principais recursos);
- **Quanto?** (8-estrutura de custo; 9-fonte de receita).

Estas diretrizes são organizadas de forma visual e textual para facilitar o meio de comunicação entre as partes interessadas, na definição de suas principais áreas de negócios, conforme apresentado pela Figura V.1.5.

Desta forma, a sequência de preenchimento apresentada, iniciando no público-alvo, é uma sugestão para nortear a elaboração do modelo de negócios a partir de uma lacuna de mercado. No entanto, existem publicações que recomendam outra sequência, com início do preenchimento a partir da proposta de valor.



**Figura V.1.5** – Perguntas-chave para preenchimento do Canvas  
 Fonte: Elaboração própria (2021) a partir do modelo de Osterwalder (2011).

Para facilitar o entendimento, apresentamos a estrutura da ferramenta em seus nove blocos, os quais foram estruturados a partir dos seus quatro enfoques principais:

- **O quê?** (1-proposta de valor);
- **Para quem?** (2-segmento de clientes, 3-canais, 4-relacionamento com clientes);

**Modelo de Negócios baseado no CANVAS aplicado ao LabMaker**

Chegou a hora de construir o seu próprio Modelo de Negócios baseado noCanvas para o LabMaker de seu campus. Considere que seu Laboratório é um Empreendimento que pode ofertar diferentes produtos e serviços. Este exercício é muito importante para o planejamento de inserção no Empreendedorismo e na Inovação!

### 1.5. *Balanced Scorecard* (BSC)

O *Balanced Scorecard* (BSC) é uma ferramenta de gestão estratégica baseada em indicadores de desempenho. De acordo com esta ferramenta, os indicadores de desempenho de uma organização não se restringem aos aspectos econômicos e financeiros, sendo fundamental considerar também os ativos intangíveis do negócio. Nesse sentido, esta ferramenta auxilia equipes gestoras na implementação de melhorias em relação ao desenvolvimento de produtos ou serviços, processos, clientes e mercado (KAPLAN; NORTON, 2018).

Portanto, a partir do monitoramento de vários fatores, o BSC proporciona uma visão integrada da organização, contribuindo para o alinhamento no desenvolvimento de objetivos, metas, planos de ação e indicadores de desempenho. A ferramenta está sistematizada em quatro perspectivas: financeira, do cliente, interna e de inovação e aprendizagem.

O BSC é representado, graficamente, na forma de um Mapa Estratégico para descrever a estratégia. Essa descrição ocorre por meio da distribuição de objetivos relacionados entre si nas quatro perspectivas (financeira, do cliente, interna e de inovação e aprendizagem). Além disso, é necessária a definição de indicadores de desempenho, metas e planos de ação para cada objetivo, conforme apresenta a **Figura V.1.6**.

PERSPECTIVA FINANCEIRA			PERSPECTIVA DO CLIENTE		
<b>Objetivos</b> <i>Apresente os resultados financeiros pretendidos para o projeto.</i>			<b>Objetivos</b> <i>Apresente os resultados referentes aos clientes que sejam pretendidos para o projeto.</i>		
<b>Metas</b> <i>Apresente o seu objetivo financeiro de forma quantificada.</i>	<b>Indicadores</b> <i>Apresente possíveis estimativas de mensuração dos resultados financeiros objetivados pelo projeto.</i>	<b>Iniciativas</b> <i>Indique as ações a serem desenvolvidas para o alcance dos resultados financeiros pretendidos para o projeto.</i>	<b>Metas</b> <i>Apresente o seu objetivo relacionado aos clientes de forma quantificada.</i>	<b>Indicadores</b> <i>Apresente possíveis estimativas de mensuração dos resultados relacionados aos clientes que sejam pretendidos para o projeto.</i>	<b>Iniciativas</b> <i>Indique as ações a serem desenvolvidas para o alcance dos resultados relacionados aos clientes que sejam pretendidos para o projeto.</i>
PERSPECTIVA DOS PROCESSOS INTERNOS			PERSPECTIVA DE APRENDIZAGEM E CRESCIMENTO		
<b>Objetivos</b> <i>Apresente os resultados pretendidos para o projeto em relação aos processos internos.</i>			<b>Objetivos</b> <i>Apresente os resultados de aprendizagem e crescimento pretendidos para o projeto.</i>		
<b>Metas</b> <i>Apresente o seu objetivo referente aos processos internos de forma quantificada.</i>	<b>Indicadores</b> <i>Apresente possíveis estimativas de mensuração dos resultados dos processos internos pretendidos pelo projeto.</i>	<b>Iniciativas</b> <i>Indique as ações a serem desenvolvidas para o alcance dos resultados dos processos internos pretendidos para o projeto.</i>	<b>Metas</b> <i>Apresente o seu objetivo de aprendizagem e crescimento de forma quantificada.</i>	<b>Indicadores</b> <i>Apresente possíveis estimativas de mensuração dos resultados de aprendizagem e crescimento objetivados pelo projeto.</i>	<b>Iniciativas</b> <i>Indique as ações a serem desenvolvidas para o alcance dos resultados de aprendizagem e crescimento pretendidos para o projeto.</i>

**Figura V.1.6** – Roteiro para elaboração do BSC

Fonte: elaboração própria (2021).



A seguir, são apresentados na **Figura V.1.7** alguns indicadores que podem ser utilizados no ambiente do LabMaker. A Equipe de Gestão pode considerar outras métricas, a depender da realidade do laboratório.



**Figura V.1.7** – Exemplos de indicadores para compor o BSC  
**Fonte:** Adaptado de Forlogit (2014).

Essa ferramenta ajuda na criação de valor organizacional e fornece uma visão clara e objetiva dos aspectos fundamentais para a sustentabilidade do Laboratório LabMaker no longo prazo. Além disso, contribui para a socialização, com todos os integrantes da equipe e usuários do laboratório, dos objetivos, das metas e dos planos de ação.

### BSC: uma nova perspectiva para a Educação Maker

Embora o BSC seja ‘um pouquinho mais complexo’ que as demais ferramentas de gestão para o público ‘não especialista em Gestão’, ele não deve ser temido e pode ser ‘experimentado’ na implementação da Cultura Maker na Educação e no controle de produtividade desenvolvida no âmbito do Laboratório Maker. O primeiro passo é conseguir enxergar as quatro principais diretrizes do BSC: indicadores financeiros (gastos/possíveis receitas); clientes (partes interessadas: estudantes, sociedade, setor produtivo); processos internos (etapas da construção do produto ou serviço); indicadores de conhecimento e aprendizado.

Agora que já apresentamos a ferramenta, o desafio está lançado:  
 Vamos construir o BSC de seu LabMaker?

#### 1.6. OKR

Os Objetivos e Resultados Chave (ORC) também são comumente conhecidos pela sua sigla em inglês OKR, “*Objectives and Key Results*”. Esta ferramenta foca no estabelecimento de objetivos e num leque de resultados necessários para a viabilização dos objetivos estabelecidos (MELLO, 2018).

De modo geral, os resultados pretendidos tornam-se métricas para a mensuração do alcance dos objetivos. Para o planejamento, são necessárias duas perguntas chave:

- **Objetivo** (O que se pretende alcançar?) Esse item é mais qualitativo, relaciona-se às aspirações.
- **Resultados-Chave** (Como se pode mensurar o alcance do objetivo?) Este item é mais quantitativo, relacionando-se às metas, ou seja, aos parâmetros que indicam o sucesso no alcance do objetivo.



A **Figura V.1.8**, apresenta um exemplo de OKR aplicado à realidade dos LabMaker. Destaca-se que a extensão do instrumento (quantidade de objetivos e de resultados chave) é variável, devendo ser determinada pelo projeto e pela equipe do LabMaker.

### Objetivo #1: Implantação do Laboratório

- **KR #1: Aquisição de recursos financeiros via Edital;**
- **KR #2: Aquisição de sala;**
- **KR #3: Aquisição de equipamentos e materiais;**
- **KR #4: Alocação de materiais e equipamentos na sala do laboratório.**

### Objetivo #2: Atendimento à Comunidade Maker

- **KR #1: Elaboração do Regimento Interno;**
- **KR #2: Planejamento das demais regras e dos horários de funcionamento do laboratório;**
- **KR #3: Divulgação do ambiente laboratorial junto à comunidade;**
- **KR #4: Abertura do local à Comunidade.**

**Figura V.1.8** – Modelo de OKR aplicado a um Laboratório IFMaker  
Fonte: elaboração própria (2021).

Assim, a proposta do OKR é ser utilizado como uma metodologia simples, focada em resultados, possibilitando a fácil compreensão por todos os colaboradores da organização (ou do projeto). Por meio dele, estabelece-se o alinhamento entre a equipe, facilita-se a comunicação e se obtém um melhor engajamento entre os colaboradores do projeto.

### OKR no seu Laboratório LabMaker

Como você aplicaria OKR no seu Laboratório LabMaker?  
Quais elementos consideraria relevantes?

#### 1.7. PDCA

PDCA é uma ferramenta de gestão baseada em quatro passos em inglês: *Plan - Do - Check - Act*, que correspondem a Planejar, Executar, Verificar e Agir. Os passos do Ciclo PDCA apresentam uma relação de interdependência entre si. Dessa forma, o processo de girar o Ciclo PDCA deve, necessariamente, seguir a lógica pré-definida (**Figura V.1.9**):

- **Plan** (Planejar): etapa de identificação do problema a ser resolvido ou da oportunidade a ser aproveitada; definição dos objetivos e das metas a serem alcançados e dos processos necessários para alcançar os resultados.
- **Do** (Executar): etapa de implementação do plano de ação, por meio da execução dos processos definidos para alcançar os objetivos e as metas planejados. É necessário capacitar e engajar o time de trabalho para que o plano de ação seja executado com sucesso.
- **Check** (Verificar): etapa de avaliação dos processos realizados e dos resultados alcançados. O objetivo é verificar se os processos foram executados de acordo com o definido na etapa de planejamento e se os resultados atingidos estão em consonância com os esperados.
- **Act** (Agir): etapa de reflexão sobre o processo, padronizando as ações que deram certo e corrigindo ações que não ocorreram de acordo com o planejamento. As informações adquiridas nesta etapa são estratégicas para girar o Ciclo PDCA.

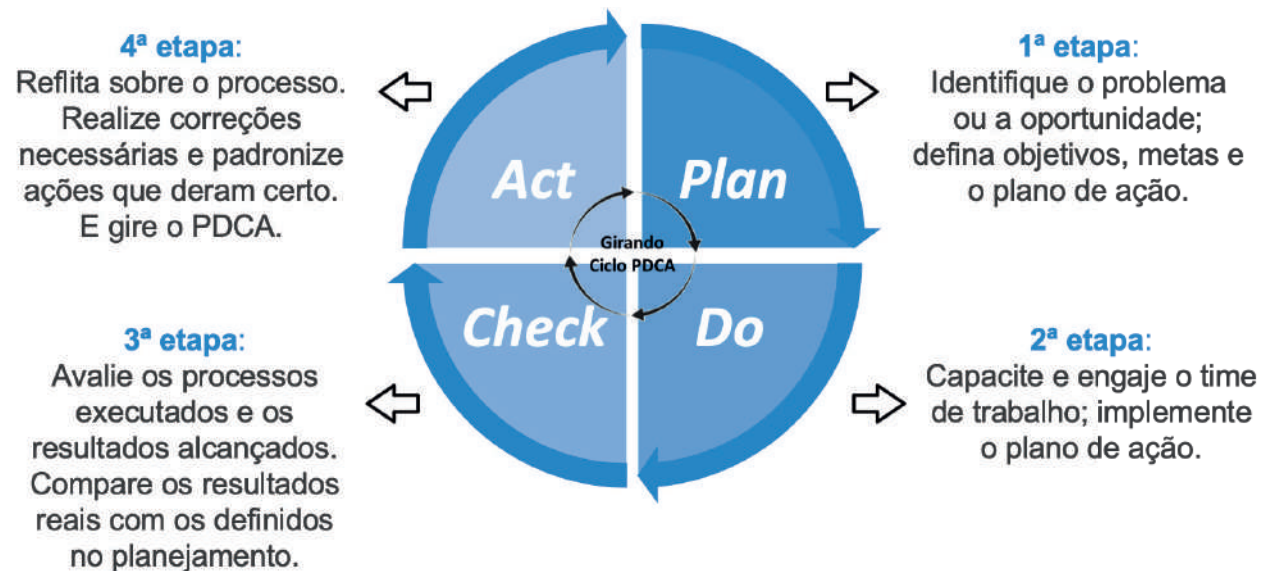


Figura V.1.9 – Orientação em relação ao preenchimento do Ciclo PDCA

Fonte: elaboração própria (2021).

Essa ferramenta é aplicada no controle e na melhoria contínua de produtos, serviços e processos organizacionais. Tem como princípio básico a repetição contínua, objetivando tornar os processos mais eficientes, eficazes e efetivos (OLIVEIRA, 2019). Portanto, ao finalizar uma “rodada” do Ciclo PDCA, inicia-se a próxima, buscando garantir o alcance dos objetivos e as metas organizacionais.

### PDCA no seu Laboratório Maker

Como você aplicaria PDCA nas atividades da Equipe Gestora?

Quais elementos consideraria relevantes?

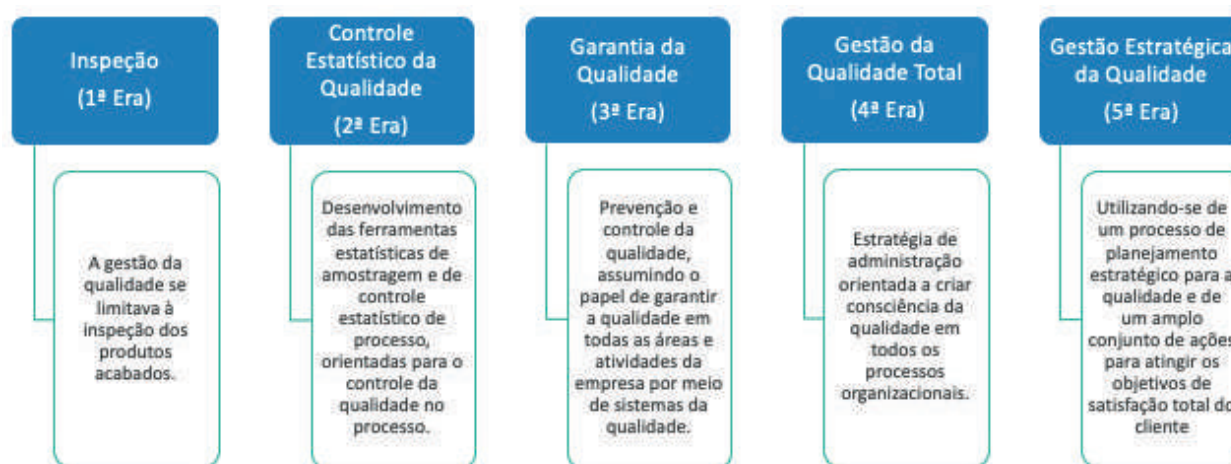
Que tipos de parâmetros utilizaria para verificar se atingiu os seus objetivos?

Como você programaria para monitorar os seus resultados e agir sobre possíveis falhas?

## 2. FERRAMENTAS BÁSICAS DA GESTÃO DA QUALIDADE

Desde o surgimento e a evolução do pensamento administrativo, é possível identificar uma série de ferramentas que foram desenvolvidas para aprimorar os processos de gestão, como, por exemplo, os de produção e os de qualidade.

Nesse sentido, a gestão da qualidade refere-se a ações voltadas para o controle de processos organizacionais (produção, gestão, finanças, planejamento, entre outros). Tais ferramentas contribuem com os processos de melhoria contínua de produtos e serviços, visando a melhor entrega possível aos clientes, com a melhor performance da organização e de seus sistemas (LACOMBE, 2011). A **Figura V.2.1** apresenta uma evolução desse campo de estudo, mostrando as eras da qualidade:



**Figura V.2.1**– Eras da Qualidade

*Fonte:* adaptado de Toledo, Batalha, Amaral (2000).

Alguns conceitos utilizados em Gestão da Qualidade podem ser importantes norteadores para o desenvolvimento de uma Cultura Maker eficaz. Isto é, buscando eliminar os desperdícios de modo a operar de forma mais rápida e confiável, desenvolvendo produtos e serviços de melhor qualidade e, acima de tudo, operando com baixo custo.

Já em relação aos processos de produção, pode-se destacar três pontos da filosofia enxuta (*Lean Manufacturing*) que podem ser utilizados no desenvolvimento de atividades Maker: eliminação de desperdício, comprometimento de todos na produção e o esforço de aprimoramento contínuo. A seguir, a **Figura V.2.2** apresenta as sete Ferramentas de Gestão da Qualidade.



Figura V.2.2 – Sete Ferramentas da Qualidade

Apresentaremos, em seguida, uma breve explicação sobre cada uma destas ferramentas da Qualidade que poderão ser ótimas aliadas na organização de suas atividades de rotina e de uma gestão eficaz no LabMaker.

### 2.1. Folhas de Verificação

Este instrumento serve para registrar dados estatísticos relativos à produção por determinado período temporal. Ele equivale a um checklist, em que devem constar os erros mais comuns do sistema produtivo. A partir disso, os usuários podem indicar a quantidade de vezes em que o erro é identificado. Além disso, podem ser indicados outros possíveis erros, desde que sejam observados no sistema (CARPINETTI, 2016).

Estas informações podem ser levantadas de forma contínua, ao longo do processo produtivo. Os dados devem ser utilizados pela equipe para promoção da melhoria contínua. A seguir, é apresentado um exemplo de folha de verificação semanal (Figura V.2.4):

Atividades realizadas	2F	3F	4F	5F	6F	TOTAL
Atividades de prototipagem		x		x		2
Atividades com arduíno	x		x		x	3
Atividades conceituais		x				1
Workshops externos			x(M) x (T)			2
Reunião de equipe		x		x2		2
Total Atividades	1	3	3		1	

Figura V.2.3 – Exemplo de folha de verificação  
Fonte: Elaboração própria,

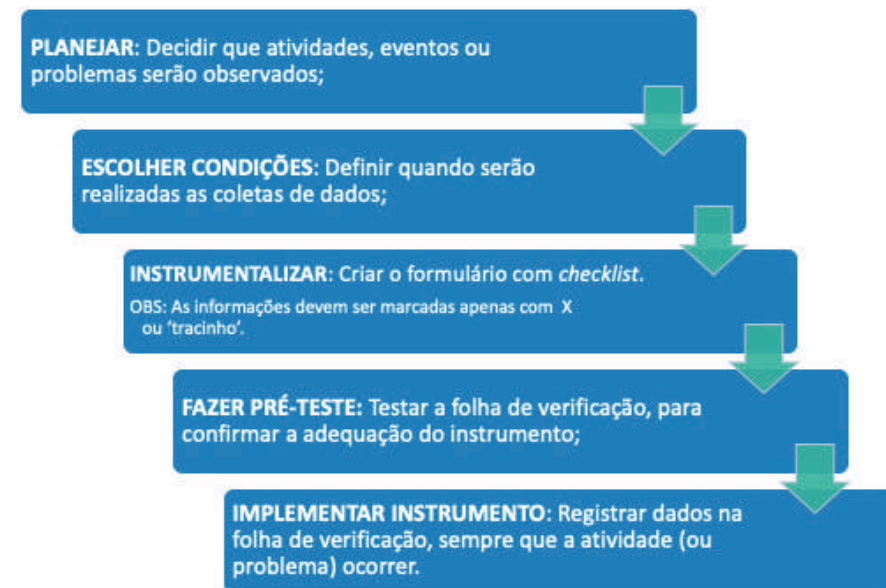


Figura V.2.4 – Fluxo para implementação da metodologia  
Fonte: Adaptado de Sander (2019).

Assim, por meio da folha de verificação, é possível monitorar o desempenho do processo ao longo do tempo, buscar os principais elementos causadores de problemas e identificar tendências a erros.

### Folhas de Verificação no seu Laboratório LabMaker

Quais atividades ou recursos você observaria para organizar numa Folha de Verificação do seu LabMaker?

## 2.2. Histograma

Histograma ou gráfico de distribuição de frequências são gráficos utilizados para a representação e análise de um conjunto de dados (Figura V.2.5).

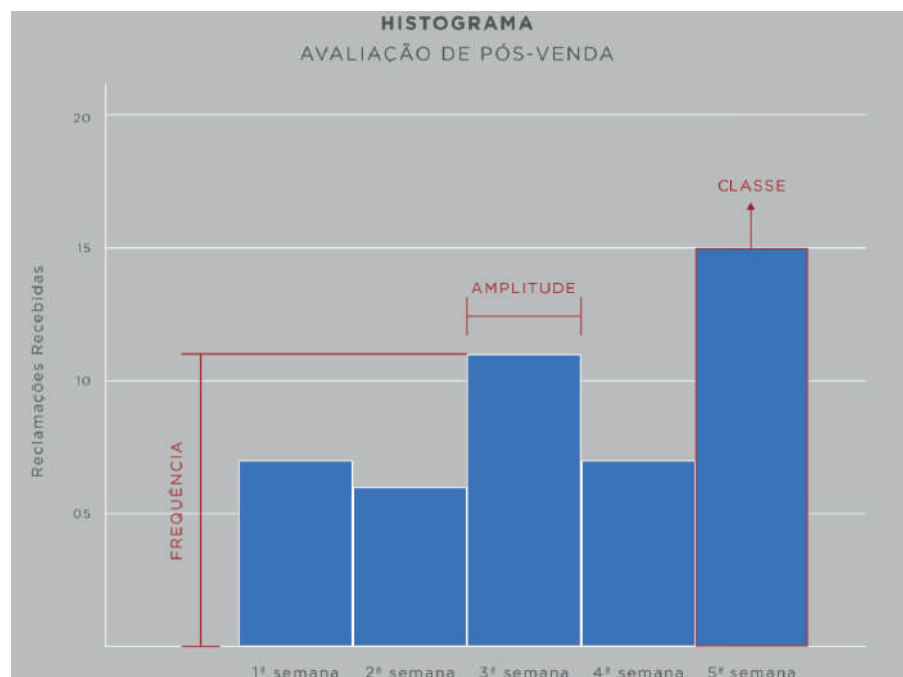


Figura V.2.5 – Exemplo de identificação de Classe, Amplitude e Frequência num Histograma

Fonte: Significados, Histograma (2021).

Esse tipo de representação gráfica pode ser aplicada a diversas grandezas e apresenta três informações principais:

- **Classes:** exprimem os valores compreendidos entre um intervalo determinado, destacando valores mínimos e máximos, que são os limites da classe.
- **Amplitude:** representa os valores que as classes irão abranger, ou seja, evidencia o tamanho de cada classe.
- **Frequência:** retrata o número de vezes que os elementos de uma classe aparecem, sendo indicado pela altura da barra.

Assim, após a coleta de dados, em um recorte temporal específico, pode-se realizar uma análise do comportamento da variável estudada (CARPINETTI, 2016).



Figura V.2.6 – Tipos de Histogramas

Fonte: Significados, Histograma (2021).



Existem diferentes tipos de Histogramas, que são classificados de acordo com a forma de apresentação das barras, sendo os mais comuns:

- **Simétrico:** a frequência mais elevada fica localizada na parte central e as variações decrescem de forma simétrica nos dois lados do gráfico. Isso ocorre quando os dados são estáveis, favorecendo variações pequenas. É utilizado normalmente para representar dados médios obtidos que são usados para fazer comparações com outras informações da pesquisa.
- **Assimétrico:** a frequência mais elevada fica localizada em um dos lados do gráfico e os dados mais distantes decrescem para o lado oposto ao pico. Isso ocorre quando há uma grande variação entre os dados.
- **Dois picos (bimodal):** Nessa configuração, há dois picos de destaque. Essa apresentação indica que existe mais de uma frequência alta nos dados da pesquisa. Isso ocorre quando são comparadas duas coletas de dados. Apesar de a análise ser feita separadamente, são observados os desenhos dos dois gráficos. Também é conhecido como histograma bimodal.
- **Platô (achatado):** não há um pico de destaque. As barras têm aproximadamente os mesmos tamanhos, sinalizando que as frequências de dados são bem parecidas. Isso pode ocorrer devido a irregularidades nos dados em consequência de falhas.
- **Despenhadeiro:** No despenhadeiro os valores mais altos ficam localizados em uma das extremidades do histograma. Esse tipo é mais usado quando alguns dos dados da estatística não são colocados no gráfico.

Coletar a amostra. É importante coletar um número significativo de dados.

Organizar os dados;

Determinar o número de categorias e o intervalo entre as categorias (através do Microsoft Excel, é possível fazer este procedimento automaticamente);

Organizar os dados, inserindo-os nas categorias, de acordo com o intervalo.

Lançar os dados no gráfico, com as categorias no eixo horizontal e a frequência de ocorrência no eixo vertical;

Verificar e analisar a forma do gráfico.

Figura V.2.7 – Fluxo para o desenvolvimento de Histogramas

Fonte: Adaptado de Forlogic (2016).

Essa ferramenta pode ser empregada nos processos de avaliação da qualidade no LabMaker, podendo, inclusive, ser alimentada a partir dos dados coletados por outras ferramentas de qualidade, a exemplo das Folhas de Verificação. A equipe gestora poderá utilizá-la na análise dos produtos ou protótipos resultantes dos projetos, verificando a frequência das saídas do processo de produção em conformidade com o padrão, bem como as variações. A representação gráfica destes dados possibilitará a visualização e análise, apoiando, dessa forma, a tomada de decisão.

### Histograma no seu Laboratório LabMaker

Escolha os processos que deseja analisar por meio de Histogramas em seu LabMaker e 'mãos à obra'!

## 2.3. Fluxograma

Fluxogramas são utilizados para representar graficamente processos, sistemas ou fluxos de trabalho, ilustrando, de forma encadeada, sequências operacionais. São desenvolvidos por meio da utilização de figuras geométricas normalizadas e setas unindo-as. Essa ferramenta possibilita a compreensão rápida e clara do processo, sistema ou fluxo de trabalho, demonstrando, por exemplo, a transição de informações e/ou documentos (ARAÚJO, 2001).

O Fluxograma apresenta a sequência operacional do desenvolvimento de um processo, o qual caracteriza: o trabalho que está sendo realizado, o tempo necessário para sua realização, a distância percorrida pelos documentos, quem está realizando o trabalho e como ele flui entre os participantes das atividades relacionadas.

No Mapeamento de Processos, o Fluxograma tem o objetivo de identificar possíveis gargalos das atividades administrativas ou produtivas. Desta forma, preza por garantir a qualidade e elevar a produtividade.

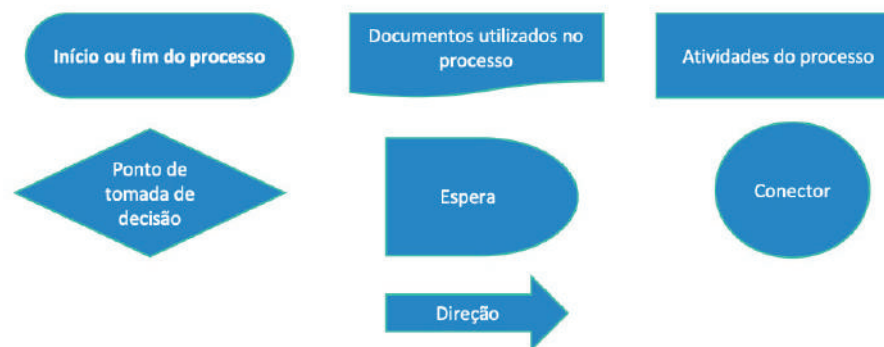
A sua aplicação é variada e atende às necessidades de times de trabalho de diversas áreas ou setores, sendo utilizado em projetos de software e TI, nas engenharias, na organização de processos do setor hospitalar, no setor produtivo para controle de operações, no gerenciamento de projetos, no desenvolvimento de processos de negócios e entre outros. Quando bem desenvolvido, o Fluxograma:

- Facilita a compreensão do processo e fluxo de trabalho, evidenciando o passo a passo para a execução.
- Estabelece normas para a execução dos processos.
- Determina a sequência das atividades e a relação entre elas.
- Favorece a identificação de falhas no processo.
- Possibilita, a qualquer momento, consultas a respeito da execução do processo.

Portanto, essa ferramenta possibilita a visualização macro de um dado processo e o ganho de eficiência. No entanto, é necessário destacar que existem diversos modelos, bem como diferentes simbologias. Assim, para a criação de fluxogramas, é fundamental identificar aquele modelo que atenda às necessidades do time de trabalho, assim como as suas simbologias, de acordo com a Norma ISO.

A seguir, na **Figura VI.2.8**, são apresentados alguns símbolos mais utilizados na criação de fluxogramas (entretanto, é importante ressaltar que existem outras simbologias).

### SIMBOLOGIA BÁSICA UTILIZADA NA CRIAÇÃO DE FLUXOGRAMAS



**Figura V.2.8** – Símbolos básicos utilizadas na criação de fluxogramas

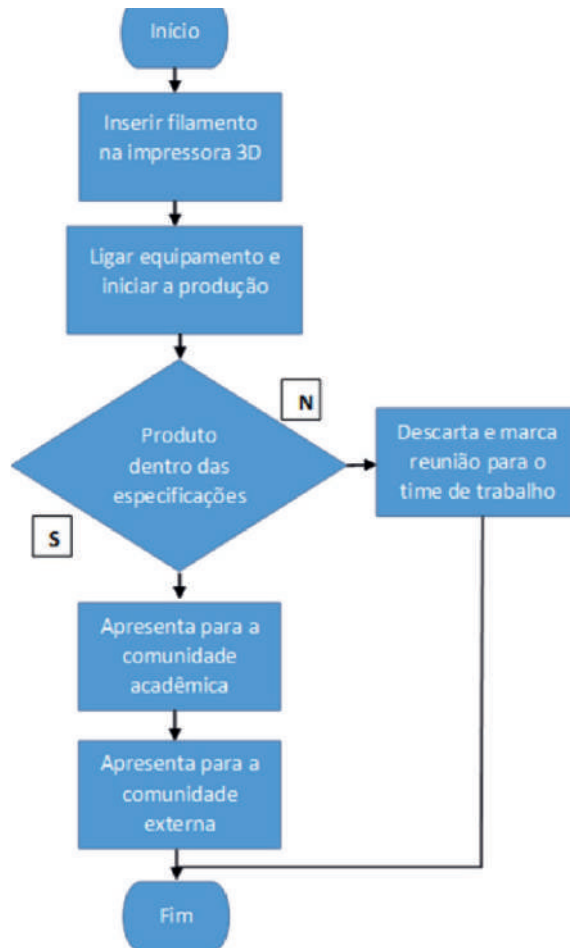
\*Cores utilizadas apenas como demonstrativo diferencial dos símbolos escolhidos.

Fonte: Elaboração própria (2021).

Os Fluxogramas de processos são representados por um conjunto de símbolos gráficos conectados logicamente, demonstrando o passo a passo necessário para a execução do trabalho. Os fluxogramas podem ser representados tanto na orientação vertical (retrato) quanto na orientação horizontal (paisagem).

A existência de fluxogramas para cada um dos processos é fundamental para a simplificação e racionalização do trabalho, permitindo a compreensão e posterior otimização dos processos desenvolvidos em cada departamento ou área da

organização. Para ilustrar, pode-se pensar em um fluxograma para representar o desenvolvimento de um projeto no âmbito do LabMaker, demonstrando o início e o fim do processo, bem como as atividades e os pontos de decisão, como representado na **Figura V.2.9**.



**Figura V.2.9** – Exemplo de um fluxograma de processo  
**Fonte:** elaboração própria (2021).

### Fluxograma no seu Laboratório LabMaker

Como é o processo de fabricação de um objeto 3D?  
 Quais máquinas e atividades são necessárias?  
 Você utilizará algum equipamento de robótica neste dispositivo?  
 Quais são as atividades eletrônicas interrelacionadas?  
 Está preparado para preparar o seu 'próprio fluxograma de processo'?

Esta é uma atividade recomendada para professores e estudantes realizarem juntos, preferencialmente com perspectiva interdisciplinar.

### 2.4. Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto, uma das ferramentas da qualidade, possibilita a identificação das frequências das ocorrências e oportuniza a priorização de problemas. Sendo assim, a partir da aplicação da ferramenta, é possível reconhecer os problemas mais urgentes da organização, possibilitando o direcionamento dos esforços para eles. De acordo com o Princípio de Pareto, conhecido também como 80/20, 80% das ocorrências originam-se de 20% das causas, devendo, estas, receberem maior atenção (CARPINETTI, 2016).

A construção do Diagrama pode ser iniciada por meio da elaboração de uma tabela, apresentando as ocorrências e respectivas frequências absolutas. Posteriormente, calcula-se a frequência total de ocorrências, bem como o percentual absoluto e acumulado. O percentual absoluto é identificado dividindo cada frequência pelo total de frequências ocorridas e o acumulado é obtido a partir da soma de cada porcentagem à porcentagem acumulada da linha anterior. A **Figura V.2.10** apresenta o fluxo para a elaboração de um Diagrama de Pareto.

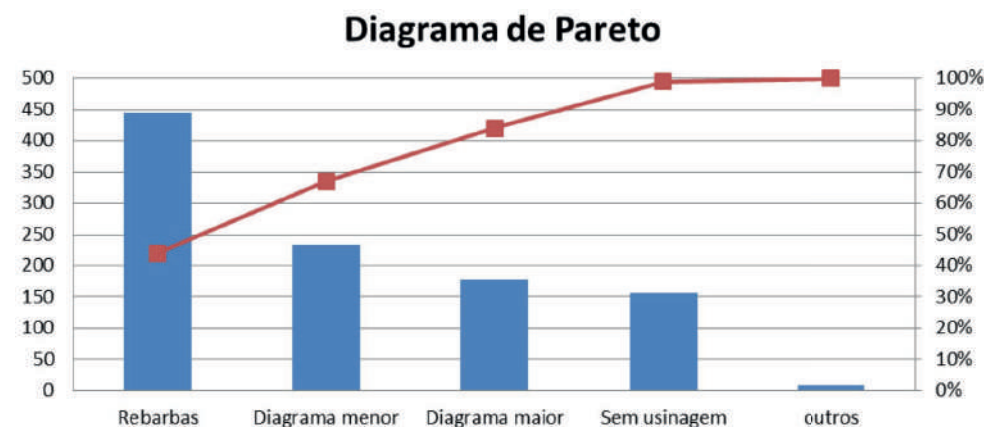
- Estabelecer os fatores a serem analisados.
- Coletar os dados, registrando o número de ocorrências.
- Somar os números de ocorrências para obter o valor total.
- Calcular o percentual de cada ocorrência, conforme o valor total.
- Calcular o percentual acumulado das ocorrências.
- Apresentar os fatores, de forma que os mais frequentes sejam listados primeiro.
- Construir um gráfico de colunas a partir dos resultados apurados.
- Inserir no gráfico uma linha base do percentual acumulado das ocorrências.
- Analisar o Diagrama e tomar as decisões necessárias.

**Figura VI.2.10** – Fluxo para o Diagrama de Pareto  
Fonte: elaboração própria (2021).

Para facilitar a visualização, os resultados poderão ser apresentados na forma de gráfico de colunas, iniciando-se pelos problemas mais frequentes. Ao fim deste processo, 80% dos problemas identificados estão relacionados a 20% de causas. Portanto, é possível que a Equipe Gestora concentre esforços na resolução de 20% das causas (aquelas mais relevantes), visando à resolução da maior parte dos problemas (80%).

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta estratégica para a identificação dos fatores mais recorrentes, apontando aqueles que precisam ser priorizados

no tocante à tomada de decisão e concentração de esforços. Para facilitar a compreensão, vamos apresentar um exemplo de Diagrama de Pareto, baseado para a análise de uma produção, como exposto na **Figura V.2.11**.



**Figura V.2.11** – Exemplo de Diagrama de Pareto  
Fonte: Citisystems (2021).

Como se observa na **Figura V.2.11**, o gráfico é uma composição de barra e linha, que são dispostos em 2 eixos verticais (y): o eixo à esquerda representa a quantidade de falhas e o eixo à direita representa a porcentagem acumulada. Visualizando o gráfico acima, fica fácil identificarmos onde estão os 80% dos problemas vitais. Neste caso, eles se concentram em: rebarbas, diagrama menor e diagrama maior. Este tipo de análise pode ser aplicada a diversas atividades, como vendas, produção, estocagem, análise de problemas entre outros.

### Diagrama de Pareto no seu LabMaker

Que tipo de situação (problema/atividade) você deseja analisar em sua produção?  
Aproveite para utilizar o Diagrama de Pareto no seu processo decisório.

## 2.5. Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa, também chamado "Diagrama de Causa e Efeito" ou "Diagrama de Espinha de Peixe", é uma ferramenta que auxilia na identificação das causas de problemas nos processos de uma empresa. Deste modo, ele permite a compreensão dos elementos que ocasionam situações negativas e indesejadas, desde o chão de fábrica até a diretoria da organização (CARPINETTI, 2016).

A metodologia parte do princípio de que todos os problemas são ocasionados por um fator específico. Assim, todas as possíveis causas devem ser levantadas através dos times de trabalho. Em seguida, elas devem ser testadas e analisadas, para melhor compreensão sobre o problema

O Diagrama de Ishikawa permite uma organização visual mais adequada dos problemas e de suas causas. Além disso, proporciona a organização hierárquica dos problemas e causas identificados. Ambos os aspectos permitem uma melhor compreensão da situação.

Segundo a metodologia, os problemas empresariais são ocasionados por 6 (seis) itens, tecnicamente chamados de 6M's: Método; Mão de obra; Material; Meio Ambiente; Medida; Máquina. Cada item deve ser especificado na análise do problema. A seguir, a **Figura V.2.12** apresenta as perguntas que devem ser feitas para a identificação de cada item. Caso o item não faça parte da rotina da empresa, pode ser desconsiderado.

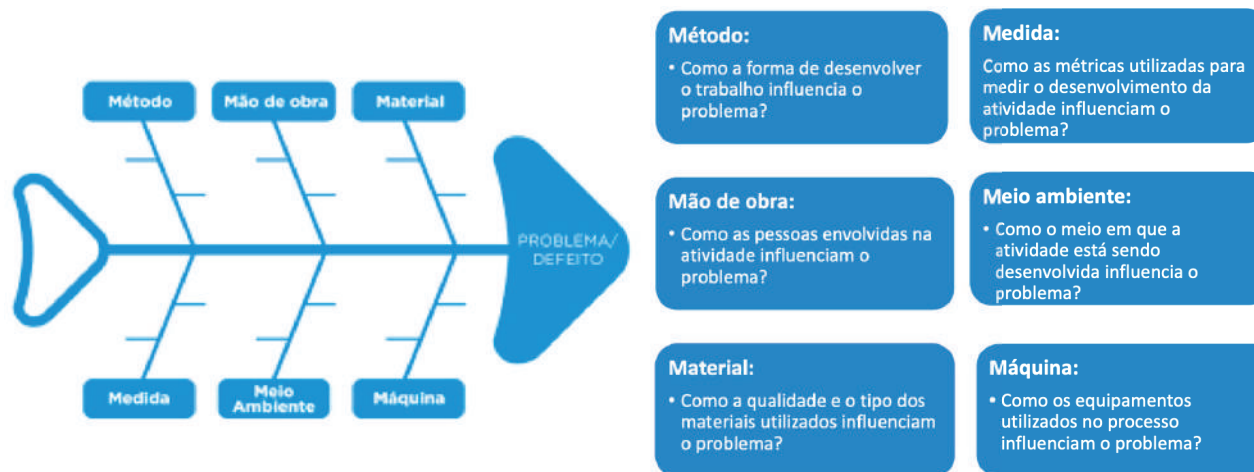


Figura V.2.12 – Perguntas-chaves para o desenvolvimento do Diagrama de Ishikawa

Fonte: Adaptado de Andrade (2017).

Uma vez que estes itens tenham sido identificados, elabora-se o diagrama: ele é composto por uma seta horizontal que aponta para o problema, ao final. Nas partes superior e inferior desta seta, são adicionados os itens causadores do problema, identificados por meio da técnica dos 6M's.

### Diagrama de Ishikawa no seu LabMaker

Embora o Diagrama Espinha de Peixe (Ishikawa) seja comumente utilizado em 'análise de causa raiz', também pode ser utilizado como um exercício para identificação de um Objetivo (Efeito) que se deseja alcançar a partir da análise das variáveis dadas: método, mão de obra, material, medida, meio ambiente e máquina.

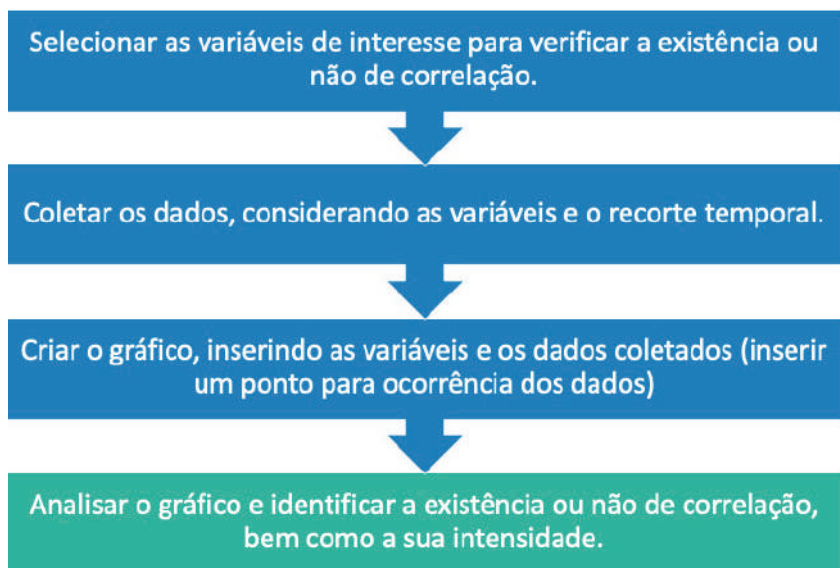
Imagine um cenário do LabMaker inserido num Ecossistema de Inovação local: O que deveria ser observado, revisado e aprimorado para se alcançar este objetivo?

## 2.6. Diagrama de Dispersão

Diagrama de Dispersão ou Gráfico de Correlação é uma ferramenta de qualidade que busca identificar a existência de relação de causa e efeito entre

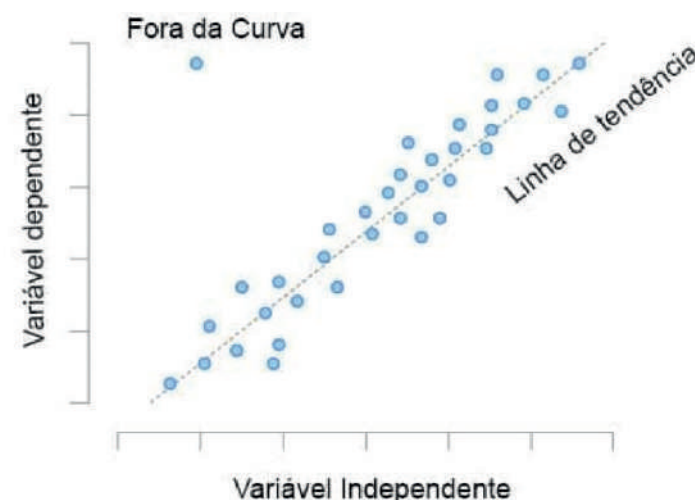


duas variáveis. Nesse tipo de representação gráfica os dados são expressos como um conjunto de pontos dispersos. Dessa forma, cada ponto assume dois valores, um em cada eixo do gráfico (X e Y), determinando, assim, a sua posição (CARPINETTI, 2016).



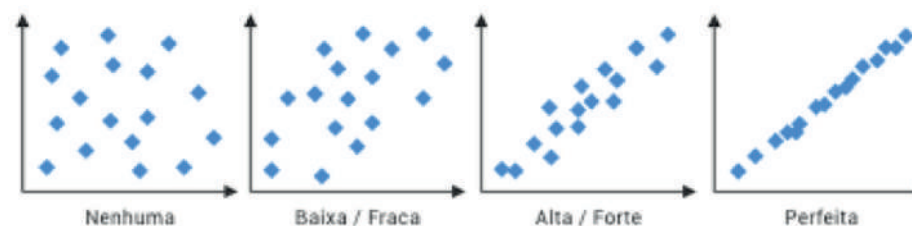
**Figura V.2.13** – Fluxo para o desenvolvimento do Diagrama de Dispersão  
Fonte: elaboração própria (2021).

A adoção dessa ferramenta possibilita determinar a existência ou não da relação entre as variáveis, bem como a intensidade. Para tanto, é necessário fazer uso de alguns conceitos da área de estatística, por exemplo, a regressão linear. Assim, é possível verificar se a correlação entre as variáveis é positiva, negativa ou inexistente.



**Figura V.2.14** – Fluxo para o desenvolvimento do Diagrama de Dispersão  
Fonte: Novida (2021).

A correlação positiva é constatada quando há concentração dos pontos em tendência crescente, ou seja, as duas variáveis aumentam simultaneamente (Figura V.2.14). Já a correlação negativa ocorre quando existe a concentração de pontos em uma linha decrescente, isto é, à medida que uma variável aumenta, a outra diminui. De outra forma, a correlação é inexistente quando os pontos estão dispersos pelo gráfico de forma aleatória, não sendo possível perceber correlação entre as variáveis.



**Figura V.2.15** – Intensidade de correlação em Diagramas de Dispersão  
Fonte: Carvalho (2020).

Quanto à intensidade da relação entre as variáveis, ela pode ser forte ou fraca (**Figura V.2.15**). Diz-se que a intensidade é forte quando a dispersão entre os pontos for, relativamente, pequena. Em contrapartida, diz-se que a intensidade da relação é fraca quando existe uma maior dispersão dos pontos.

Com o Diagrama de Dispersão é possível identificar quais fatores dentro de uma operação estão correlacionados. Assim, o Diagrama de Dispersão pode ser utilizado no âmbito do LabMaker, por exemplo, para buscar identificar possíveis causas de determinados problemas. Assim, a equipe gestora poderá comprovar ou descartar suposições relacionadas ao problema, validando a sua verdadeira causa.

### Diagrama de Dispersão no seu LabMaker

As ferramentas da Qualidade conhecidas como Diagrama de Dispersão e Cartas de Controle exigem um 'olhar um pouco mais especializado' e conhecimento 'mais técnico' sobre o assunto para sua elaboração.

Assim, se desejar aplicar estas ferramentas em seu LabMaker, certifique-se de convidar um parceiro especialista em Engenharia da Produção, Administração da Produção, Estatística, ou áreas afins.

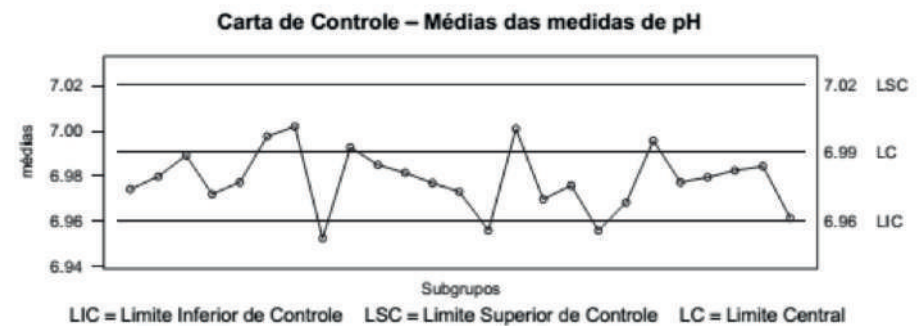
## 2.7. Cartas de Controle

As Cartas de Controle permitem verificar se um processo está acontecendo no padrão planejado, visando à identificação de problemas quando há uma causa comum ou especial. A ferramenta contribui substancialmente para a identificação das causas de variação, eliminando problemas, retrabalhos, pausas inesperadas, entre outros (GODOY, 2019).

As causas comuns são aquelas consideradas inevitáveis, estão relacionadas ao próprio sistema e podem ser reduzidas. Em geral, o processo está sob controle estatístico. Exemplos são os desgastes e a diferença de produtividade entre dois operários.

As causas especiais, por outro lado, são variações que ultrapassam os limites aceitáveis e devem ser eliminadas. Se estiverem presentes no processo, não haverá estabilidade e a ação corretiva será necessária. Exemplos são problemas nas máquinas, ocasionando imperfeições na produção, na matéria-prima ruim, nas medições erradas, entre outros.

As cartas de controle referem-se a gráficos que representam o processo produtivo ao longo do tempo. A **Figura V.2.16** apresenta um exemplo de carta de controle.



**Figura V.2.16** – Exemplo de carta de controle  
Fonte: SIF (2021).

O gráfico da Carta de Controle possui uma linha central, representando a média do processo. Há um limite de controle superior e um limite de controle inferior, que representam os limites aceitáveis para a variação do processo.

Quando os pontos se inserem dentro dos limites de controle superior e inferior, têm-se as causas comuns e o processo está 'sob controle'. Por outro lado, quando os pontos estão localizados fora dos limites de controle, identifica-se como um processo 'fora de controle', com uma variação de causa especial, que precisa ser corrigida.

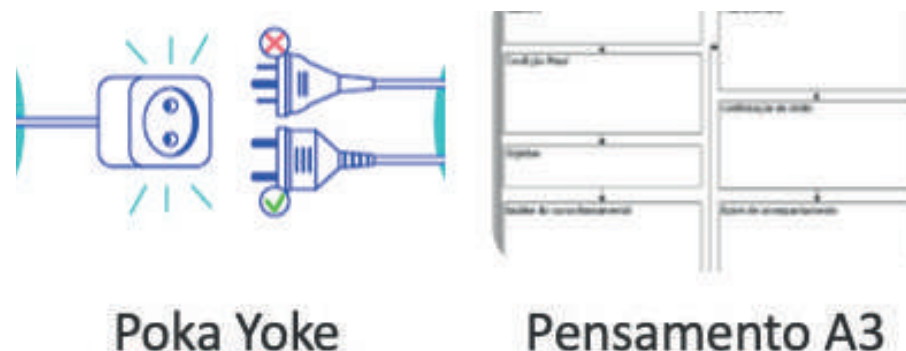
De modo geral, há dois tipos de cartas de controle:

- **Cartas de Controle por Atributos:** são as mais simples, permitindo apenas identificar se o processo é satisfatório (conforme) ou não.
- **Cartas de Controle por Variáveis:** são mais complexas e apresentam maior número de informações. Para cada característica que se pretende estudar e monitorar, como comprimento, largura, diâmetro, entre outras informações da produção, é necessária uma carta de controle para a média e outra para a dispersão.

As cartas de controle podem ser utilizadas no âmbito de um Laboratório Maker para identificar se um processo produtivo é estável e consistente, comparando mudanças e analisando o desempenho de processos específicos ao longo do tempo.

### 3. FERRAMENTAS ESPECIALIZADAS PARA PROGRAMAS DA QUALIDADE

Algumas ferramentas de Gestão da Qualidade (**Figura V.3.1**) são mais especializadas e aplicadas, sobretudo, no processo de produção, retratando, principalmente, a filosofia enxuta (*Lean Manufacturing*) e a abordagem *Six Sigma*.



**Poka Yoke** **Pensamento A3**

**Figura V.3.1** – Exemplos de ferramentas aplicadas no processo de produção

Nas próximas seções, iremos apresentar, de forma sucinta, o conceito de cada uma delas e como poderemos utilizá-las nas rotinas operacionais do LabMaker ou no processo de formação complementar dos estudantes numa perspectiva interdisciplinar.

#### 3.1. Kanban

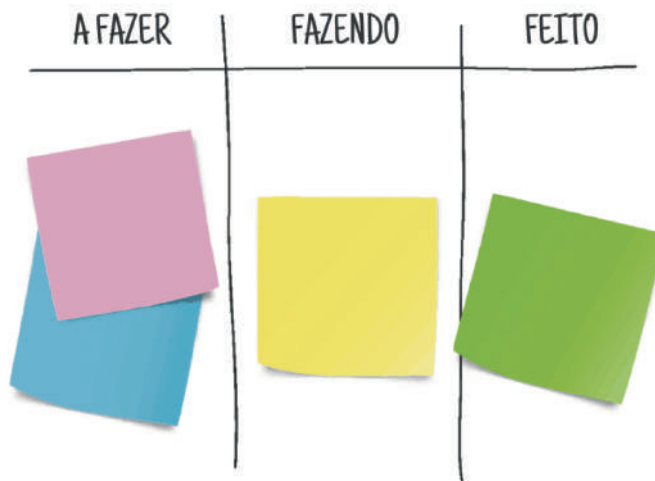
O *Kanban* é uma Ferramenta da Qualidade inicialmente criada como um sistema de gerenciamento de estoques, que funciona por meio do uso de um cartão ou outro método para sinalizar os níveis de estoques e as respectivas necessidades de reposição. Esse sistema pode ser externalizado a partir de um quadro, gerando, assim, um retrato das condições atuais do estoque (JAHARA; VIEIRA; REIS, 2017).

Na aplicação desse sistema, é necessário realizar cálculos e estimativas dos níveis de estoque máximo, de segurança e mínimo. Para cada nível, define-se uma cor diferente que apoiará a tomada de decisão em relação às necessidades de acompanhamento e reposição, por exemplo: Estoque Máximo (verde); Estoque de segurança (amarelo); Estoque Mínimo (vermelho). Nesse sentido, facilita-se o controle do estoque de forma que não haja uma quantidade elevada de investimentos, nem ocorra a falta dos materiais necessários para o processo de produção. De forma simplificada, um *Kanban* administrativo pode ser organizado conforme a **Figura V.3.2**:



**Kanban**

**Programa 5S**



**Figura VI.3.2** – Exemplos de ferramentas aplicadas no processo de produção  
**Fonte:** Azevedo (2020).

Posteriormente, o Kanban foi também adaptado para a área administrativa e comumente é utilizado para a organização de atividades de processos de forma pragmática, como na abordagem SCRUM (framework de gerenciamento de projetos, da organização ao desenvolvimento ágil de produtos complexos e adaptativos com o mais alto valor possível, através de várias técnicas e ferramentas de gestão).

O *Kanban* atualmente pode também ser observado nas fábricas de forma eletrônica nos *dashboards* de informações gerenciais ou em CLPs (controladores lógicos programáveis) das salas de operação das máquinas, indicando o seu processo de funcionamento, repouso ou manutenção.

No âmbito do LabMaker, as equipes gestoras poderão utilizar o sistema *Kanban* para gerenciar o abastecimento e controle do estoque em relação aos insumos necessários para o desenvolvimento dos projetos. Dependendo das necessidades de cada projeto a ser desenvolvido, pode-se, por exemplo, realizar

cálculos ou estimativas em relação à quantidade de filamentos para Impressora 3D, identificando os níveis máximo, de segurança e mínimo do insumo.

Além disso, poderão utilizar a sua abordagem administrativa e criar um mapeamento visual do que pode ser 'atualizado' em termos de atividades programadas x realizadas da Equipe Gestora.

### ***Kaban no seu LabMaker***

Como você gostaria de utilizar o *Kanban* no LabMaker de de sua instituição?  
 Como apresentar outros exemplos de *Kanban* aos estudantes e prepará-los para o mercado de trabalho?

Utilize esta abordagem para mais uma abordagem da cultura Maker na Educação.

### **3.2. Programa 5S**

O Programa 5S (Figura VI.3.3) tem como foco principal o ambiente de trabalho, abordando os aspectos relacionados à organização, higienização e padronização de espaços e processos. O Programa é baseado na premissa de que um ambiente organizado e saudável elimina o desperdício de tempo e recursos, aumentando, dessa forma, a eficiência e produtividade do time de trabalho (SILVA et. al, 2019).

O Programa 5S (Figura V.3.3) fundamenta-se em cinco palavras japonesas iniciadas com a letra 'S', as quais significam respectivamente:

- **Seiri** (Senso de Utilização): o objetivo é manter, no ambiente de trabalho, apenas o que seja útil. Para tanto, deve-se categorizar os objetos, equipamentos, insumos, bem como outros elementos utilizados no trabalho, baseando-se na frequência de uso/aplicação de cada um. Portanto, utiliza-se como critério de categorização as principais necessidades do time de trabalho.

- **Seiton** (Senso de Organização): o objetivo é organizar o ambiente de trabalho de forma eficaz. Assim, após a categorização dos elementos utilizados na produção, este é o momento de organizá-los de forma a tornar as tarefas e os processos mais ágeis. Desse modo, realiza-se a criação de arranjo espacial simples e adequado à execução das tarefas, posicionando os elementos de acordo com a frequência de uso pelo time de trabalho.
- **Seiso** (Senso de Limpeza): os objetivos são tornar o ambiente limpo e identificar as rotinas de trabalho que provocam sujeiras e/ou imperfeições. Nesse sentido, inicialmente podem ser definidas rotinas de limpezas, periodicidades e escalas de pessoal envolvidos na tarefa, garantindo que o ambiente de trabalho esteja sempre limpo. A rotina de limpeza e manutenção também está relacionada aos elementos/equipamentos utilizados diariamente nas tarefas, visto que a ausência desse cuidado pode acarretar no comprometimento da qualidade do processo e/ou produto.
- **Seiketsu** (Senso de Padronização): está relacionado com os sentidos anteriores. O objetivo é agir na conservação e no registro dos procedimentos executados em busca da melhoria contínua no ambiente de trabalho. Nessa etapa, é fundamental a definição dos responsáveis pela manutenção das ações desenvolvidas nas etapas anteriores.

- **Shitsuke** (Senso de Disciplina): o objetivo é incentivar a melhoria contínua. Para isto, é necessário que haja comprometimento por parte de todos os integrantes do time de trabalho, no tocante ao seu papel para a existência de um ambiente de trabalho favorável ao alcance dos objetivos pessoal e grupal.



Figura V.3.3 – Orientação em relação ao preenchimento do Programa 5S

Fonte: elaboração própria (2021).

No contexto do LabMaker, o Programa 5S poderá auxiliar as Equipes Gestoras na promoção de melhorias no ambiente, a partir das perspectivas de utilização, organização, manutenção, padronização e disciplina,



indicando, por exemplo, os lugares exatos para cada elemento/equipamento, bem como o estabelecimento de rotinas periódicas de limpeza e organização.

Além disso, a implementação do Programa 5S contribui para mudanças comportamentais e gera melhorias em relação à motivação, segurança no trabalho, eficiência e produtividade.

### 5S no seu LabMaker

Que tal realizar um planejamento de como implementar o 5S no LabMaker de seu campus?

Faça uma proposta para sua Equipe Gestora e envolva professores, TAEs e estudantes nesta iniciativa.

### 3.3. Poka Yoke

*Poka Yoke* significa "a prova de erros" (Figura V.3.4) e é uma metodologia para inspeção de processos produtivos, visando prevenir falhas humanas ou defeitos e corrigir erros. Essencialmente, é aplicada na produção, mas também pode ser utilizada na entrega de serviços e em outros processos de gestão.

Essa metodologia de trabalho está ancorada no pensamento de que os erros e problemas podem ser previstos com antecedência, de modo a serem solucionados previamente, evitando

pausas desnecessárias, prejuízos ou desperdícios. Adicionalmente, contribui para a segurança dos processos produtivos e qualidade da produção final (SONDERMANN; KAMISKE, 2018).



Figura V.3.4 – Exemplo de um Poka Yoke (tipologia tomada)

Existem alguns tipos de *Poka Yoke*:

- **Poka Yoke de Prevenção:** Elimina todas as causas geradoras de problemas, buscando eliminar o erro antes que ele, de fato, ocorra;
- **Poka Yoke de Detecção:** Visa emitir um alerta quanto ao erro de modo imediato após a sua ocorrência. Pode ocorrer por meio de um sistema de controle ou de advertência;
- **Controle:** Interrompe as atividades quando se detecta um erro, visando forçar a busca imediata de soluções;
- **Advertência:** Usa avisos visuais ou sonoros

para alertar sobre um problema, sem necessariamente pausar a produção.

- **Poka Yoke de Valor Fixo:** Visa garantir a quantidade exata de movimentos, de modo que não haja erros na produção.
- **Poka Yoke de Etapas:** Visa garantir que todas as etapas de um processo produtivo ocorram na ordem correta. Impede-se a realização de um processo se todos os demais não forem realizados na sequência certa.

1) Identificar a falha no sistema

2) Identificar a causa

3) Levantar possíveis soluções

4) Identificar a eficácia da solução

5) Implantar a solução

6) Registrar o processo

Figura V.3.5 – Fluxo para aplicação do Poka Yoke em processos

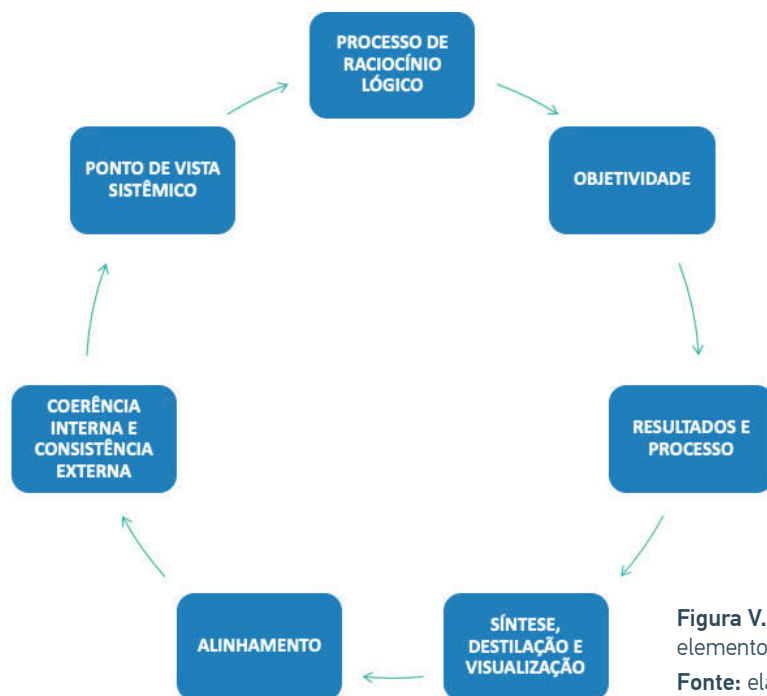
Fonte: adaptado de Labone Consultoria (2021).

O *Poka Yoke* pode contribuir significativamente com o ambiente Maker, visto que ajuda na eficiência do processo produtivo e na qualidade dos seus resultados. A ferramenta pode ser aplicada tanto no monitoramento de falhas humanas quanto de falhas mecânicas (máquinas). Uma vez que a Equipe de Gestão do laboratório decida implantar o Poka Yoke, torna-se relevante monitorar e inspecionar erros humanos, corrigindo-os de forma criativa.

### 3.4. Pensamento A3

O relatório A3 é uma ferramenta que estabelece uma estrutura concreta para implementar a gestão PDCA, direcionando-a a uma compreensão mais profunda do problema ou da oportunidade. Essa ferramenta facilita a coesão e o alinhamento interno da organização em relação ao melhor curso de ação para resolver o problema ou aproveitar a oportunidade (SOBEK II; SMALLEY, 2009).

O Pensamento A3 é fundamentado em sete elementos que favorecem o desenvolvimento de uma abordagem exitosa nas iniciativas desenvolvidas num Laboratório Maker (**Figura V.3.6**).



**Figura V.3.6** – Os sete elementos do Pensamento A3  
Fonte: elaboração própria (2021).

Desta forma, quando o relatório A3 é bem utilizado, assim como os padrões de pensamento por trás dele, ajuda a promover e reforçar os processos de raciocínio lógico completos que atacam todos os detalhes importantes, consideram diversos caminhos em potencial, levam em consideração os efeitos da implementação, antecipam possíveis obstáculos e incorporam contingências.

O primeiro passo para resolver o problema é ir fisicamente ao local real (Genba) onde o problema ocorreu e observar a situação em primeira mão. Ir ao Genba para observar e entender a situação é uma maneira eficaz de verificar e atualizar sua imagem mental de como o sistema funciona, tornando-a uma representação mais fiel da realidade.

O relatório A3 facilita o monitoramento e o torna mais acessível, pois explicita os processos de raciocínio do autor do relatório: o investigador visitou o Genba? A causa fundamental faz sentido? As contramedidas trabalham as causas fundamentais (causa-raiz)? O plano de implementação é realista? O plano de acompanhamento é robusto? O solucionador de problemas conversou com as pessoas certas? Todas as pessoas certas concordam com a mudança proposta?

Quanto à tipologia, o relatório A3 pode ser classificado de acordo com a sua natureza ou finalidade: A3 para solução de problemas, A3 de propostas, A3 para revisão de status (**Figura V.3.7**).

### A3 para solução de problemas:

Buscam analisar os principais elementos da causa-raiz do problema com enfoque na melhor resolução.

### A3 de proposta:

Investimento é significativo (projetos, por exemplo). Normalmente trabalham com políticas, práticas de gestão, processos organizacionais ou quaisquer situações que a organização prefira considerar.

### A3 de status:

Destacar o que melhorou e, ainda, o que não melhorou, além de proporcionar a discussão sobre os 'porquês'. Representa lógica e instantaneamente como o projeto ou esforço de solução de problemas está avançando, quais resultados foram atingidos e qual trabalho precisa ainda ser realizado ou aprimorado.

Figura V.3.7 – As tipologias do Pensamento A3

Fonte: elaboração própria (2021).

O uso de relatórios A3 reforça um padrão generalizado de solução de problemas e aumenta a visibilidade da coerência. O diagnóstico da situação atual se alinha com o tema. A análise da causa fundamental segue diretamente da análise da situação atual. As soluções propostas impactam as causas fundamentais identificadas.

O plano de implementação aciona as soluções. O plano de acompanhamento testa os resultados das soluções, em contraste com as metas estabelecidas no começo do relatório.

A seguir, apresenta-se na **Figura V.3.8** um modelo para a elaboração do Relatório A3.

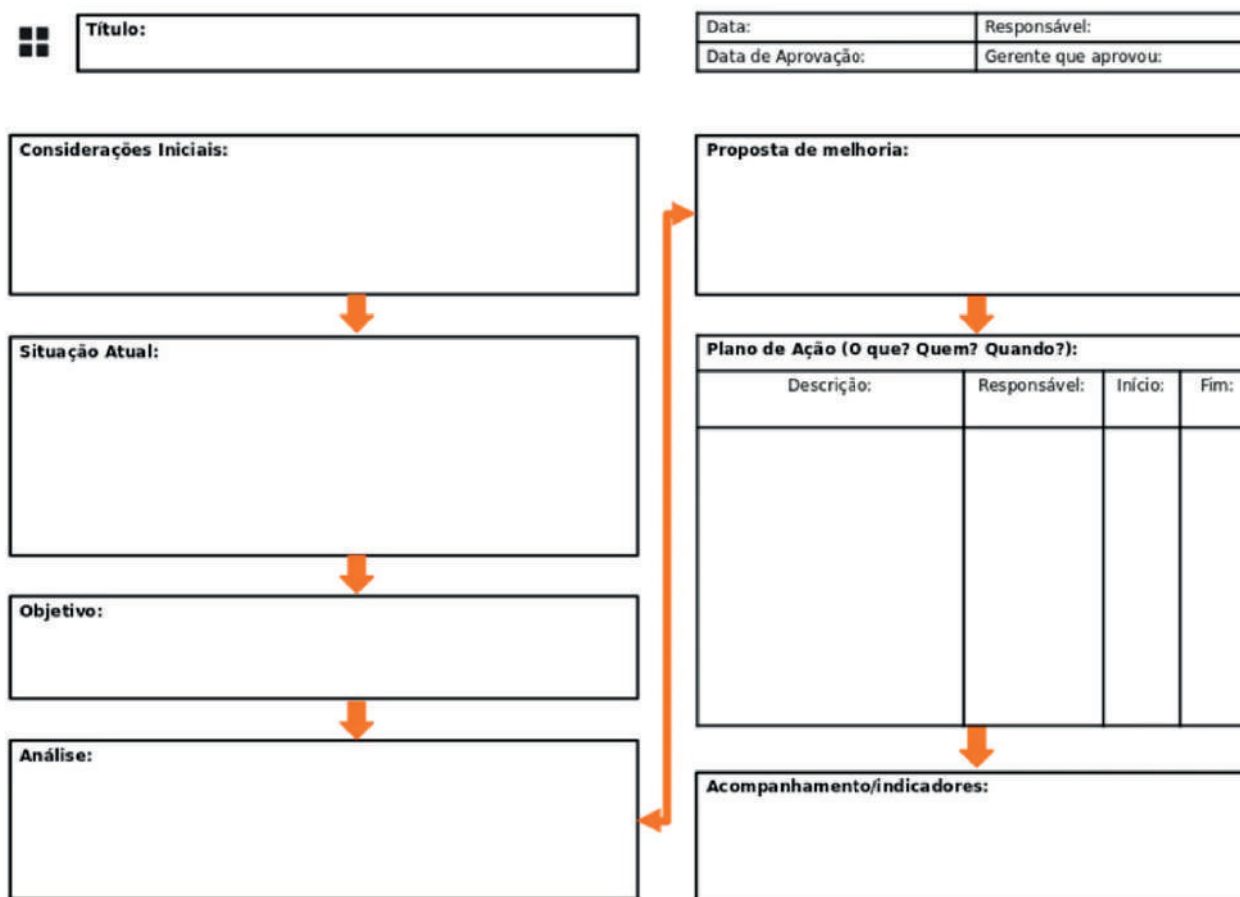


Figura V.3.8 – Modelo de Relatório A3

Fonte: Machado (2020).

### Pensamento A3 no LabMaker

A partir do conceito de Pensamento A3, escolha um dos tipos de Relatório para aplicação em sua unidade de Ensino e LabMaker.

Aproveite o enfoque do Planejamento Estratégico do MEC 2020-2023, para associar as atividades Maker com as políticas de Acesso, Permanência e Êxito.

## 4. GESTÃO DE PROJETOS APLICADA AOS LABMAKERS

Pensar em um Laboratório Maker nos traz o desafio de imaginar, propor, idealizar, uma série de elementos que farão parte desses espaços, e nas relações que deverão acontecer entre eles. Um Laboratório Maker jamais deve ser pensado “apenas” em termos de máquinas, mas sim como um conjunto de elementos que interagem e trazem vida a estes espaços, como pessoas, equipamentos e rotinas diárias/ esporádicas, papéis e responsabilidades, processos/ atividades e artefatos, produtos e/ou sonhos, sempre com muita mão na massa.

Enquanto espaço de produção e/ou disseminação de saberes, o Laboratório Maker deve ter um olhar cuidadoso a respeito dos seus *stakeholders* e trazer como principais insumos, o saber popular e/ou técnico, e como instrumentos diários, a troca ou fusão de conhecimentos, para a produção de novos aprendizados. Por sua vez, seus principais resultados serão alicerçados no protagonismo comunitário para o aprendizado colaborativo, horizontal, e em contribuições para melhorias efetivas no entorno desses espaços, ou na sociedade como um todo.

Começar a implantação de um espaço Maker pode parecer algo bem difícil, apesar da motivação das equipes que geralmente se envolvem em projetos desta natureza (a comunidade Maker é, naturalmente, composta por pessoas

que adoram desafios, novidades, inovações e, como não poderia deixar de ter, mão na massa).

Para aqueles que estão iniciando essa caminhada, gostaríamos de ressaltar que a implantação de um Laboratório Maker representa um projeto institucional, e assim sendo, traz consigo os principais desafios da Gerência de Projetos.

Existem diversas estruturas ou propostas que podem nos ajudar a pensar sobre como gerenciar um *LabMaker*. Escolhemos apresentar as noções de Gerenciamento de Projetos (GP) a partir da inspiração que nos vem de uma estrutura considerada “prescritiva”, uma vez que ela se dispõe a orientar as fases do gerenciamento de projetos, e também os seus respectivos processos e conhecimentos produzidos.

### 4.1. Gestão de Projetos: reflexões a partir do PMBOK

Conforme citamos anteriormente, existem diversas bases conceituais ou práticas que podem ser consultadas quando se deseja aprofundar as informações e os conhecimentos sobre Gerência de Projetos. Para este manual, optamos por visitar alguns conceitos trazidos pelo *Project Management Institute (PMI)*<sup>3</sup>, uma instituição que agrega profissionais atuantes em Gerência de Projetos e que, por meio desta comunidade, compartilha vivências em projetos reais, fazendo destas vivências, fontes de reflexão para propor as melhores práticas na área.

A gestão de um projeto tem como principais objetivos alcançar o sucesso de sua execução, por meio do controle das fases desse processo, e acumular conhecimentos para aplicá-los em projetos futuros. Sendo assim, gerenciar um projeto inclui:

- Identificar necessidades;
- Estabelecer objetivos claros e alcançáveis;

<sup>3</sup>[www.pmi.org](http://www.pmi.org)

- Balancear demandas conflitantes de qualidade, escopo, tempo e custo;
- Adaptar as especificações dos planos e da abordagem às diferentes preocupações e expectativas das diversas partes interessadas.

Baseadas em teoria e *práxis*, as análises sobre experiências e resultados obtidos moldam manuais que orientam academia e indústria, em um processo de retroalimentação constante.

Nesse contexto, surgem os alicerces que vêm orientar também a nossa reflexão sobre os espaços Maker, alicerces estes que se encontram no Guia *Project Management Body of Knowledge* - PMBOK (**Figura VI.4.1**), um conjunto de técnicas, métodos e processos relativos à Gerência de Projetos.



**Figura V.4.1** – Quinta Edição Guia PMBOK

Fonte: PMI (2020)

Mas por que escolhemos o PMBOK? Por ser um modelo sistemático e detalhado, ele nos informa sobre passos básicos conforme nossas restrições ou exigências. No caso do PMBOK, essas características são importantes em termos didáticos, principalmente para quem está tendo os primeiros contatos com o tema Gerência de Projetos, pois os modelos de documentos, por exemplo, orientam de forma mais eficiente e ajudam a desenvolver a prática, no dia a dia nos projetos.

Além do próprio guia PMBOK, diversos livros e outros materiais trazem a discussão sobre o conjunto de conhecimentos abordados como alguns dos livros sobre Gerenciamento de Projetos citados nas Referências deste Manual.

Saber que um modelo como o PMBOK se propõe a orientar projetos nas mais diversas áreas de conhecimento, e que podemos (e mais ainda, saber que devemos) adaptar para a nossa realidade particular, todos os elementos propostos pelo PMBOK, **Figura V.4.2**, ou por qualquer outro guia/modelo para Gerência de Projetos, é um dos pontos fundamentais para o sucesso na caminhada quanto ao uso da Gerência de Projetos.



## Processos de Gerenciamento de Projetos - Guia PMBOK® 5ª edição

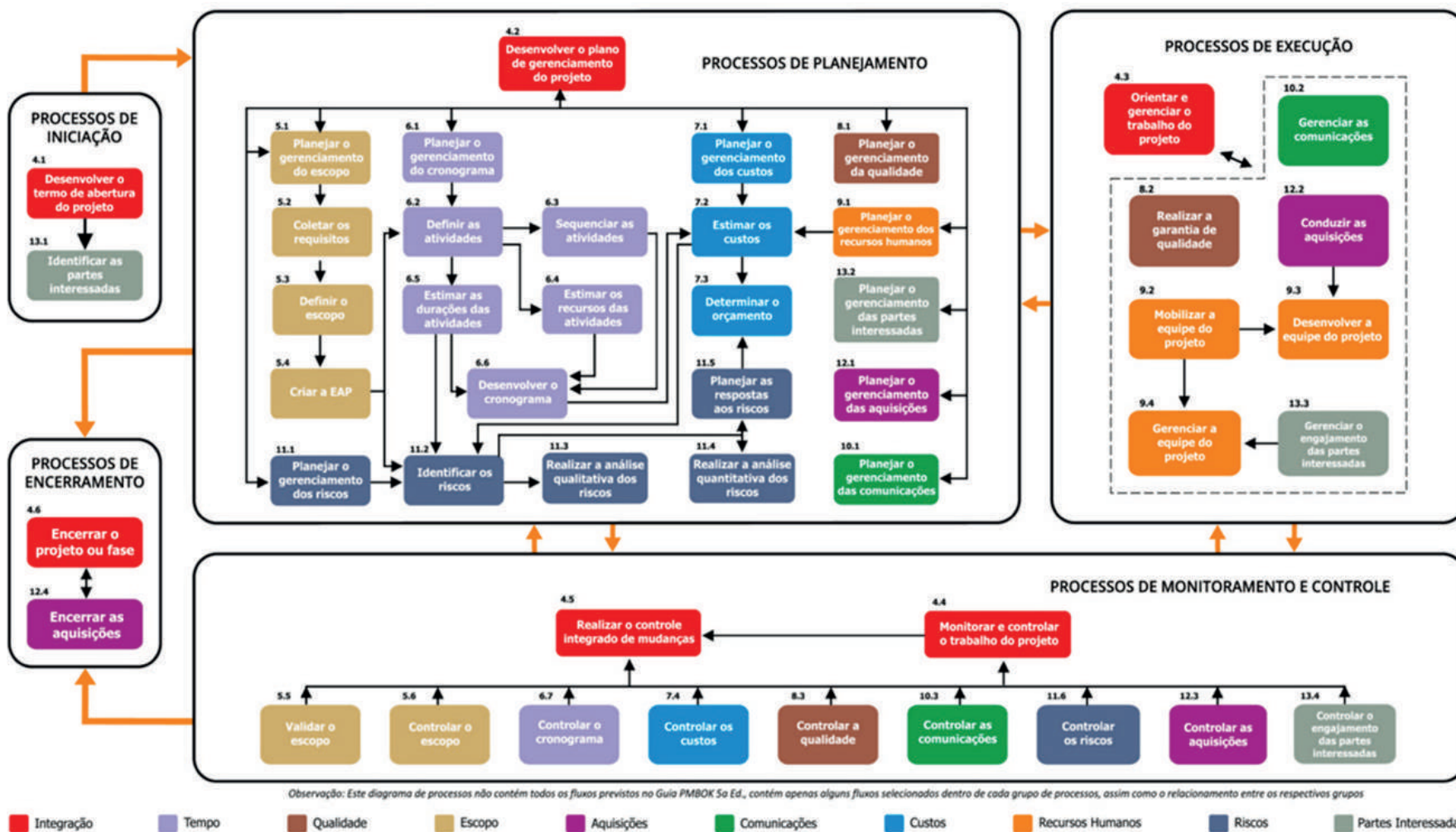


Figura V.4.2 Processos de Gerenciamento de Projetos  
Fonte: PMI (2020)

## 4.2. Gestão de Projetos: conceitos fundamentais

Embora já falamos bastante sobre projeto, uma vez que esse termo parece ser bastante comum na Rede Federal EPCT, pois lidamos com projetos de diversas naturezas no nosso cotidiano (ensino, pesquisa, extensão, inovação, entre outros), gostaríamos de indicar alguns pontos de vista sobre especialistas da área:

De acordo com Vargas (2005), projeto é um conjunto de atividades com um ponto de início, um ponto definido para encerramento, um ESCOPO de trabalho claramente definido, um ORÇAMENTO, tendo por finalidade, alcançar um OBJETIVO PREDETERMINADO.

Para Kerzner (2009), um projeto é qualquer série de atividades e tarefas que tenham um OBJETIVO ESPECÍFICO a ser completado dentre certos requisitos, prazos de INÍCIO E FIM DEFINIDOS, bem como LIMITES de recursos financeiros, humanos e de equipamento.

Enquanto para Dinsmore (2004), projeto é um esforço temporário realizado para criar um produto ou serviço único, diferente, de alguma maneira, de todos os outros produtos e serviços, com início e fim definidos, que utiliza recursos, é dirigido por pessoas e obedece a parâmetros de CUSTO, TEMPO E QUALIDADE.



Figura V.4.3 – Processos de Gerenciamento de Projetos

Fonte: Adaptado de Dinsmore (2004)

Dessa forma, para formalizar uma definição, de acordo com a Gerência de Projetos, podemos dizer que o projeto é um empreendimento ou esforço temporário (início, meio e fim bem definidos) que visa a criação de um produto ou serviço único. Neste caso, como exemplo, temos os projetos submetidos ao Edital Setec/MEC 35/2020, que preveem a criação de laboratórios Maker na Rede Federal EPCT.

Outros conceitos relacionados a este tema são programa e operações (ou atividades). O programa representa um grupo de projetos gerenciados de forma relacionada, a fim de que sejam alcançados objetivos que não poderiam ser obtidos de forma isolada. Como exemplo, poderíamos pensar em um conjunto de projetos que tivessem como objetivo produzir itens diversificados em termos de tecnologias sociais (como cisternas) voltadas a comunidades em zonas rurais.

Por sua vez, as operações (ou atividades) representam um conjunto de ações que contribuem para o atendimento de uma necessidade administrativa ou operacional da organização. Como exemplo, podemos citar a aquisição periódica de material de consumo para o Laboratório Maker. As operações (ou atividades) são realizadas tanto na execução de projetos, quanto na continuidade de programas. Na perspectiva do Gerenciamento de Projetos, consideramos “a menor unidade de ação” de um projeto caracterizado pela Estrutura Analítica do Projeto (EAP ou WBS - *Work Breakdown Structure*).

Além disso, existem outros conceitos relevantes para o nosso entendimento nesta área, tais como:

**RESTRIÇÕES:** o Escopo, a qualidade, o cronograma, o orçamento, os recursos e os riscos são considerados as principais restrições conflitantes de um projeto, mas, dependendo das características de cada projeto outras restrições, podem ser consideradas pelo gerente de projeto. A relação entre esses fatores ocorre de tal forma que se algum deles mudar, pelo menos um outro fator provavelmente será afetado.

**PARTES INTERESSADAS:** os *stakeholders* são as partes interessadas no projeto, podem ser pessoas, grupos ou organizações que têm os interesses diretamente afetados pelo resultado do projeto. Como podem exercer influência positiva ou negativa sobre os objetivos e os resultados do projeto, é importante identificá-los e gerenciá-los.

**CAUSAS DE SUCESSO E DE FRACASSO:** os principais fatores de fracasso dos projetos são: o não cumprimento do prazo ou do orçamento, a falta de metodologia e a falta de competência de gestão do projeto. Para que o sucesso aconteça, alguns fatores são apontados: definição clara dos objetivos; requisitos e resultados esperados; apoio da alta gerência ao projeto; e disciplina e rigor no uso de uma metodologia para gerenciar o projeto.

**FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO:** indica aspectos indispensáveis para atender às necessidades do cliente e medem o resultado final como o cliente os visualiza: o cumprimento da programação; o atendimento do orçamento; a concretização da qualidade; a conveniência e oportunidade da assinatura do contrato; o cumprimento do processo de controle da mudança; e os aditivos ao contrato de execução do projeto.

**INDICADORES DE DESEMPENHO:** Ao gerenciar um projeto, é importante que você saiba identificar como está o desempenho dele. Para isso, são utilizados indicadores de desempenho, que medem a qualidade do processo utilizado para alcançar os resultados finais. Eles podem ser revisados ao longo do ciclo de vida do projeto. Os indicadores são essenciais ao planejamento e controle dos processos das organizações, possibilitando o estabelecimento de metas e o seu desdobramento, já que os Resultados são fundamentais para a análise crítica dos desempenhos, para a tomada de decisões e para o novo ciclo de planejamento.

**Exemplo de Objetivo:** aumentar o “ticket médio” por cliente em 35%, mensurado por meio de software de atendimento ao cliente, num prazo de 2 anos.

(S) **ESPECÍFICO:** *ticket* médio por cliente.

(M) **MENSURÁVEL:** medido por meio de software financeiro.

(A) **ATINGÍVEL:** lançamento de novos benefícios para agregar valor ao produto/serviço.

(R) **RELEVANTE:** o aumento do ticket médio permite maior saúde financeira para empresa.

(T) **TEMPORIZÁVEL:** durante um ano.

**COMO IMPLANTAR INDICADORES DE DESEMPENHO EM 6 ETAPAS:**

**ETAPA 1** - O que você quer mensurar?

**ETAPA 2** - Quais serão os indicadores de desempenho?

**ETAPA 3** - Quem vai implantar os indicadores de desempenho?

**ETAPA 4** - Como comunicar os indicadores de desempenho?

**ETAPA 5** - Como fazer a coleta de dados?

**ETAPA 6** - Como monitorar os resultados?

Diante desta problemática, torna-se ainda mais evidente a necessidade de trazer os conceitos e práticas do Gerenciamento de Projetos para os Ambientes Maker.

## ***Por onde podemos começar?***

Um caminho seria compreender que os projetos são desenvolvidos por meio de um Ciclo de Vida, que conecta o INÍCIO, o MEIO e o FIM do projeto, por meio de fases distintas, que possuem seus respectivos objetivos gerenciais e entregas (ou *deliverables* - transferências técnicas), ambos bem definidos, e também distintos.

**Em resumo**, um CICLO DE VIDA DE UM PROJETO geralmente é composto por fases sequenciais. Em cada fase há pessoas responsáveis pela realização e pelo controle dos trabalhos técnicos.

As fases são divisões de um projeto, em que se faz necessário um controle adicional que permita gerenciar o término de uma "entrega" importante.

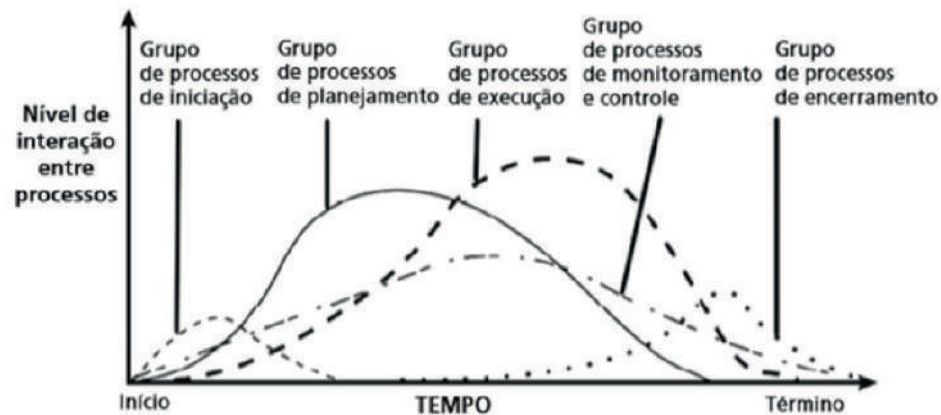


Figura V.4.4 Grupo de Processos de Gerenciamento de Projetos

Fonte: Adaptado de PMI (2020)

As principais FASES (grupos de processos) de um projeto são apresentadas na **Figura V.4.4** e descritas a seguir:

**INICIAÇÃO:** fase em que se reconhece que um projeto deve começar; inclui ações para o início de um projeto, como exemplo, o levantamento das necessidades físicas, financeiras e de pessoal (entre outras), e se busca o comprometimento para executá-lo.

**PLANEJAMENTO:** fase que inclui ações voltadas ao planejamento dos caminhos para se alcançar os objetivos do projeto.

**EXECUÇÃO:** fase que envolve a coordenação de pessoas e demais recursos para realizar o plano e produzir os produtos ou serviços relacionados ao projeto.

**MONITORAMENTO/CONTROLE:** fase que busca assegurar que os objetivos do projeto estão sendo/serão atingidos, através do monitoramento do que vem sendo realizado e da avaliação do seu progresso, e tomando ações corretivas quando necessário.

**ENCERRAMENTO:** inclui a formalização do aceite do projeto, encerrando-o de forma organizada, inclusive com relação a todos os contratos que tenham sido firmados ao longo de todo o projeto.

Antes de conhecermos as Áreas do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos, vamos conhecer o **TERMO DE ABERTURA DO PROJETO (TAP)** que é um documento publicado pelo iniciador ou patrocinador do projeto que autoriza formalmente a existência de um projeto e concede ao gerente de projetos a autoridade para aplicar os recursos organizacionais nas atividades do projeto. O TAP deve conter diretamente ou por meio de referências a outros documentos informações a respeito de:

- Objetivos mensuráveis do projeto e seus critérios de sucesso relacionados.
- Requisitos de alto nível.
- Descrição do projeto em alto nível e características do produto.
- Resumo do cronograma de marcos e do orçamento sob a perspectiva dos riscos
- Requisitos para aprovação do projeto (o que constitui o sucesso do projeto, quem decide se o projeto é bem-sucedido, e quem assina o projeto).
- Gerente do projeto, responsabilidade e nível de autoridade designados.
- Nome e responsabilidade da(s) pessoa(s) que autorizam o termo de abertura do projeto.

Uma vez que entendemos que um projeto é desenvolvido por FASES, devemos então nos perguntar:

*O que, exatamente, será gerenciado ao longo deste ciclo em cada uma das Fases?*

Um projeto pode ser visto a partir de várias perspectivas ou aspectos, conforme sugere a **Figura V.4.5**, sendo os principais deles:



**Figura V.4.5** – Áreas do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos

**Fonte:** Adaptado de PMI (2020)

Dessa forma, compreende-se que:

- **Integração:** observa as interfaces entre as áreas, buscando assegurar que os vários elementos do projeto estão sendo coordenados de maneira apropriada, a partir das relações que existem entre eles.
- **Escopo:** inclui (e delimita) todo o trabalho necessário para o sucesso do projeto e somente este.
- **Tempo (cronograma):** prazo estimado para desenvolvimento e finalização de cada uma das atividades e do projeto como um todo.
- **Custos:** orçamento aprovado para desenvolvimento e finalização de cada uma das atividades e do projeto como um todo.
- **Qualidade:** cada projeto deverá atender aos requisitos de qualidade estabelecidos.
- **Recursos Humanos:** corresponde aos recursos humanos do projeto, e estes devem ser alocados de forma efetiva, de acordo com as demandas.
- **Comunicação:** diz respeito à geração, à coleta, à disseminação, ao armazenamento e à disponibilização das informações do projeto a tempo e de maneira apropriada.
- **Riscos:** busca assegurar a identificação, a análise, o planejamento, o monitoramento e o controle dos riscos do projeto, sejam negativos (ameaças aos diversos aspectos do projeto, com impactos negativos, caso se tornem problemas) ou positivos (sim, existem riscos positivos, que podem ser vistos como oportunidades para o projeto, e que trarão benefícios para o projeto, caso se tornem realidade).
- **Aquisições:** trata a contratação/compra de bens e serviços externos à organização executante do projeto e que, portanto, vem de fornecedores externos.



- **Partes Interessadas:** também chamado de stakeholders, referenciam os indivíduos e as organizações envolvidas com o projeto, ou que serão afetados positiva ou negativamente pelos resultados do projeto.

Para pensar esses aspectos com relação aos Laboratórios Maker, podemos trazer alguns exemplos de instrumentos ou itens importantes em cada área:

- Quanto à **Integração**, conforme comentamos anteriormente, seriam observadas as relações entre as áreas (por exemplo, se aumentamos a quantidade de pessoas no projeto, podemos reduzir tempo, mas talvez aumentar custos - ou não, dependendo de quanto tempo seja reduzido o cronograma do projeto).
- Quanto ao **Escopo** no caso de se ter um projeto voltado ao desenvolvimento de um *software* educacional, o escopo fará referência aos aspectos principais do *software*, como requisitos funcionais, não funcionais, entre outros e, ao mesmo tempo, pode-se deixar claro o que não vai ser desenvolvido pelo projeto (não-escopo).
- Quanto ao Tempo (cronograma), um dos principais instrumentos de gestão seria o cronograma para entrega do *software*.

- Quanto aos **Custos**, este precisa ser representado por um orçamento que contemple todas as atividades referentes ao desenvolvimento dos produtos e serviços (entregas) do projeto.
- Quanto à **Qualidade**, o desenvolvimento de *software* deverá seguir orientações (metodologias, *templates*, roteiros técnicos, entre outros) que apoiem a qualidade do processo, e testes que comprovem a qualidade do produto.
- Quanto aos **Recursos Humanos**, o projeto deve contar com os perfis técnicos necessários, e em quantidade suficiente para o esforço previsto para desenvolvimento do *software*.
- Quanto à **Comunicação**, o projeto deverá estabelecer canais e instrumentos de comunicação para que informações sobre o projeto sejam repassadas ao time, aos patrocinadores, e a todas as pessoas interessadas no software.
- Quanto aos **Riscos**, poderíamos imaginar um risco negativo como a falta de conhecimento em alguma tecnologia nova, que apresentasse uma curva de aprendizado alta, ameaçando o não cumprimento do cronograma previsto para o projeto.
- Quanto às **Aquisições**, poderia ser contratada uma empresa de consultoria na

tecnologia citada anteriormente, de forma a capacitar a equipe de forma mais rápida.

- No caso dos laboratórios Maker, poderíamos pensar que **as partes interessadas no projeto** seriam a equipe Maker, parceiros sociais ou empresas, comunidade interna, externa, entorno, sociedade local, mundial (no caso de produtos/serviços de amplo alcance).

Já finalizando essa nossa explanação, gostaríamos de reforçar que a dinâmica em um Laboratório Maker deverá ser comparada a um escritório de projetos, por ser um espaço onde os coordenadores-gerais estarão gerenciando um portfólio de projetos e, por sua vez, diversos docentes e/ou técnicos-administrativos estarão gerenciando projetos, juntamente com estudantes e comunidade externa, de forma a gerar produtos e serviços para a sociedade.

Certamente, assim como na implantação, o dia a dia no desenvolvimento do Laboratório Maker também deverá requerer a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas para Gerenciamento de Projetos, e assim, sugerimos que esses espaços Makers tenham times capacitados/qualificados nesses conteúdos, de forma que as atividades de coordenação e gestão em geral se tornem mais eficazes, além de mais fáceis e prazerosas!

### 4.3. Maturidade em Gestão de Projetos

Um dos problemas no Gerenciamento de Projetos é a pouca atenção que se dá ao conceito de Maturidade em Gestão de Projetos, que pode ocasionar, como consequência, em uma série de desperdícios e insucessos, interferindo diretamente nos resultados planejados e colocando em risco as decisões estratégicas.

#### *Mas, o que é Maturidade em Gestão de Projetos?*

No sentido lato, a Maturidade em Gestão de Projetos é a maneira como uma instituição utiliza as ferramentas disponíveis para o seu gerenciamento. Desta forma, as organizações consideradas com ‘maior maturidade’, conseguem empregar bem seus programas e portfólios, alavancando seus resultados e atingindo o sucesso planejado.

Essa maturidade é adquirida com o conhecimento que a instituição é capaz de formar ao passar por várias experiências, de diversos projetos, ao longo dos anos. Essas competências desenvolvidas devem ser documentadas para que possam ser reutilizadas em outras situações.

#### *Como avaliar a maturidade na Gestão de um Projeto?*

Como um primeiro passo, deve-se iniciar um diagnóstico para analisar como anda o nível de maturidade de um determinado projeto (ou portfólio de projetos). Esse diagnóstico pode ser realizado internamente, por pessoas que conheçam a área ou por terceiros (por exemplo, serviços de consultoria).

Em seguida, deve-se identificar as principais áreas e setores envolvidos no projeto a ser diagnosticado, a fim de descrever os seus principais processos e estabelecer os critérios de avaliação. Deve-se ter em mente que é importante definir o nível de maturidade que cada área deve atingir. A seguir, vamos apresentar os principais modelos considerados pelos profissionais de Gestão de Projetos, introduzidos pela FNQ (2018):

#### Modelo 1: CMM

O CMM, modelo desenvolvido na década de 80 pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos para avaliar o risco no processo de contratação de software, é eficaz na identificação da previsibilidade da qualidade, custos e prazos nos projetos contratados. Essa ferramenta consiste em dividir a maturidade da organização em cinco níveis:

- **Inicial** – processos imprevisíveis e pouco controlados;
- **Gerenciado** – retrabalho frequente, mas com projetos definidos e ações frequentemente reativas;
- **Definido** – organização clara e mais proativa;
- **Quantitativamente gerenciado** – mensuração e controle no dia a dia;
- **Otimização** – melhoria contínua dos processos.

Uma forma de levantamento de dados a ser utilizada para desenvolver essa classificação é a aplicação de questionários, simples e objetivos, que não levantem margem de interpretação. Assim, você obterá informações precisas para seu diagnóstico.

#### Modelo 2: OPM3

O modelo OPM3 é reconhecido mundialmente e emprega boas práticas referentes aos processos organizacionais da gestão de Portfólio, Projetos e Programas (PPP). Essa ferramenta pode ser aplicada em organizações de diversos ramos de atuação, negócios e porte.

O OPM3 consiste em um conjunto de softwares que permite aos prestadores de serviços e consultores utilizar diversos materiais de diagnóstico e melhoria contínua. Ele pode oferecer questionários com tabulações e emissões de gráficos ou pode ser aplicado por um profissional certificado. Utilizar esse instrumento para avaliação da maturidade em gestão de projetos pode trazer

alguns benefícios para organização, por exemplo:

- Aumentar a relação entre o planejamento estratégico da empresa e sua execução, acarretando em resultados mais precisos e previsíveis;
- Mensurar a correlação entre as gestões de projetos, processos, portfólio e o sucesso organizacional;
- Desenvolver estruturas de governança.

### Modelo 3: PMMM

Esse é um modelo desenvolvido por Kezner, que propõe cinco níveis de desenvolvimento de competências para que as empresas alcancem sua expertise. São os seguintes:

- **Nível 1** – Linguagem comum – é aquele nível que reconhece a gestão de projetos como estratégia suprema para alcançar grandes resultados dentro de uma organização;
- **Nível 2** – Processos comuns – visa a estabelecer processos comuns dentro da instituição. Os processos de sucesso podem ser reaproveitados em projetos subsequentes;
- **Nível 3** – Metodologia Singular – viabiliza a integração entre vários processos em um único, tendo como pilar o gerenciamento de projetos;

- **Nível 4** – *Benchmarking* – permite que a empresa compare seus processos com os da concorrência com o objetivo de melhorar seu desempenho frente a elas;
- **Nível 5** – Melhoria contínua – aqui as informações adquiridas em níveis anteriores são aproveitadas para implementar mudanças necessárias ao melhoramento contínuo nos processos de gestão de projetos.

### Como podemos observar o grau de Maturidade na Gestão de um Projeto Rede Maker?

Seguindo a premissa dos modelos anteriores de Maturidade em Gestão de Projetos, após adaptados para fatores importantes da Cultura Maker, a **Figura V.4.6** apresenta um exemplo a partir da perspectiva utilizada pela Rede Federal EPCT.



Figura V.4.6 – Maturidade em Gestão de Projetos Rede Federal EPCT na Cultura Maker

Fonte: Adaptado de PMKB (2016)



- **Inicial** - Possui Equipe Gestora; Instalação dos Equipamentos e Infraestrutura básica; Planejamento e início de execução das atividades.
- **Conhecido** - Equipe treinada; Projetos internos em execução; a comunidade interna reconhece e apoia; Organização do ambiente.
- **Padronizado** - Regimento estabelecido; Workshops, eventos e atividades com a comunidade externa; Produção de produtos para instituição/comunidade; Infraestrutura estabelecida.
- **Gerenciado** - Relação Acesso x Permanência x Êxito de estudantes envolvidos nos projetos (medalhistas olimpíadas, feiras científicas); Parcerias estabelecidas; Dados controlados por indicadores; Prospecção de parcerias.
- **Otimizado** - Integração com secretarias de ensino municipal/estadual; integração com o setor produtivo; Transferência de tecnologia; Patentes e/ou Produção Científica acentuada; Infraestrutura otimizada para melhoria contínua.

### Maturidade em Projetos no LabMaker

Como você enxerga o seu Laboratório Maker nesse processo?



# O QUE É A REDE MAKER



O Edital 35/2020 proporcionou a implantação de 113 laboratórios de prototipagem na Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica.

Não obstante, o seu legado “transcende no tempo e no espaço” o seu papel como impulsionador de uma Cultura Maker na Rede Federal EPCT.

Apresentaremos nesta parte o conceito que integra toda a Rede Federal EPCT numa “Rede Maker” inserida no Ecossistema de Inovação e conteúdo adequado à Educação 4.0.



## 1. REDE MAKER: ESTRATÉGIA NA INTEGRAÇÃO DE SABERES NA RELAÇÃO ENTRE EDUCAÇÃO - GOVERNO - EMPRESA

O Brasil é marcado por importantes desigualdades sociais e assimetrias entre os entes da federação, o que torna ao mesmo tempo necessária e complexa a elaboração de políticas públicas de âmbito nacional, especialmente aquelas voltadas à educação. A definição dessas políticas precisa, nesse sentido, levar em consideração os anseios da sociedade civil, com o objetivo de diminuir o distanciamento entre o que é essencial e o que é proposto de fato (NASCIMENTO et al, 2020, p.124).

Turmena e Azevedo (2017) destacam que há um esforço do Estado em ampliar a oferta de matrículas e interiorizar a educação pública federal, com a criação dos IFs e ampliação de campi, em Estados até então excluídos de efetivas políticas públicas em educação profissional e tecnológica.

Nesse sentido, é importante ressaltar que a estrutura curricular das instituições que compõem a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT) privilegia uma formação contextualizada, tratando, no mesmo patamar, os conhecimentos técnicos e científicos. Dessa forma, um dos objetivos basilares dessas instituições é “derrubar as barreiras entre o ensino técnico e o científico, articulando trabalho, ciência e cultura na perspectiva da emancipação humana” (PACHECO, 2010, p. 14).

Por outro lado, observamos que Issberner (2010), reforça a visão de que as inovações são fortemente baseadas em redes, sejam elas de âmbito local, nacional ou mesmo internacional, em modalidade virtual ou presencial, com foco especializado ou temático em que a interação é promovida por diferentes atores como: instituições governamentais e não governamentais, a academia, empresas, associações de diversas naturezas, pessoas etc.

A partir dessas premissas, considera-se conceitualmente, a perspectiva da Rede Maker fundamentada no conceito da Hélice Tríplice. O modelo *Triple Helix*

(ou Hélice Tríplice, em português, **Figura VI.1.1**) surgiu em meados dos anos 1990, através dos trabalhos de Henry Etzkowitz e Loet Leydesdorff (1995), como metáfora de uma rede constituída a partir da cooperação entre os três principais atores do processo de inovação, a academia, as empresas e o governo, bem como suas relações em diferentes estágios do processo de geração e disseminação do conhecimento, fornecendo um caminho para melhorar as condições para a inovação na sociedade.



**Figura VI.1.1** – Modelo Hélice Tríplice aplicada à Rede Maker.

Enquanto o Triângulo Sábato e o Sistema Nacional de Inovação enfatizavam, respectivamente, a importância da liderança do estado e das empresas nos processos de inovação, na abordagem da Triple Helix a inovação acontece na

forma de relações interativas e recursivas entre os três entes, com a academia desempenhando um papel importante no processo de inovação, em sociedades cada vez mais baseadas no conhecimento.

A visão da Hélice Tríplice posiciona a academia como um importante vetor do desenvolvimento econômico e social, aproximando-a das demandas da sociedade em que está inserida. Desde então a academia tem convivido com as tensões geradas pelo novo ambiente, envolvendo a sua missão original de ensino, a pesquisa e a terceira missão: o desenvolvimento econômico e social.

Para Etzkowitz (2003), as universidades assumem conceitos de universidade empreendedora se referindo à existência de grupos de pesquisa como organizações “quase-empresas” onde professores pesquisadores coordenam os trabalhos de equipes de assistentes e estudantes.

Dessa forma, objetiva-se integrar uma perspectiva de inovação como um processo colaborativo envolvendo a interação entre atores com diferentes competências transformando conceito, resignificando abordagens a fim de construir produtos ou serviços de alto valor agregado para a sociedade, sobretudo a comunidade local.

Um dos movimentos para transcender os muros das instituições, oferecer ambiente compartilhado para o aprendizado significativo e propício para a inovação se refere aos espaços Makers. O

movimento Maker vem sendo considerado como a alternativa ligada à educação e à tecnologia, priorizando as metodologias ágeis e ligadas ao “faça você mesmo”.

O conceito de Rede Maker se posiciona como um elo entre as diversas instituições da Rede Federal EPCT, as demais Instituições de Ensino e Pesquisa, as empresas, o governo e a sociedade como um todo.

Nesse sentido, a Rede Maker busca promover o cruzamento de informações entre diferentes públicos, usando a tecnologia não somente como uma atividade atrativa, e sim, como uma possibilidade de criações, as quais podem ser capazes de transformar a realidade que estão inseridos e contribuir para os arranjos produtivos locais.

A Rede Maker, portanto, constitui, todos os Laboratórios Makers da Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica (contemplados ou não pelo Edital Setec/MEC 35/2020) com o propósito de difundir para a sociedade novas abordagens de ensino, baseadas em Metodologias Ativas e difusão de uma cultura empreendedora com enfoque na inovação.

Além disso, a Rede Maker, integra as iniciativas governamentais não só da Diretoria de Desenvolvimento da Rede (DDR), mas das demais diretorias (DAF e DPR) da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec), no Ministério

da Educação, como também engloba todas as suas iniciativas e seus respectivos parceiros do setor produtivo, que compõem este modelo Hélice Tríplice na Rede Federal EPCT.

Por meio de um viés educacional ligado à inovação e ao empreendedorismo, a Rede Maker busca novas perspectivas sobre os métodos utilizados pela educação brasileira, especificamente no contexto do ensino técnico e tecnológico, em que se destaca a necessidade de alinhamento com as tecnologias e com as práticas utilizadas no mundo do trabalho.



Figura VI.1.2 – Logotipo/Logomarca criadas pela Comunicação Setec-MEC da Rede Maker.

Portanto, a palavra-chave é o trabalho em rede, pautado em possibilidades educacionais, promovendo uma reflexão acerca da importância de se reinventar o espaço escolar. A partir dessa iniciativa, espera-se compartilhar experiências e conhecimento, promovendo ambientes que possam inspirar, instigar a criatividade para compreender melhor os problemas da realidade que os cerca e como utilizar seus conhecimentos e experiências para trazer soluções inovadoras, com valor agregado que contribuam para o desenvolvimento sustentável inclusivo local.

***Venha fazer parte da Rede Maker!***

## REFERÊNCIAS

3DFILA. 40 erros mais comuns de impressão 3D que você deve evitar! Disponível em: <https://3dfila.com.br/40-erros-mais-comuns-de-impressao-3d-que-voce-deve-evitar/>

ALBUQUERQUE, E. et al. **Developing National Systems of Innovation**. Cheltenham-UK: Edward Elgar Publishing, 2015.

ANDERSON, C. **A nova revolução industrial: Makers**. 1ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

ANDRADE, L. **Diagrama de Ishikawa: o que é e como fazer**. 2017. Disponível em: <https://www.siteware.com.br/blog/metodologias/diagrama-de-ishikawa/>. Acesso em: 21 ago. 2021.

ARAÚJO, L. C. G. **Organização, Sistemas e Métodos e as modernas ferramentas de gestão organizacional: arquitetura, benchmarking, empowerment, gestão pela qualidade total, reengenharia**. São Paulo: Atlas, 2001.

ARDUINO. Site organizacional. Disponível em: <https://www.arduino.cc/> Acesso: 10/08/2021

AZEVEDO, B. Como usar o Kanban na advocacia Advocacia 4.0. Publicado em 22 de abr. de 2020. Disponível em: <https://bernardodeazevedo.com/conteudos/como-usar-o-metodo-kanban-na-advocacia/>

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática**. Penso Editora, v. 3, f. 130, 2018.

BANZI, M.; SHILOH, M. **Primeiros Passos com o Arduino**. 2ed. São Paulo: Novatec, 2015.

BENDER, W. N. **Project-Based Learning: Differentiating Instruction for the 21st Century**. Corwin, 2012.

BOONE, L. E.; KURTZ, D. L.; **Marketing Contemporâneo**, Rio de Janeiro: LTC, 1998.

BRAGA, M. **Aprendendo a Inovar em Projetos STEAM: Um Guia para Estudantes**. 1. ed. Rio de Janeiro: E-Papers, 2021.

\_\_\_\_\_. **A Nova Paidéia: ciência e educação na construção da modernidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: E-papers serviços editoriais, 2000.

BRAGA, M.; et al. Breve História da Ciência Moderna Vol 4. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

\_\_\_\_\_. Breve História da Ciência Moderna. Vol 3. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

\_\_\_\_\_. Breve História da Ciência Moderna. Vol 2. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

\_\_\_\_\_. Breve História da Ciência Moderna. Vol 1. 4. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

BRASIL. **Ministério da Educação. Edital nº 35/2020**. Disponível em: [https://sei.mec.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&codigo\\_verificador=2064339&codigo\\_crc=82C8545F&hash\\_](https://sei.mec.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&codigo_verificador=2064339&codigo_crc=82C8545F&hash_)

BRASIL. **LEI Nº 13.005/2014. Plano Nacional de Educação (2014-2024)**. Disponível em: <http://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>

BRASIL. **Ministério da Educação. Plano Estratégico Institucional- PEI (2020-2023)**. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/acao-a-informacao/institucional/plano-estrategico>

BENTIN, P. O ensino de graduação nos Institutos Federais. In: ANJOS, M.B. dos; RÔSAS, G. (Org.). **As políticas públicas e o papel social dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia**. Natal: IFRN, 2017. Cap.6. p. 135-159.



BRASÍLIA FABLAB. GUIA: A tecnologia de impressão 3D. Publicado em 22/02/2017. Disponível em: <https://medium.com/bsbfablab/guia-a-tecnologia-de-impress%C3%A3o-3d-2d8b6b8cb5e5>

CANDIDO, R. **Gerenciamento de Projetos**/ Roberto Candido... [et al.] - UTFPR - Curitiba: Aymar, 2012.

CARAYANNIS, E. et al. The Quintuple Helix innovation model: Global warming as a challenge and driver for innovation, **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, Vol. 1, pp. 1-12, 2012.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade**: conceitos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

CARVALHO, H. **Análise de Causa Raiz**: Diagrama de Dispersão. Vida de Produto. Publicado em 30 set. de 2020. Disponível em: <https://vidadeproduto.com.br/diagrama-de-dispersao/>

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em Perspectiva**, p. 34–45, 2005.

CAVICCHI, E. et al. Introductory Paper on Critical Explorations in Teaching Art, Science, and Teacher Education. **The New Educator**, n. 5. p.189–204, 2009.

CEFOP. **Educador Maker: primeiros passos**. Cursos MOOC. Instituto Federal do Espírito Santo – IFES, 2021. <https://cefor.ifes.edu.br/>

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Indústria 4.0; Recursos humanos e educação para o mundo 4.0**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2021. 100 p. Disponível em: <http://www.cgee.org.br>. Acesso em 16 set. 2021.

CHESBROUGH, H. **Open Innovation**: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology, Harvard Business School Press, Boston, MA, 2003

CLELAND, D.; IRELAND. L. **Gerenciamento de Projetos**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

COMBTECH. Guia de resolução de problemas de impressão 3D: Fios soltos cobrem a impressão (Stringing). Disponível em: <https://combtech.com.br/2018/01/10/guia-resolucao-problemas-impressao-3d-fios-soltos-cobrem-impressao/#prettyPhoto>

CRUZ, E. **Eletricidade Aplicada em Corrente Contínua**. 2ed. São Paulo: Érica, 2007.

CRUZ, D.; BREMGARTNER, V. 3D Printing as a resource for teaching and learning cytology, **ICERI2021 Proceedings**, 2021.

DELORS, J. (Org.). **Educação: um tesouro a descobrir**. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. São Paulo: Cortez /Unesco/ MEC, 1996. 288p.

DESCOLA, P. **Outras naturezas, outras culturas**. São Paulo: editora 34, 2016.

DIAS, J. L. **Os Mercados Medidos**: A Construção da Tecnologia Industrial Básica no Brasil. 1a. ed. Rio de Janeiro, RJ: INK Produções, 2007. p. 1-216.

DINSMORE, P. **Gerenciamento de Projetos: como gerenciar seu projeto com qualidade, dentro do prazo e custos previstos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

DUCKWORTH, E. **The having of wonderful ideas**. In: E. Duckworth (Ed.), **‘The having of wonderful ideas’ and other essays on teaching and learning**. New York: Teachers College Press, 2006.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the Circular Economy: Economic and business rationale for an accelerated transition**. Acesso em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>, 2013a.



ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the Circular Economy: Opportunities for the consumer goods sector**. Acesso em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/TCE\\_Report-2013.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/TCE_Report-2013.pdf), 2013b.

ETEC/MEC. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação. **Manual de Parcerias: Mecanismos e Instrumentos para a Dinamização de Habitats e Ecossistemas de Empreendedorismo e Inovação na RFEPT**. 2ª Ed. 2018.

ETZKOWITZ, H. **Hélice Tríplice: universidade-indústria-governo, inovação em movimento**. 1a. Ed. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2009. 207 p.

FABLAB FACENS. Como utilizar a impressora 3d ultimaker (usando o Cura 15.04.6). Criado em 19/07/2019. Disponível em <http://www3.facens.br/#!/projects/como-utilizar-a-impressora-3d-ultimaker-usando-o-cura-15-04-6-9716f773-502a-441c-8462-d78592275963>

FAZENDA, I. **Práticas Interdisciplinares na Escola**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 1991.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **A Economia da Inovação Industrial**. Trad. André L. S. Campos e Janaina O. P. Costa (Clássicos da Inovação). 3a. Ed. Campinas: Editora UNICAMP, 2008. 816 p.

FREEMAN, C. **Technology and economic performance: lessons from Japan**. London: Printer, 1987.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 43 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

FNQ. **Maturidade em gestão de projetos: como saber o nível da sua empresa? Boas práticas de gestão**. Publicado por FNQ em maio 22, 2018. Atualizado em julho 19, 2021. Disponível em: <https://blog.fnq.org.br/maturidade-em-gestao-de-projetos/>

FORLOGIC. **Histograma**. 2016. Disponível em: <https://ferramentasdaqualidade.org/histograma/>. Acesso em: 21 ago. 2021.

FORLOGIC. **O que é Balanced Scorecard (BSC)**. 2014. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/o-que-e-balanced-scorecard-bsc/>. Acesso: 21 ago. 2021.

GERSHENFELD, Neil. **FAB: the coming revolution on your desktop – from personal computers to personal fabrication**. New York: Basic Books, 2005.

GLASSER, W. **Choice Theory: A New Psychology of Personal Freedom**. HarperCollins, 1998.

GODOY, C. **Melhoria da Qualidade: Uma aplicação do planejamento de experimentos e carta de controle na indústria**. 2019.

HATCH, Mark. **The Maker Movement Manifesto: Rules for innovation in the new world of crafters, hackers and tinkerers**. California: [s.n.], 2014.

HUSSIN, A.A. **Education 4.0 Made Simple: Ideas For Teaching**. International Journal of Education & Literacy Studies, Doncaster, v.6, n.3, p.92-98, jul. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7575/aiac.ijels.v.6n.3p.92>. Acesso em 16 set. 2021.

IFB. **Um passado vestido de futuro: fragmentos da memória da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica**. Brasília: Editora IFB, 2012.

IMPRESSORA3D. Guia rápido para termos básicos na impressão 3D. Publicado em 12/03/2018. Disponível em: <https://www.impresoras3d.com/pt/guia-r%C3%A1pido-para-terminos-b%C3%A1sicos-na-impress%C3%A3o-3d/>

INHELDER, B. et al. **Learning and the development of cognition**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1974.



INMETRO. **Vocabulário Internacional de Metrologia:** Conceitos fundamentais e gerais e termos associados. 1ª Edição. Duque de Caxias, RJ: INMETRO, 2012. p. 1-95.

INOEDUC. **O que é metodologia STEM/STEAM?** Disponível em: <<http://inoveduc.com.br/o-que-e-metodologia-stemsteam/>>. Acesso em: 04 fev. 2019.

ISSBERNER, Liz-Rejane. Em direção a uma nova abordagem da inovação: coordenadas para o debate. In: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. (Org.). **Bases conceituais em pesquisa, desenvolvimento e inovação:** implicações para políticas no Brasil. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010, p. 11-32.

JAHARA, R. et al. Identificação de demandas por metodologias e ferramentas lean em uma indústria metal mecânica. in: **Princípios e filosofia lean**, Org. Pauline Balabuch. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2017.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **Mapas Estratégicos:** convertendo ativos intangíveis em resultados tangíveis. Rio de Janeiro: Atlas Books, 2018.

KARVINEN, K.; KARVINEN, T. **Primeiros Passos com Sensores:** Perceba o mundo usando Eletrônica, Arduino e Raspberry pi. 1ed. São Paulo: Novatec, 2014.

KERZNER, H. **Gestão de projetos:** as melhores práticas. New York: John Wiley & Sons, 2009.

KOTLER, P. **Administração de Marketing.** 10 ed. 7ª reimpressão. Tradução Bazán Tecnologia e Linguística; revisão técnica Arão Sapiro. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

LABIAK JUNIOR, S. et al. **Fontes de Fomento à Inovação.** Curitiba: Aymar, 2011.

LABONE CONSULTORIA. **Poka Yoke:** entenda o que é e como ele aprimora processos. c2021. Disponível em: [https://www.laboneconsultoria.com.br/o-](https://www.laboneconsultoria.com.br/o-que-e-o-poka-yoke/)

[que-e-o-poka-yoke/](https://www.laboneconsultoria.com.br/o-que-e-o-poka-yoke/). Acesso em: 21 ago. 2021.

LACOMBE, F. J. M. **Administração fácil.** São Paulo: Saraiva, 2011.

LANA, H. C. **Projetos Maker.** 1ed. São Paulo: Novatec, 2018.

LASTRES, H. M.; ALBAGLI, S. Chaves para o Terceiro Milênio na era do conhecimento. In: LASTRES, H. M.; ALBAGLI, S. **Informação e globalização na era do conhecimento.** Rio de Janeiro. Cap. 1, p. 27-58, 1999.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 2012.

LUNDEVALL, B.A. **National System of Innovation:** towards a theory of innovations and interactive learning. London: Printer Publishers, 1992.

MACHADO, W. **Aprenda a importância do Relatório A3 para encontrar e solucionar problemas de forma eficaz.** 2020. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/relatorio-a3>. Acesso em: 21 ago. 2021.

MAKERSPACE. **Makerspace Playbook:** School Edition. [S.l.], 2013. Disponível em: <http://makered.org/wp-content/uploads/2014/09/Makerspace-Playbook-Feb-2013.pdf>.

MARINI, E. **A expansão da Cultura Maker nas escolas brasileiras** Disponível em: <https://revistaeducacao.com.br/2019/02/18/cultura-maker-escolas>. 2019.

MARKUS, O. **Circuitos Elétricos - Corrente contínua e corrente alternada: Teoria e Exercícios.** 9ªed rev. São Paulo: Érica, 2011.

MARUYAMA, U. **Gerenciamento de Projetos.** Apostila de disciplina. Curso EAD Tecnólogo de Gestão em Turismo. Fundação CECIERJ. Cefet-RJ, 2020.

MEC. Ministério da Educação. **Plano Estratégico Institucional:** 2020-2023; Brasília: 2020.

MELO, L. et al. Using interdisciplinary maker culture with arduino to teach thermodynamics and computer programming, **ICERI2020 Proceedings**, 2020.

MELLO, F. S. H. **OKRs - da Missão às Métricas**: usando as OKRs para criar uma cultura de execução e inovação na sua empresa. Culture, Inc, 2018.

MÉSZÁROS, I. **A educação para além do capital**. São Paulo: Boitempo, 2008.

MIZUKAMI, M. **Ensino: as abordagens do processo**. Reimp. São Paulo: EPU, 2011.

MINITAB. **Compreendendo as cartas de controle**. 2019. Disponível em: <https://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/supporting-topics/basics/understanding-control-charts/>. Acesso em: 21 ago. 2021.

MONK, Simon. **Programação com Arduino: Começando com Sketches**. 2a. ed. Porto Alegre /RS: Bookman, 2017. p. 1-77.

MOTTA, W.H.; ISSBERNER, L-R; PRADO, P. Eco-Innovations: Kick-Starting the Circular Economy. ECSEE 2017, **The European Conference on Sustainability, Energy & the Environment**, 2017

MOTTA, W.H.; ISSBERNER, L-R. Rumo à economia circular: qual o papel da ACV? **VI Congresso Brasileiro sobre Gestão do Ciclo de Vida – CBGCV**, Brasília, 2018.

MYRIWELL. Site institucional. Disponível em: <http://www.myriwell.com/en/Course.aspx>

NAÇÕES UNIDAS. Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio). **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Fevereiro de 2016. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org> Acesso em: 26 jul. 2021.

NAKAGAWA, M.H. **Missão, visão e valores para empreendedores**. 2012.

\_\_\_\_\_. **5W2H? Plano de ação para empreendedores**. Editora Globo, 2014.

NASCIMENTO, M. et al. Dez anos de instituição da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica: o papel social dos institutos federais. **Revista Brasileira Estudos Pedagógicos**, v. 101, n. 257, p. 120-145, jan./abr. 2020.

NOVIDA. **Diagrama de Dispersão: o que é, como criar?** Disponível em: <https://www.novida.com.br/blog/diagrama-de-dispersao/> Acesso em 03 de set. de 2021.

NUSSEY, J. **Arduino para leigos**. 2ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.

OLIVEIRA, A. **CICLO PDCA - O Método para solução de problemas**: Guia prático das 4 fases e 8 etapas do PDCA. Amazon Digital Services LLC - KDP Print US, 2019.

OSTERWALDER, A. **Business Model Generation - Inovação em Modelos de Negócios**: um manual para visionários, inovadores e revolucionários. Rio de Janeiro, RJ: Alta Books, 2011.

PACHECO, E. M. **Os Institutos Federais**: uma revolução na educação profissional e tecnológica. Natal: IFRN, 2010.

PEIXOTO, J.A. **ESP8266 NodeMCU: do pisca led à internet das coisas**. Porto Alegre: UERGS, 2021.

PICK3DPRINTER. 3D Printing Skirt – Learn How to 3D Print With? Disponível em: <https://pick3dprinter.com/3d-printing-skirt/>

PIMENTEL, L. **Manual Básico de Acordos de Parceria de PD&I**: aspectos jurídicos. 1ed.Porto Alegre: EdiPUCRS, 2010.



PINTO, S. et al. Fab City com enfoque em Economia Circular. **2º Congresso Nacional de Inovação e Tecnologia** – 19 a 21 de setembro de 2017 – São Bento do Sul, SC, INOVA, 2017.

PMKB. **Como a Maturidade no Gerenciamento dos Projetos interfere nos resultados de negócio das organizações.** Publicado em 06/12/2016. Disponível em: <https://pmkb.com.br/artigos/como-maturidade-no-gerenciamento-dos-projetos-interfere-nos-resultados-de-negocio-das-organizacoes/>

PNUD Brasil. **Plataforma Agenda 2030.** Conheça a Agenda 2030. 2021. Disponível em: <http://www.agenda2030.org.br/sobre/>

PORTO, A.; MACHADO, S.; RAMOS, I. Mapeamento de Artigos Acadêmicos que relaciona a Educação Profissional com a Indústria 4.0. **Latin American Journal of Science Education**, Matanzas, v.6, 12029, p.1-8, mai. 2019. Disponível em: [http://www.lajse.org/may19/2019\\_12029.pdf](http://www.lajse.org/may19/2019_12029.pdf) >. Acesso em: 16 set. 2021.

POSITIVO TECNOLOGIA EDUCACIONAL. **STEAM:** uma metodologia que você precisa conhecer! Disponível em: <https://www.positivoteceduc.com.br/blog/inovacao-e-tendencias/steam-metodologia-que-precisa-conhecer/>>. Acesso em: 04 fev. 2019.

PROTOTIPANDO. **Os maiores erros que envolvem a impressão 3D.** Disponível em: <https://labprototipando.com.br/2020/05/15/os-maiores-erros-que-envolvem-a-impressao-3d/>

PUGLIESE, G.O. **Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM** (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Campinas-SP: Universidade Estadual de Campinas, 2017.

RESNICK, M. **Aprendizagem criativa:** por uma educação mais expressiva, mão na massa e relevante para todos. Porto Alegre: Penso, 2020.

SANDER, C. **O que é folha de verificação?** Entenda esta ferramenta básica de Six Sigma. 2019. Disponível em: <https://caetreinamentos.com.br/blog/ferramentas/o-que-e-folha-verificacao/>. Acesso em: 21 ago. 2021.

RABECHINI JÚNIOR, R.; CARVALHO, M. (orgs) **Gerenciamento de projetos na prática:** casos brasileiros são Paulo: Atlas, 2009.

RESNICK, M. **Jardim de Infância para a Vida Toda** - Por uma Aprendizagem Criativa Mão na Massa e Relevante para Todos. Penso, 2020.

RODRIGUES, Nadja da Nóbrega. Figura Gerenciamento de Projetos. **Engenharia de Software**. 25 mar. 2020. Apresentação em Power Point. Disciplina Análise e Projeto de Sistemas do IFPB.

SANTOS, J. M. dos et al. ROBÔ-TI: Robótica Educacional no Incentivo de Estudantes do Ensino Médio na Área de Tecnologia da Informação. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico** (EDUCITEC), v. 5, 11, 2019.

SBRAGIA, R. et al. (Org.) **Inovação: como vencer esse desafio empresarial.** São Paulo: Clio Editora, 2006.

SEBRAE. **Site institucional.** <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae> 2021.

SETEC. Secretaria de Educação Profissional Científica e Tecnológica. **Site Institucional.** <http://portal.mec.gov.br/setec-secretaria-de-educacao-profissional-e-tecnologica> 2021.

SHAMIEH, C. **Eletrônica para Leigos.** 3ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018. 416p.

SIF. O que é a carta de controle. Sociedade de Investigações Florestais. Disponível em: <https://sif.org.br/2020/04/como-detectar-alteracoes-em-um-processo-use-a-carta-de-controle/> Acesso em 03 de set. de 2021.

SIGNIFICADOS. Website. **Histograma.** Disponível em: <https://www.significados.com.br/histograma/> Acesso em 03 de set. de 2021.

SILVA, C. et al. **Aplicação de ferramentas da manufatura enxuta:** um estudo de caso em uma fábrica de colchões. Journal of Lean Systems, v. 4, n. 1, p. 87-104, 2019.

SOBEK II, D. K.; SMALLEY, A. **Entendendo o Pensamento A3**: Um Componente Crítico do PDCA da Toyota. Bookman, 2009. 196p.

SONDERMANN, J. P.; KAMISKE, H. G. F. **Poka Yoke**. Hanser Fachbuchverlag, 2018. 123p.

TECHCD. **Aprenda como evitar warping na sua impressão 3D**. Publicado em 02/07/2021. Disponível em: <https://techcd.com.br/noticias/evitar-warping/>

TEIXEIRA, C. S. et al. **Habitats de inovação**: alinhamento conceitual. Florianópolis: Perse, 2016. e-book Disponível em: < <http://via.ufsc.br/> >.

TEIXEIRA, C. et al. **Ecosistema de Inovação**: alinhamento conceitual. Florianópolis: Perse, 2017. e-book Disponível em: < <http://via.ufsc.br/> >.

TIDD, J; BESSANT, J; PAVITT, K. **Gestão da inovação**. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2008.

TOLEDO, J. et al. Qualidade na indústria agroalimentar: situação atual e perspectivas. **Revista de Administração de Empresas**, v. 40, p. 90-101, 2000.

TURMENA, L.; AZEVEDO, M. A expansão da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica: os Institutos Federais em questão. **Revista Diálogo Educacional**, vol. 17, núm. 54, julio-septiembre, 2017, pp. 1067-1084.

UNESCO. **The Four Pillars of Education**. Learning: the treasure within; report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-first Century. 1996.

VALERIANO, D. **Moderno Gerenciamento de Projetos**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

VARGAS, R. **Gerenciamento de Projetos**: Estabelecendo diferenciais competitivos. 6 ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

WING, J. **Computational thinking**. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, 2006.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Towards the Circular Economy: accelerating the scale-up across global supply chains**. Acesso em : [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_ENV\\_TowardsCircularEconomy\\_Report\\_2014.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf), 2014.

XERPAY. **Diagrama de Ishikawa**: o que é, como fazer e quando usar? 2020. Disponível em: <https://xerpay.com.br/blog/diagrama-de-ishikawa/>. Acesso em: 21 ago. 2021.

ZEITOUNE, B. et al. Práticas sustentáveis: adoção de cultura institucional em IES. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 13, p. 150-168, 2019.





## Conhecendo a Setec/MEC

### **SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA (SETEC)**

Esplanada dos Ministérios, Bl. “L” - 4º Andar

**Secretário:** Tomás Dias Sant’Ana

**Fone:** (61) 2022 - 8684/ 8581/8582/8596

**E-mail:** [agendagabsetec@mec.gov.br](mailto:agendagabsetec@mec.gov.br)

### **Diretoria de Articulação e Fortalecimento da Educação Profissional e Tecnológica - DAF**

**Diretora:** Tassiana Cunha Carvalho

**Fone:** (61) 2022 - 8557 / 8560

**E-mail:** [agenda.daf@mec.gov.br](mailto:agenda.daf@mec.gov.br)

### **Diretoria de Desenvolvimento da Rede Federal da Educação Profissional, Científica e Tecnológica - DDR**

**Diretor:** Kedson Raul de Souza Lima

**Fone:** (61) 2022 - 8635/8640

**E-mail:** [ddr.setec@mec.gov.br](mailto:ddr.setec@mec.gov.br)

### **Diretoria de Políticas e Regulação da Educação Profissional e Tecnológica – DPR**

**Diretora:** Joelma Kremer

**Fone:** (61) 2022 - 8573 / 8511

**E-mail:** [dpr.setec@mec.gov.br](mailto:dpr.setec@mec.gov.br)



## WEBSITE DAS INSTITUIÇÕES CONTEMPLADAS NO EDITAL 35/2020

**Centro Federal de Educação Tecnológica  
de Minas Gerais - CEFET/MG**

<https://www.cefetmg.br/>

**Centro Federal de Educação Tecnológica  
Celso Suckow da Fonseca - CEFETRJ**

<http://www.cefet-rj.br/>

**Instituto Federal do Acre - IFAC**

<https://portal.ifac.edu.br/>

**Instituto Federal de Alagoas - IFAL**

<https://www2.ifal.edu.br>

**Instituto Federal do Amazonas - IFAM**

<http://www2.ifam.edu.br/>

**Instituto Federal do Amapá - IFAP**

<http://www.ifap.edu.br>

**Instituto Federal de Brasília -IFB**

<https://www.ifb.edu.br/>

**Instituto Federal da Bahia -IFBA**

<http://portal.ifba.edu.br>

**Instituto Federal Catarinense - IFC**

<http://ifc.edu.br/>

**Instituto Federal do Ceará - IFCE**

<https://ifce.edu.br>

**Instituto Federal do Espírito Santo - IFES**

<https://www.ifes.edu.br>

**Instituto Federal Fluminense - IFF**

<http://portal1.iff.edu.br/>

**Instituto Federal Farroupilha - IFFAR**

<https://www.iffarroupilha.edu.br/>

**Instituto Federal de Goiás - IFG**

<https://www.ifg.edu.br/>

**Instituto Federal Goiano - IF Goiano**

<https://www.ifgoiano.edu.br/home/>

**Instituto Federal do Maranhão - IFMA**

<https://portal.ifma.edu.br>

**Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG**

<https://www.ifmg.edu.br/portal>

**Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - IFMS**

<http://www.ifms.edu.br/>

**Instituto Federal de Mato Grosso - IFMT**

<http://ifmt.edu.br/>

**Instituto Federal do Norte  
de Minas Gerais - IFNMG**

<https://www.ifnmg.edu.br/portal>

**Instituto Federal do Pará - IFPA**

<https://ifpa.edu.br/index.php>

**Instituto Federal da Paraíba - IFPB**

<http://www.ifpb.edu.br>

**Instituto Federal de Pernambuco - IFPE**

<https://www.ifpe.edu.br/>

**Instituto Federal do Piauí - IFPI**

<http://libra.ifpi.edu.br/>

**Instituto Federal do Paraná - IFPR**

<http://reitoria.ifpr.edu.br/>

**Instituto Federal do Rio de Janeiro - IFRJ**

<https://portal.ifrj.edu.br/>

**Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN**

<http://portal.ifrn.edu.br/>

**Instituto Federal de Rondônia - IFRO**

<https://www.ifro.edu.br>

**Instituto Federal de Roraima - IFRR**

<http://www.ifrr.edu.br>

**Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS**

<https://ifrs.edu.br>

**Instituto Federal Sergipe - IFS**

<http://www.ifs.edu.br/>

**Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC**

<http://www.ifsc.edu.br/>



**Instituto Federal do  
Sertão Pernambucano - IF Sertão/PE**

<https://www.ifsertao-pe.edu.br>

**Instituto Federal de São Paulo - IFSP**

<https://www.ifsp.edu.br/>

**Instituto Federal do Sudeste de Minas  
Gerais - IFSudesteMG**

<https://www.ifsudestemg.edu.br/>

**Instituto Federal Sul-Rio-Grandense - IFSUL**

<http://www.ifsul.edu.br/>

**Instituto Federal do Sul de Minas – IFSULDEMINAS**

<https://portal.ifsuldeminas.edu.br/index.php>

**Instituto Federal do Triângulo Mineiro - IFTM**

<http://www.iftm.edu.br>

**Instituto Federal do Tocantins - IFTO**

<http://www.ifto.edu.br>

## GLOSSÁRIO

**5W2H** - É uma técnica eficaz para orientar as pessoas, de forma simples e clara, como entender determinadas situações, documentá-las, identificar alternativas e gerar um Plano de Ação para solucioná-las baseada em sete aspectos: ‘What’ (o quê); ‘Who’ (quem); ‘Why’ (porquê); ‘Where’ (onde); ‘When’ (quando); ‘How’ (como); ‘How much’ (quanto custa).

**A3** - Formato de apresentação organizada de resultados do PDCA, também é uma ferramenta gerencial de modelo mental muito eficiente utilizado na Toyota, que inclui disciplina e capacidade de síntese na combinação de forma gráfica e textual objetiva na resolução de problemas.

**Aceleradora de empresas** - São empresas cujo objetivo principal é apoiar e investir no desenvolvimento e rápido crescimento de startups.

**Análise PESTAL** - É um acrônimo de análise ‘Política, Econômica, Social, Tecnológica, Ambiental e Legal’, que consiste num enquadramento de fatores macroambientais usados como uma ferramenta na gestão estratégica de empresas.

**Análise SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)** - É usada para identificar os pontos fortes e fracos do seu projeto nos ambientes internos (forças e fraquezas) e externo (oportunidades e ameaças).

**ANPROTEC** - Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores.

**APL (Arranjo Produtivo Local)** - cConjunto de fatores econômicos, políticos e sociais, localizados em um mesmo território, desenvolvendo atividades econômicas correlatas e que apresentam vínculos de produção, interação, cooperação e aprendizagem.

**AS IS/TO BE** - O mapeamento de processos AS IS é a definição da situação atual do processo organizacional ou de negócios. Já o mapeamento de processos TO BE é a definição da situação futura do processo organizacional ou de negócios, ou seja, condição que se quer chegar.

**AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem)** - São ambientes que auxiliam na montagem de cursos acessíveis, livres ou acadêmicos pela Internet. Elaborado para ajudar os professores e tutores no gerenciamento de conteúdo para seus estudantes e na administração do curso, permite acompanhar constantemente o progresso dos estudantes.

**Áreas de conhecimento (Em Gestão de Projetos)** - Integração; Escopo; Cronograma; Custos; Qualidade; Recursos; Comunicações; Riscos; Aquisições; Partes interessadas.

**Auditoria** - É uma análise estruturada e independente que busca identificar políticas, processos e procedimentos ineficientes e ineficazes em uso no projeto e não aderentes às políticas e aos procedimentos do projeto e da instituição.

**Backlog** - Refere-se a um log de acumulação de trabalho num determinado intervalo de tempo. Backlog é uma espécie de estoque de folhas de requisições/encomendas relativas a produtos ainda não produzidos. Grosso modo, backlog é uma “pilha de pedidos ou atividades de trabalho” em espera.

**Benchmarking** - Processo de comparar os métodos de trabalho em relação a melhores práticas e resultados com o propósito de identificar mudanças que levem a resultados de melhor qualidade.

**BPM Business Process Management** - Gerenciamento de Processos de Negócios, metodologia de gerenciamento ajustável desenvolvida com o objetivo de organizar e facilitar processos organizacionais de baixa ou alta complexidade, internos ou externos, nas corporações.

**BPMN Business Process Management Notation** - Notação gráfica utilizada para a diagramação visual de processos e fluxos.

**Brainstorming** - Técnica usada para estimular o pensamento criativo e gerar novas ideias; um processo formal que pode ser usado de modo estruturado ou não.

**Buffer** - Em ciência da computação, buffer de dados é uma região de memória física utilizada para armazenar temporariamente os dados enquanto eles estão sendo movidos de um lugar para outro. Em gerenciamento de projetos, é um estoque de recursos que deve ser utilizado em situação contingencial.

**Call** – Termo comumente utilizado para referir-se a chamadas e a reuniões.

**Canvas** - O Business Model Canvas ou “Quadro de modelo de negócios” é uma ferramenta de gerenciamento estratégico, que permite desenvolver e esboçar modelos de negócio novos ou existentes em uma única página. Originalmente é dividido em 9 áreas: o processo de construção começa pelo centro do mapa que é a “Proposta de Valor”, em que é preciso dizer o real motivo da existência da sua organização. No lado esquerdo temos 4 divisões que representam tudo que se precisa para fazer uma organização precisa para operacionalizar em termos de parcerias, atividades, recursos e custos. No lado direito existem outras 4 divisões focadas em que uma organização precisa para entregar a proposta de valor.

**Capital Intelectual** - Capital intelectual é o conjunto de conhecimentos e informações, ou seja, a soma do capital humano e o capital estrutural de uma organização.

**Case Study (Estudo de Caso)** - Método da abordagem de investigação em ciências sociais. Consiste na utilização de um ou mais métodos qualitativos na coleta de informação.

**Checklist (Folha de verificação)** - Instrumento de controle, composto por um conjunto de condutas, nomes, itens ou tarefas que devem ser lembradas e/ou seguidas.

**Coletar requisitos** - É o processo de definir e documentar as necessidades das partes interessadas para atingir os objetivos dos projetos.

**Competência (CHA)** – Competência, em Administração, refere-se à posse, por parte de um indivíduo ou de uma organização, das características necessárias (Conhecimento, Habilidades, Atitudes) para se realizar uma determinada atividade.

**Comunicação síncrona e assíncrona** - Enquanto a comunicação síncrona refere-se ao contato imediato entre o emissor (quem envia a mensagem) e o receptor (quem recebe a mensagem), a comunicação assíncrona é atemporal.

**Conhecimento Explícito** – Aquele formal, claro, regado, fácil de ser comunicado, adquirido por meio da leitura ou prática sistematizada.

**Conhecimento Tácito** – Aquele que o indivíduo adquire ao longo da vida por meio da observação, da experiência, da vivência gregária e das interações com outras pessoas e o meio em que vive.

**Construtivismo** - Desenvolvido pelo psicólogo e epistemólogo suíço Jean Piaget no início da década de 1920. O construtivismo considera que há uma construção do conhecimento e que, para que isso aconteça, a educação deve criar métodos que estimulem essa construção.

**Critical Exploration** - A abordagem pedagógica exclusiva de Eleonor Duckworth, professora de Educação na Universidade de Harvard, conhecida como ‘exploração crítica’, baseia-se nas ideias de Jean Piaget e Bärbel Inhelder para criar uma experiência de sala de aula quase inteiramente conduzida pelo estudante, com o currículo adaptado aos estudantes conforme eles se envolvem com materiais para construir novos níveis de compreensão.

**Critical Path Method (CPM)** - O Método do Caminho Crítico identifica a sequência de atividades na qual, caso uma delas atrase, todo o projeto estará atrasado.

**Cronograma do projeto** - Documenta as atividades do projeto, suas respectivas datas de início e de término, além dos recursos usados.

**Custo da qualidade** - É o custo total incorrido no investimento em prevenir não conformidade aos requisitos.

**Deadline** - Prazo de entrega de algum produto ou serviço.

**Delay** - Atraso.

**Deliverables** - Entregas do projeto.

**Desenvolvimento Local** - O que caracteriza o processo de desenvolvimento econômico local é o protagonismo dos atores locais, na formulação de estratégias, na tomada de decisões econômicas e na sua implementação.



**Destruição criativa (destruição criadora)** - Em 1942, o economista austríaco Joseph Schumpeter surgiu com o conceito de destruição criativa: um processo de destruição e posterior reconstrução, com outro arranjo dentro da sociedade, que leva ao progresso econômico por meio de inovações.

**Design Thinking** - Técnica que agrega um conjunto de ideias e insights para abordar problemas relacionados a futuras aquisições de informações, à análise de conhecimento e a propostas de soluções. É considerada uma ferramenta prática para a integração de habilidades e mentalidade inovadora voltada para empresas e salas de aula.

**Diagrama de Ishikawa (Espinha de Peixe)** - Também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama Espinha de peixe, é um gráfico cuja finalidade é organizar o raciocínio em discussões de um problema prioritário, em processos diversos, especialmente na produção industrial.

**DIY (Do-it-yourself)** - O DIY ('faça você mesmo') teve origem no pós-guerra dos anos 50, fazia referência a projetos de reparos caseiros que as pessoas faziam sozinhas, usando os materiais que tinham à sua disposição, mas começou a se popularizar a partir da década de 1970, com a disseminação de ideais anticonsumismo e anticapitalista. O Movimento Maker é considerado uma extensão da cultura do 'faça você mesmo'.

**EaD (Educação a distância)** - É uma modalidade de educação mediada por tecnologias em que discentes e docentes estão separados espacial e/ou temporalmente, ou seja, não estão fisicamente presentes em um ambiente presencial de ensino-aprendizagem.

**EAP (Estrutura Analítica do Projeto)** - Em Gerência de projetos, uma Estrutura Analítica de Projetos, do Inglês Work breakdown structure, é um processo de subdivisão das entregas e do trabalho do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis.

**Economia 4.0** - Desenvolvimento de soluções para questões da vida em sociedade, por meio de tecnologias disruptivas, ou seja, que provocam rupturas nos padrões, nos modelos e nas tecnologias estabelecidos no mercado. O digital e o real se misturam de forma indissociável, alinha-se inteligência artificial, IoT (Internet das Coisas) e análises digitais para comandar as ações do mundo real.

**Economia circular** - Segundo Ellen MacArthur Foundation, a economia circular baseia-se em três princípios básicos: 1) Preservar e aprimorar o capital natural, controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis; 2) Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico; 3) Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio.

**Economia criativa** - John Howkins desenvolveu o conceito em 2001 para descrever sistemas econômicos em que o valor é baseado em novas qualidades imaginativas, em vez dos recursos tradicionais de terra, trabalho e capital. Em resumo, a Economia criativa é o conjunto de negócios baseados no capital intelectual, na cultural e na criatividade que gera valor econômico. A indústria criativa estimula a geração de renda, cria empregos e produz receitas de exportação, enquanto promove a diversidade cultural e o desenvolvimento humano.

**Ecossistema de Inovação** - São ambientes que promovem articulações entre diferentes atores (stakeholders) que enxergam a inovação como força motriz para o desenvolvimento social e econômico.

**Educação 4.0** - Designa a abordagem educacional e o conjunto de estratégias que seriam desejáveis para contemplar as necessidades da chamada Quarta Revolução Industrial. O termo está ligado à revolução tecnológica que inclui linguagem computacional, inteligência artificial, Internet das coisas (IoT) e contempla o learning by doing que, traduzindo para o português, é aprender por meio da experimentação, projetos, vivências e mão na massa.

**EMBRAPII** - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial. A EMBRAPII atua por meio da cooperação com instituições de pesquisa científica e tecnológica, públicas ou privadas, tendo como foco as demandas empresariais e como alvo o

compartilhamento de risco na fase pré-competitiva da inovação. Ao compartilhar riscos de projetos com as empresas, tem o objetivo de estimular o setor industrial a inovar mais e com maior intensidade tecnológica para, assim, potencializar a força competitiva das empresas tanto no mercado interno como no mercado internacional.

**Empreendedorismo** - Processo de iniciativa de implementar novos negócios ou mudanças em empresas já existentes. É um termo muito usado no âmbito empresarial e muitas vezes está relacionado com a criação de empresas ou produtos novos, normalmente envolvendo inovações e riscos.

**Empresa Júnior** - Associação civil sem fins lucrativos e com fins educacionais formada exclusivamente por estudantes do ensino superior ou técnico.

**Escola da Ponte** - Instituição pública de ensino localizada em Portugal, no distrito do Porto, e dirigida pelo educador José Pacheco. Lá, os estudantes não são divididos em classes nem em anos de escolaridade. Portadores de necessidades especiais dividem o espaço com os outros estudantes, sendo a biblioteca o local central da escola. Cada estudante e a maioria dos orientadores educativos são responsáveis por algum aspecto do funcionamento da escola e estes últimos acompanham todos os educandos e trabalham para que conquistem sua autonomia, compreendendo o porquê e o para quê estudar.

**Escopo/Especificação do trabalho do projeto** - É a descrição dos produtos ou serviços que serão fornecidos pelo projeto.

**Espiral do conhecimento** - Nonaka e Takeuchi, professores da Universidade de Hitotsubashi (Japão), desenvolveram um modelo de Gestão do Conhecimento em 1995 que denominaram como a Espiral do Conhecimento, que mostra os quatro modos de conversão do conhecimento (Socialização, Externalização, Combinação e Internalização), responsáveis pela aprendizagem e inovação individual, das equipes de trabalho e da organização.

**FabLab** - É uma pequena oficina que oferece fabricação digital, geralmente equipada com um conjunto de ferramentas flexíveis controladas por computador que cobrem diversas escalas de tamanho e diversos materiais diferentes, com o objetivo de fazer “quase tudo”.

**Fases do Projeto** - Fases do projeto são as divisões feitas visando um melhor controle gerencial e adequação aos processos da organização. Cada fase do projeto contém várias entregas a serem feitas e seus marcos correspondentes.

**Fatores-chave de sucesso (FCS)** - Também conhecidos como ‘fatores críticos de sucesso’, são as condições que devem ocorrer para assegurar o sucesso. Como esses fatores são específicos por segmento e local, podem variar para cada organização.

**Feedback** - Em Comunicação, é a informação que o emissor obtém da reação do receptor à sua mensagem, a qual serve para avaliar os resultados da transmissão.

**Fluxograma** - É um tipo de diagrama que pode ser entendido como uma representação esquemática de um processo ou algoritmo, muitas vezes feito a partir de gráficos que ilustram de forma descomplicada as atividades de uma organização.

**Forecasting** - Métodos de previsão que tem como objetivo prever o desempenho futuro do projeto, com base no desempenho real até a data.

**FORMICT** - Formulário para Informações sobre a Política de Propriedade Intelectual das Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação do Brasil.

**FORTEC** - Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia.

**Futures Thinking** - Técnica de análise de cenários futuros na definição de políticas públicas criada pela Educação Executiva da Universidade Nacional de Singapura.

**Gamificação** - É o uso de mecânicas e dinâmicas de jogos (eletrônicos ou não) para engajar pessoas, resolver problemas e melhorar o aprendizado, motivando ações e comportamentos em ambientes fora do contexto de jogos. A gamificação, como estratégia de ensino, pode ser considerada como um exemplo de ensino de metodologia ativa

quando o professor, por meio de regras claras (contrato didático), desafia e estimula os estudantes a realizarem suas missões (tarefas).

**Gap** - Lacuna, diferença entre um ponto e outro numa base comparativa representando alguma desigualdade.

**Gargalo** - Representa um obstáculo; empecilho. Um gargalo de produção é o recurso, a máquina, o equipamento ou o centro de trabalho mais sobrecarregado de uma indústria ou o responsável pela etapa mais lenta no processo produtivo.

**Gráfico de Pareto** - Gráfico de colunas que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas, procurando levar a cabo o princípio de Pareto, isto é, há muitos problemas sem importância diante de outros mais graves (regra 80/20).

**Hackathon** - É uma maratona de programação na qual hackers se reúnem por horas, dias ou até semanas, a fim de explorar dados abertos, desvendar códigos e sistemas lógicos, discutir novas ideias e desenvolver projetos de software ou mesmo de hardware.

**Hacker** - Em informática, hacker é um indivíduo que se dedica, com intensidade incomum, a conhecer e modificar os aspectos mais internos de dispositivos, programas e redes de computadores.

**IF Maker** – Nomenclatura popularizada, utilizada para identificar os Laboratórios de Prototipagem dos Institutos Federais.

**Impressora 3D** - É uma tecnologia de fabricação aditiva em que um modelo de três dimensões é criado adicionando várias camadas de matéria. De fato, o processo pode ser comparado a fazer um pão de forma fatiado ao contrário.

**Incubadora de empresas** - São instituições que auxiliam micro e pequenas empresas, nascentes ou que estejam em operação, que tenham como principal característica a oferta de produtos e serviços no mercado com significativo grau de inovação.

**Indicação Geográfica (IG)** - É conferido a produtos ou serviços que são característicos do seu local de origem, o que lhes atribui reputação, valor intrínseco e identidade própria, além de os distinguir em relação aos seus similares disponíveis no mercado. As Indicações Geográficas são divididas em duas modalidades: Indicação de Procedência (IP) e Denominação de Origem (DO). Essencialmente, elas se diferenciam pelo fato de a IP estar ligada à reputação obtida ao longo dos anos numa localidade, enquanto a DO exige uma ligação mais profunda com o território.

**Indústria 4.0** – Também conhecida como Quarta Revolução Industrial, é uma expressão que engloba algumas tecnologias para automação e troca de dados e utiliza conceitos de Sistemas ciber-físicos, Internet das Coisas e Computação em Nuvem. O

foco da Quarta Revolução Industrial é a melhoria da eficiência e a produtividade dos processos.

**Inovação** - O conceito de inovação é bastante variado, dependendo, principalmente, da sua aplicação ou linha de interpretação. O Manual de Oslo – principal fonte internacional de diretrizes para coleta e uso de dados sobre atividades inovadoras da indústria – distingue quatro tipos de inovação: produto, processo, marketing e organizacional.

**INPI Instituto Nacional da Propriedade Industrial** - É uma autarquia federal brasileira, criada em 1970, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

**Inputs** - Insumos, matéria-prima.

**INT Instituto Nacional de Tecnologia** - É uma instituição comprometida com a inovação. Vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), o INT hoje empreende pesquisas avançadas visando à transferência de tecnologia para o setor produtivo, além de oferecer serviços tecnológicos de alta complexidade.

**Inteligências Múltiplas** - Teoria desenvolvida a partir da década de 1980 por uma equipe de investigadores da Universidade de Harvard, liderada pelo psicólogo Howard Gardner, buscando analisar e descrever melhor o conceito de inteligência. Gardner afirmou que o conceito de inteligência, como tradicionalmente definido em psicometria (testes de QI), não era suficiente para descrever a grande variedade de habilidades cognitivas

humanas. Desse modo, a teoria afirma que uma criança que aprende a multiplicar números facilmente não é necessariamente mais inteligente do que outra que tenha habilidades mais forte em outro tipo de inteligência.

**Interdisciplinaridade** - Tem o objetivo de promover a integração dos conteúdos de diferentes disciplinas, tornando o conhecimento mais significativo, visando à construção de um conhecimento globalizante, rompendo com os limites das disciplinas. A interdisciplinaridade oferece uma nova postura diante do conhecimento, uma mudança de atitude em busca do contexto do conhecimento, em busca do ser como pessoa integral.

**IOT Internet of Things (internet das coisas)** - Refere-se a qualquer sistema de dispositivos físicos que recebem e transferem dados em redes sem fio e sem intervenção humana. Isso é possível ao integrar dispositivos de computação simples com sensores em todos os tipos de objetos.

**KPI - Key Performance Indicators (indicadores de desempenho)** - São ferramentas básicas utilizadas para o gerenciamento do sistema organizacional. Com estes indicadores, as Empresas são capazes de aferir os processos organizacionais, apontar possíveis alterações nos planejamentos já definidos, tais como: indicador de produtividade; indicador de eficiência; indicador de eficácia; indicador de efetividade; indicador de qualidade; indicador de capacidade; indicador de lucratividade; indicador de competitividade.

**Laboratório de Prototipagem** - Objetiva desenvolver a arte de transferir ideias do âmbito conceitual para a realidade. É todo e qualquer laboratório que utiliza objeto físico ou virtual para simular uma interação e validar uma ideia.

**Learning by doing** - ‘Aprender fazendo’ refere-se a uma teoria da educação exposta pelo filósofo americano John Dewey. É uma abordagem prática de aprendizagem, o que significa que os estudantes devem interagir com seu ambiente para se adaptar e aprender. Dewey implementou essa ideia criando a University of Chicago Laboratory School.

**Lei de Inovação** - Lei 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Essa lei foi regulamentada inicialmente pelo Decreto 5.563, de 2005, posteriormente revogado pelo atual Decreto 9.283, de 2018, que é o atual regulamento vigente dessa lei.

**Lições Aprendidas** - Em Gerenciamento de Projetos, é todo o conhecimento adquirido durante a realização de um projeto, e, portanto, faz parte de um processo de aprendizagem. Podem ser identificadas ao longo de todo o ciclo de vida do projeto, principalmente nos finais de fase e na entrega dos subprodutos do projeto.

### Mapeamento de Processo

**Máquina CNC (controle numérico computadorizado)** - Máquinas de fabricação de ferramentas programáveis por computador.

**Marcas** - Poderão ser registrados no INPI como marca os sinais distintivos visualmente perceptíveis, com a finalidade de identificar produtos e serviços (art. 122 da Lei nº 9.279/1996). As marcas têm papel fundamental na concorrência e na estratégia de competição das empresas, porque estabelecem a imagem e a reputação da empresa e de seus produtos.

**Market share** - Uma quota de mercado, também chamada de fatia de mercado, participação no mercado, porção no mercado, que designa a quantidade absoluta e relativa de mercado detida por uma organização. Sua medida, principalmente quantificada em termos percentuais, traduz a quantidade do mercado dominada por uma empresa.

**MCTI** - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações.

**MEC** - Ministério da Educação.

**Meetings** - Reuniões.

**Método Ágil** - É um conjunto de práticas para entender as demandas de um projeto, agir e realizar tudo com eficiência. É uma ponte que tenta eliminar as lacunas no processo de desenvolvimento de software e entregar um ‘produto final’ com mais rapidez e agilidade, sempre com qualidade.

**Metodologias Ativas** - Na Educação, possui como principal característica a inserção do estudante como agente principal responsável pela sua aprendizagem, comprometendo-se com seu aprendizado.

**Milestone** - Marco de um projeto.

**Mindset** - De acordo com Carol S. Dweck, uma das maiores especialistas do mundo em psicologia social e psicologia do desenvolvimento, o sucesso, nas mais diferentes áreas da vida, não está exclusivamente vinculado a um talento ou habilidade especial. Na verdade, ele está, principalmente, relacionado ao resultado da maneira como encaramos a vida, ação também chamada de Mindset, que quer dizer, a atitude ou configuração mental que cada indivíduo tem.

**Modelo Conceitual** - É um conjunto de suposições baseadas no mundo real que indicarão as regras de negócio de um sistema.

**Movimento Maker ou Cultura Maker** - Na Educação, baseia-se na ideia de que as pessoas devem ser capazes de fabricar, construir, reparar e alterar objetos dos mais variados tipos e funções com as próprias mãos, baseando-se num ambiente de colaboração e transmissão de informações entre grupos e pessoas.

**Multiskill** - Característica do profissional que desenvolve múltiplas habilidades, por meio de sua competência, apresentando-se de forma flexível, articulada e eficaz no alcance dos objetivos organizacionais.

**Networking** - Rede de relacionamentos. Em Administração, uma atividade de negócios socioeconômicos pela qual empresários

e empresários se reúnem para formar relacionamentos comerciais e reconhecer, criar ou agir sobre oportunidades de negócios, compartilhar informações e buscar parceiros em potencial para empreendimentos.

**NIT (Núcleos de Inovação Tecnológica)** - Atua como consultor técnico em projetos de P&D nas áreas de propriedade intelectual, desenvolvimento tecnológico e transferência de tecnologia. Isso inclui prospecção tecnológica, elaboração de projetos, captação de recursos, pedidos de proteção e comercialização de tecnologia.

**Nudge** - Também conhecido como a “Teoria do incentivo” no Brasil, o termo nudge, em português significa “empurrão”. Esse conceito faz parte da economia comportamental, gênero da economia que busca oferecer melhores técnicas de persuasão por intermédio da união entre economia e psicologia. Basicamente, o nudge no mundo corporativo auxilia a montar melhores formas de apresentar propostas. Assim, a técnica visa auxiliar o entendimento do processo de tomada de decisões, com o intuito de influenciar outras pessoas a comprarem seus produtos, fazerem acordos ou parcerias.

**Oficina 4.0** - Programa de oficinas extracurriculares, executadas em espaços de construção coletiva, por meio de aprendizagem baseada em projetos, voltadas à construção de soluções para demandas reais oriundas do setor produtivo, com o objetivo de desenvolver, em estudantes do ensino técnico,

de graduação e pós-graduação, as competências e habilidades requeridas pela Economia 4.0, desenvolvido pela DAF/Setec/MEC, em parceria com o Instituto Federal do Espírito Santo (IFES).

**Ondas de Kondratiev (ou Kondratieff)** - Na economia, também chamadas de superciclos, grandes ondas, ondas longas, ondas K ou ciclo econômico longo, são fenômenos hipotéticos semelhantes aos de um ciclo na economia mundial moderna. Kondratiev identificou três fases do ciclo, ou seja, expansão, estagnação e recessão. O longo ciclo supostamente afeta todos os setores de uma economia. Kondratiev centrou-se nos preços e nas taxas de juros, vendo a fase ascendente caracterizada por um aumento dos preços e taxas de juros baixas, enquanto a outra fase consiste numa diminuição dos preços e em taxas de juros elevadas. As Ondas de Kondratiev apresentam causas e efeitos de eventos recorrentes comuns em economias capitalistas ao longo da história.

**Organograma** - Gráfico que representa a estrutura formal de uma organização. Ou seja, é a representação gráfica clássica de uma estrutura organizacional.

**Output** - O resultado da combinação de vários fatores de produção.

**Pacote de trabalho** - É um pacote que contém atividades que são agrupadas conforme necessidade do projeto. Ele é o nível mais baixo da EAP e possui custo, duração, critérios de aceitação e atividades que devem ser documentadas.



**Parque tecnológico** - É uma concentração geográfica de empresas, instituições de ensino, incubadoras de negócios, centros de pesquisa e laboratórios que criam um ambiente favorável à inovação tecnológica.

**Patentes** - No Brasil, concedida pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI. A invenção poderá ser patenteada quando atender aos requisitos de novidade, possuir atividade inventiva, suficiência descritiva, aplicação industrial e não tiver impedimento legal. Existem duas modalidades de patentes: Patente de Invenção (PI) e a Patente de Modelo de Utilidade (MU).

**Patente de Modelo de Utilidade (MU)** - Objetos de uso prático, ou parte deste, suscetível de aplicação industrial, que apresente nova forma ou disposição, envolvendo ato inventivo, que resulte em melhoria funcional no seu uso ou em sua fabricação.

**Patente de Invenção (PI)** - Produtos ou processos que atendam aos requisitos de atividade inventiva, novidade e aplicação industrial.

**PDCA (Plan, Do, Check, Act)** - Em Administração, é um método iterativo de gestão de quatro passos, utilizado para o controle e a melhoria contínua de processos e produtos. É também conhecido como o círculo/ciclo/roda de Deming, ciclo de Shewhart, círculo/ciclo de controle, ou PDSA.

**Pesquisa-Ação** - Em Educação, é uma forma de investigação baseada em uma autorreflexão

coletiva empreendida pelos participantes de um grupo social de maneira a melhorar a racionalidade e a justiça de suas próprias práticas sociais e educacionais, como também o seu entendimento dessas práticas e de situações onde essas práticas acontecem. A abordagem é considerada Pesquisa-Ação apenas quando a técnica é utilizada de forma colaborativa.

**Pitch** - Técnica mais utilizada para apresentar um negócio ou uma ideia de negócio inovador, para qualquer público, em uma fala concisa que pode variar de 30 segundos até 20 minutos.

**Pólo de Inovação** - Têm o objetivo de promover o aumento da competitividade e da produtividade da economia nacional, por meio do desenvolvimento da pesquisa aplicada e da qualificação de recursos humanos para ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I).

**Portfólio de Projetos** - É a consolidação dos projetos da empresa ou de uma área da empresa com o intuito de gerenciar melhor os recursos compartilhados e obter melhores resultados.

**Projeto** - Esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo.

**Project Based Learning PBL (Aprendizagem Baseada em Projetos)** - Tipo de metodologia ativa de aprendizagem, baseada na perspectiva Construtivista da Pedagogia, que permite diversos formatos de uso, os quais devem ser alinhados à

realidade daquele grupo. O Project Based Learning pode transformar estudantes em pensadores independentes engajados e interessados.

**Propriedade Intelectual** - Dividida em três categorias principais: Direito autoral, propriedade industrial e proteção sui generis. O direito autoral envolve interesses de caráter subjetivo, como obras intelectuais no campo literário, científico e artísticos, se enquadrando nessa categoria a proteção ao direito do autor, dos direitos conexos e do programa de computador.

**Protagonismo Estudantil** - Geralmente atividades de Ensino, Pesquisa, Extensão ou Inovação numa instituição escolar, onde o estudante protagonista extrai conhecimento a partir de suas experiências e vivências. Ele é incentivado, acompanhado e orientado pelo professor a partir de sua forma específica de aprender. Com isso, ele não apenas memoriza e absorve conhecimentos, como também agrega e constrói.

**Protótipo** - É uma excelente ferramenta para dar uma boa noção ao seu cliente de como ficará o produto a ser criado a partir de um modelo funcional do produto.

**Psicopedagogia Institucional** - Área interdisciplinar que busca compreender o processo de aprendizagem e atuar de forma preventiva e combativa contra os problemas que podem aparecer ao longo da aquisição de conhecimentos dos indivíduos.

**Realidade aumentada/Realidade virtual** - É uma tecnologia que permite que o mundo virtual seja misturado ao real, possibilitando maior interação e abrindo uma nova dimensão na maneira como nós executamos tarefas. É realizado por meio de uma câmera, com o uso de sensores de movimento como giroscópio e acelerômetro.

**Rede Maker** - Termo cunhado para designar o conjunto integrado de Laboratórios de Prototipagem da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT).

**RedeSist** - Rede de Pesquisa em Arranjos e Sistemas Produtivos e Inovativos Locais (UFRJ).

**Restrições do projeto** - São limitações impostas à equipe do projeto, que podem afetar o desempenho da equipe no projeto e não podem ser violadas, portanto, devem ser respeitadas e devidamente analisadas e tratadas. Elas podem ser organizacionais, ambientais e externas.

**Risco de um projeto** - É um evento com probabilidade de ocorrer no futuro impactando o projeto de forma negativa (ameaça) ou positiva (oportunidade).

**Rolling Wave Planning (planejamento em ondas sucessivas)** - É especialmente útil quando temos eventos desconhecidos no projeto. O gerente de projeto planeja somente o curto prazo, deixando os eventos de maior incerteza para depois. À medida que o projeto vai evoluindo e as incertezas

diminuindo, planeja-se a próxima etapa ou onda, e assim por diante, daí o nome “ondas sucessivas”.

**Schedule** - Ver Cronograma.

**SCRUM** - Framework de gerenciamento de projetos, criada pelos desenvolvedores Ken Schwaber e Jeff Sutherland. Contempla da organização ao desenvolvimento ágil de produtos complexos e adaptativos com o mais alto valor possível, por meio de várias técnicas. É um projeto utilizado desde o início de 1990 e que atualmente é utilizado em mais de 60% dos projetos ágeis em todo o mundo. O Scrum é composto por: Pilares (transparência, inspeção e adaptação); Valores (comprometimento, coragem, foco, abertura e respeito); Papéis (scrum master, product owner e time); Cerimônias (sprint, sprint planning, daily, sprint review e sprint retrospective).

**Sistema S** - Sistema S é o conjunto de nove instituições de interesse de categorias profissionais, estabelecidas pela Constituição Brasileira. Compõem o Sistema S: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (Senac), Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar), Serviço Social do Transporte e o Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte (Sest/Senat), Serviço Social do Comércio (Sesc), Serviço Nacional de Aprendizagem do Cooperativismo (Sescoop) e Serviço Social da Indústria (Sesi).

**SLA Service Level Agreement** - Acordo de Nível de Serviço, Contrato de Nível de Serviço ou Garantia do Nível de Serviço é um compromisso assumido por um prestador de serviços de TI perante um cliente.

**SMART** - Características de um indicador, que deve ser: Specific (específico); Measurable (indicador e meta); Assignable (quem será responsável); Realistic (realístico); Time-related (ter prazo para entrega). Podem ser positivamente ou negativamente afetados com a execução do projeto e irão influenciar o projeto e/ou seu resultado.

**Spin off** - Resultado do processo de geração de novas empresas a partir de organizações existentes, principalmente centros de pesquisa, universidades, laboratórios e institutos.

**Sponsor** - Patrocinadores de um projeto.

**Sprint** - Reunião de pessoas envolvidas num projeto para promover um desenvolvimento mais focalizado do projeto. O termo está fortemente relacionado ao framework de desenvolvimento ágil Scrum. Sprints normalmente têm duração de uma a quatro semanas.

**SPRU Science Policy Research Unit** - A Unidade de Pesquisa de Política Científica (SPRU), da Universidade de Sussex na Grã-Bretanha, foi fundada em 1966 por Christopher Freeman e foi um dos primeiros centros de pesquisa interdisciplinar do mundo no campo da Política Científica e Tecnológica. Chris Freeman (1921-2010), um economista, foi um dos mais eminentes

pesquisadores em estudos de inovação e está entre os modernos teóricos de Kondratiev sobre as ondas e os ciclos econômicos.

**Stakeholders** - Partes interessadas são os indivíduos e as organizações ativamente envolvidos no projeto, ou seja, quem interessa no seu projeto.

**Startup** - Empresa em fase embrionária, geralmente no processo de implementação e organização das suas operações. Pode ainda não ter iniciado a comercialização de seus produtos ou serviços, mas já se encontra em processo final de instalação.

**STEAM Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics** – Abordagem de Ensino-Aprendizagem transdisciplinar nas áreas científicas, tecnológicas, engenharias, artes e matemáticas baseada em Metodologias Ativas.

**Storytelling (Narração de histórias)** - É a atividade que consiste em transmitir eventos na forma de palavras, imagens e sons, muitas vezes pela improvisação ou embelezamento, agregando valor ao projeto, à pessoa, ao produto ou ao serviço.

**Técnica Delphi** - É usada para obter consenso entre especialistas preservando o seu anonimato. Este método pode ser adaptado conforme sua necessidade.

**TAP (Termo de Abertura do Projeto)** - Conhecido como Project Charter (em inglês), é o documento que autoriza formalmente um projeto. Ele concede

ao gerente de projetos a autoridade para aplicar os recursos organizacionais nas atividades do projeto.

**Template** – Modelo, padrão.

**Teoria Ator Rede TAR** - É uma corrente da pesquisa em Teoria Social que se originou na área de estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), na década de 1980, a partir dos estudos de Michel Callon, Bruno Latour, Madelaine Akrich, entre outros. A TAR é também utilizada para explicar novos paradigmas da comunicação que passam a existir com a cultura contemporânea: o ator é definido a partir do papel que desempenha, do quão ativo, repercussivo é, e do quanto de efeito produz na sua rede, portanto, pode-se dizer que pessoas, animais, coisas, objetos e instituições podem ser um ator. Já a rede representa interligações de conexões - nós - onde os atores estão envolvidos. A rede pode seguir para qualquer lado ou direção e estabelecer conexões com atores que mostrem algumas similaridades ou relações. A teoria explica que, na cultura contemporânea, os ‘atores não humanos’ (que podem ser um dispositivo inteligente, como computadores, smartphones, sensores, wearables, servidores, entre outros) e humanos agem mutuamente, interferem e influenciam o comportamento um do outro, com a diferença que o não humano pode ser ajustado pelo humano de acordo com a sua necessidade. Por permitir a conexão entre outros ‘não humanos’ e ter como característica principal a inteligência, o ‘não humano’ altera a ordem da vida humana, ditando o ritmo de se pensar e agir. Neste sentido,

o ‘não humano’ pode ser chamado de mediador, à medida que estabelece a interação humana em todos os níveis sociais entre humanos e mede a relação destes com outros ‘não humanos’. Para a TAR, a produção de redes e as associações surgem da relação de mobilidade estabelecida entre os atores humanos e não humanos que se dá na convergência dos novos meios de sociabilidade que aparecem com a cultura digital, como, por exemplo, as redes sociais e as comunidades virtuais.

**Teoria dos Laços Fracos das Redes Sociais** - “The Strength of Weak Ties”, estudada em Comunicação, cunhada pelo pesquisador norte-americano Mark Granovetter, tem como foco entender como a força dos laços sociais existente entre pessoas interfere na relação de contatos e no compartilhamento de mensagens entre eles, sendo divididos em três categorias: fortes, fracos e ausentes. Quanto maior a intensidade emocional do vínculo entre dois indivíduos, maior é a força do laço. Entretanto, a teoria estudada por Granovetter recai nos ‘laços fracos’: eles possuem uma importância maior na dinâmica das redes de contato, já que o número de conhecidos que um indivíduo tem é maior que o número de familiares e amigos (laços fortes). Os “laços fracos” permitem estabelecer contato com pessoas de ‘fora do seu círculo usual de convivência’, ou seja, ligam indivíduos socialmente diferentes. Assim, “laços fracos” aumentam a rede de relacionamentos por não possuírem ligações diretas, desenvolvendo novos relacionamentos e, assim, atingindo mais pessoas além dos contatos primários.

**Think Tank** - Laboratório de ideias, fábrica de ideias, gabinete estratégico, centro de pensamento ou centro de reflexão é uma instituição ou grupo de especialistas de natureza investigativa e reflexiva cuja função é a reflexão intelectual sobre assuntos de política social, estratégia política, economia, assuntos militares, de tecnologia ou de cultura. Essas instituições pautam debates sociais por meio da publicação de artigos, estudos e participação de seus integrantes na mídia. A principal função de um think tank é influenciar a tomada de decisão das esferas pública e privada, bem como de formuladores de políticas no que se refere aos temas que estão em pauta. Com a expertise necessária de um think tank, o debate público sai sempre enriquecido.

**Transdisciplinaridade** - Estratégia de pesquisa que atravessa muitas fronteiras disciplinares para criar uma abordagem holística.

**Triângulo de Sabato** - Modelo preocupado com as ligações entre ciência, indústria e governo, que informou discussões sobre políticas científicas em toda a América Latina. Foi desenvolvido nas décadas de 1960 e 1970 pelo físico e metalurgista argentino Jorge Alberto Sabato, da Comissão Nacional de Energia Atômica. Conceito considerado como precursor da Teoria da Hélice Tripla (Triple Helix).

**Triple Helix** - A abordagem da Hélice Tríplice, desenvolvida por Henry Etzkowitz e Loet Leydesdorff, é baseada na perspectiva da Universidade como indutora das relações com as Empresas (setor produtivo de bens e serviços) e o governo (setor regulador e fomentador da atividade econômica), visando à produção de novos conhecimentos, à inovação tecnológica e ao desenvolvimento econômico. A inovação é compreendida como resultante de um processo complexo e dinâmico de experiências nas relações entre ciência, tecnologia, pesquisa e desenvolvimento nas universidades, nas empresas e nos governos, em uma espiral de “transições sem fim”.

**White Paper** - Documento oficial publicado por um governo ou uma organização internacional, a fim de servir de informe ou guia sobre algum problema e como enfrentá-lo. Na Educação científica, trata da divulgação de projeto, por meio de um documento que relata o problema, o desenvolvimento da solução e as características do produto.

**WBS Work Breakdown Structure** - Ver EAP.







MINISTÉRIO DA  
EDUCAÇÃO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL