

Sustentabilidade no Projeto de Peças Plásticas

3 maneiras de reduzir o impacto
ambiental na produção de
componentes plásticos

Eng. Allan Rodrigues



PREFÁCIO

Olá, eu sou o Eng. Allan Rodrigues e decidi criar esse e-book para desmistificar a ideia de que a produção ou utilização de um produto plástico é uma agressão ao meio-ambiente.

A obra é destinada a estudantes, gestores, engenheiros e designers do produto que buscam inovação e acreditam que sustentabilidade e rentabilidade andam juntas.

Por isso resumi de forma rápida e direta, utilizando exemplos, três formas de aproveitar todas as vantagens dos plásticos na produção e ainda minimizar o impacto ambiental do seu projeto ou produto.



Eng. Allan Rodrigues

Engenheiro Mecânico

Mestre em Engenharia Mecânica na área de Materiais



SUMÁRIO

<u>Introdução.....</u>	<u>p. 04</u>
<u>Bioplásticos.....</u>	<u>p. 07</u>
<u>Seleção Inteligente de Materiais (SIM).....</u>	<u>p. 19</u>
<u>Otimização de Geometria.....</u>	<u>p. 25</u>
<u>Projeto de Peças Plásticas.....</u>	<u>p. 29</u>
<u>Notas finais.....</u>	<u>p. 30</u>



Introdução

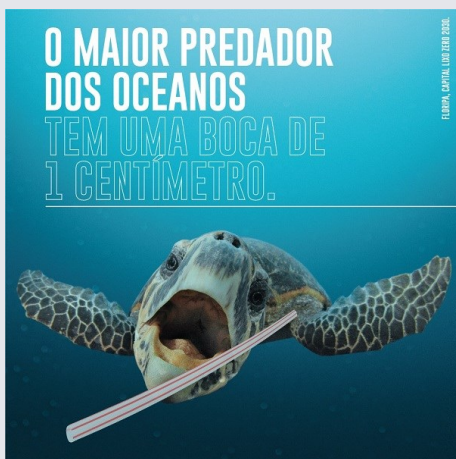
O PLÁSTICO E O MEIO AMBIENTE

Nas últimas décadas o plástico se tornou o grande vilão do meio ambiente e vem sendo alvo de inúmeras críticas.

Em campanhas contra seu uso, são comuns imagens de sacolas ou embalagens de alimentos em rios e mares junto com a crítica ao plástico.

Grande parte dos polímeros que descartamos de forma incorreta hoje são de origem fóssil, fabricados a partir do petróleo, um recurso não renovável.

Os micro-organismos que conhecemos ainda não se adaptaram bem à digestão desses materiais, pela falta de enzimas específicas, portanto eles levam centenas de anos para serem decompostos no meio ambiente.



⊖ Imagem usada pela Prefeitura de Florianópolis para a campanha de conscientização de descarte de plástico nos mares. Será que o maior predador dos oceanos é o canudo plástico ou o próprio ser humano?



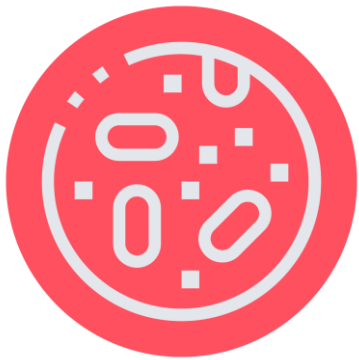
AS VANTAGENS DO PLÁSTICO

Analizando somente os descartáveis e eliminado a nossa culpa ficamos com a ideia de que os plásticos realmente são vilões, não é mesmo?

Mas na verdade eles são materiais muito avançados com inúmeros benefícios:

- Os termoplásticos são muito fáceis de processar e reciclar quando comparados a metais e cerâmicas;
- Podem ser facilmente moldados em geometrias complexas, reduzindo o número de peças necessárias, massa do produto e custo por peça produzida;
- Possuem baixa densidade, por isso geram uma economia logística e redução das emissões de CO2 para o transporte;
- Estão na maior parte das indústrias, por isso existem muitas máquinas de processamento de termoplásticos no mercado: injetoras, extrusoras, impressoras 3D...
- São muito utilizados para o desenvolvimento de materiais avançados, como nano compósitos de grafeno, por exemplo.





Bioplásticos

OS BIOPLÁSTICOS

Para aproveitar todas as vantagens dos plásticos, reduzir o consumo de recursos não-renováveis e ainda minimizar o tempo de permanência no meio-ambiente, uma ótima opção é o uso de bioplásticos.

Existem duas classificações desses materiais, alguns se enquadram nas duas, mas para ser considerado um bioplástico basta se enquadrar em uma delas:

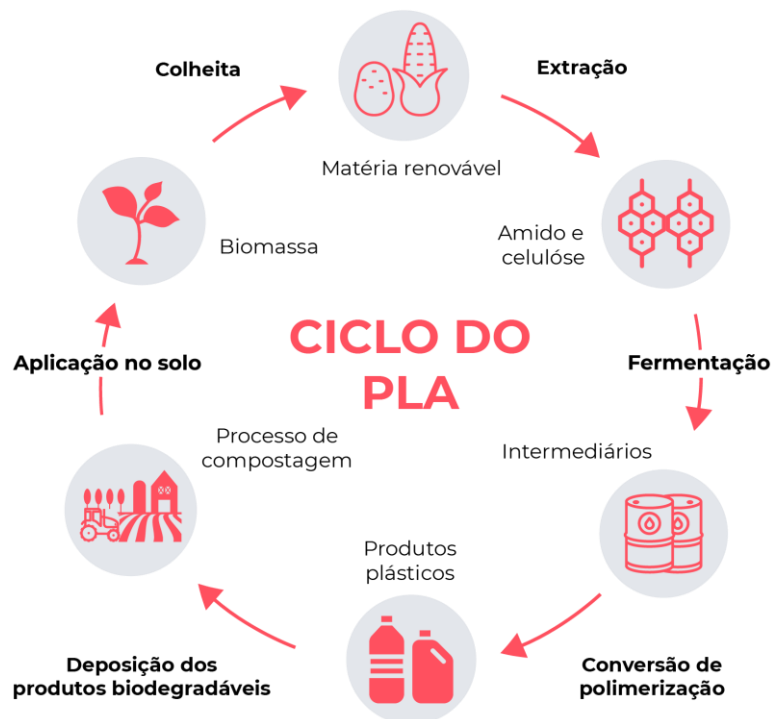
- Polímeros produzidos a partir de **fontes renováveis**, derivados de plantas, como milho, cana-de-açúcar... Por isso fazem também o resgate de CO₂;
- Polímeros **biodegradáveis**, que podem ser decompostos por micro-organismos com maior facilidade, sendo transformados em água e CO₂, por exemplo.



PLA: ácido polilático

Classificação: bioplástico biodegradável em condições específicas e de origem renovável.

Produção: utiliza biomassa como matéria-prima (amido de milho, batata-doce, cana-de-açúcar), que é fermentada e se obtém o ácido lático. A partir dessa substância é feita a polimerização e então é obtido o polímero, o PLA.



PLA: ácido polilático

Propriedades: Baixa temperatura de fusão, boa fluidez, boa rigidez, pode formar blendas com outros bioplásticos biodegradáveis e permite a incorporação de micro e nanopartículas. É um bom substituto do PP, PE e PET.

Aplicações: matéria-prima para impressão 3D, embalagens alimentícias em filmes ou termoformadas, copos e garrafas para bebidas geladas, utensílios descartáveis e permite a moldagem por injeção e termoformagem.

Propriedades	PLA
Resistência à tração (MPa)	44 a 65
Módulo de elasticidade (GPa)	3,7 a 3,9
Elongação na ruptura (%)	3 a 7
Temperatura de fusão (°C)	130 a 180
Temperatura de transição vítrea (°C)	55 a 60

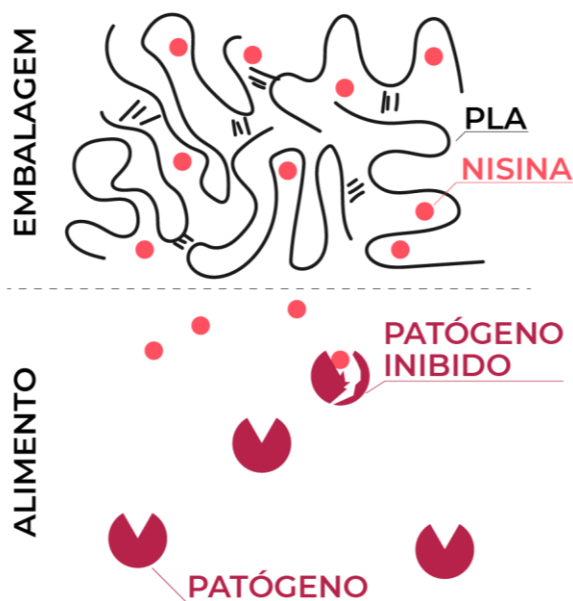


PLA E AS EMBALAGENS ATIVAS

As embalagens plásticas descartáveis são uma grande preocupação, devido ao seu volume e descarte inadequado no meio-ambiente.

Por isso as pesquisas avançaram em relação aos bioplásticos aplicados à embalagens, incluindo o PLA.

A grande vantagem desse plástico, além de ser biodegradável e proveniente de fontes renováveis, é a possibilidade de incorporação de antioxidantes, antifúngicos e antimicrobianos em sua composição.



Esses aditivos podem ser liberados gradualmente por difusão conforme haja a necessidade de inibição de patógenos.

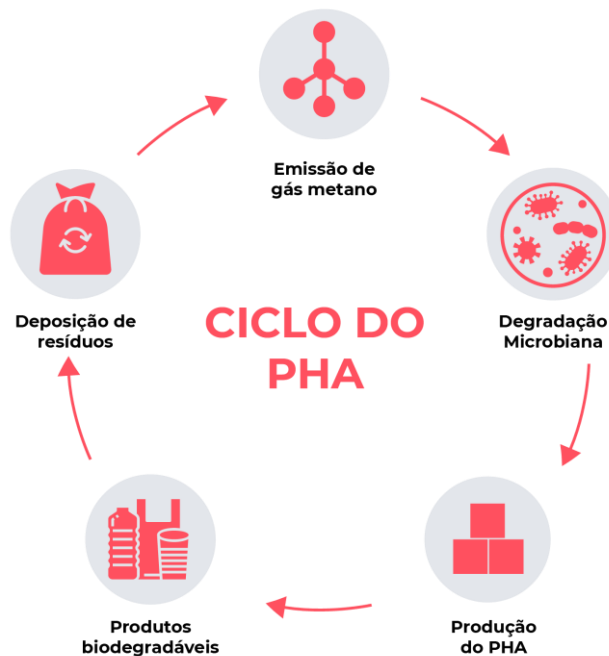
Atualmente existem pesquisas com a incorporação de nanopartículas de prata (AgNP) e nisina para esse fim.



PHA: polihidroxialcanoatos

Classificação: bioplástico biodegradável até em oceanos e de origem renovável.

Produção: sintetizado e estocado por bactérias quando há falta de nutrientes no meio em que vivem. Elas podem se alimentar de açúcares, amidos, glicerina, triglicerídeos e até metano. Dependendo do alimento a estrutura do PHA será diferente, hoje já foram descobertos mais de 150 tipos. De modo geral são divididos entre cadeia curta (SCL-PHA) e cadeia média (MCL-PHA).

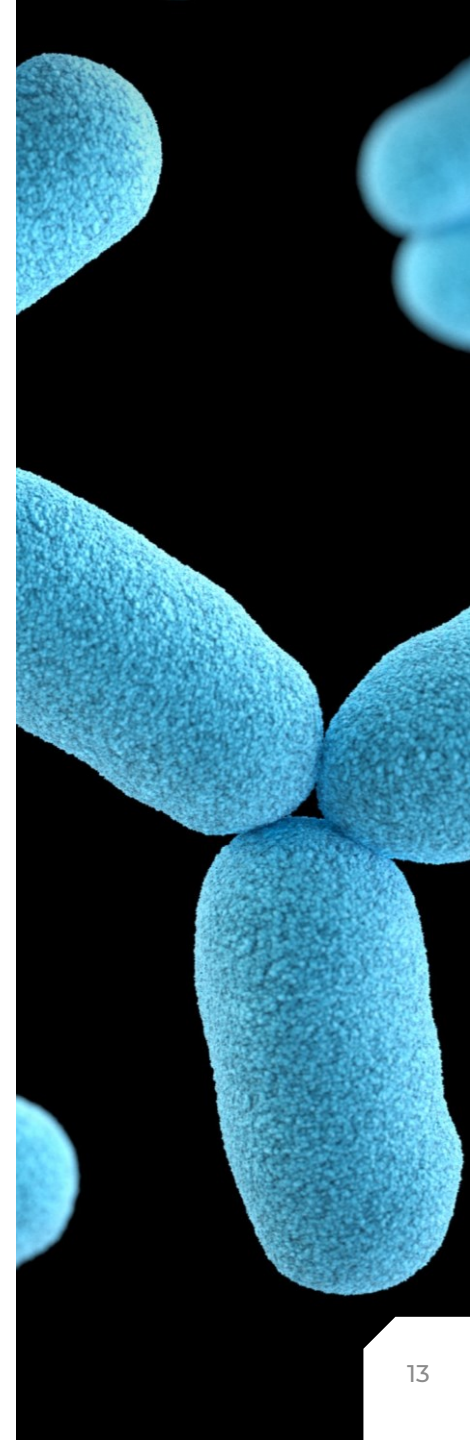


PHA: polihidroxiálcanoatos

Propriedades: Biocompatíveis e atóxicos. Os SCL-PHA são fisicamente muito parecidos com as poliolefinas (PP e PE), exceto pela pequena elongação admissível. Os MCL-PHA possuem baixa cristalinidade, são flexíveis, têm boa elasticidade e elongação, baixas temperaturas de fusão e transição vítrea.

Aplicações: embalagens alimentícias, utensílios descartáveis, sacolas, embalagens de cosméticos e até implantes médicos.

Propriedades	SCL-PHA	MCL-PHA
Cristalinidade (%)	80	40
Temperatura de fusão (°C)	179	86
Temperatura de transição vítrea (°C)	4	-40
Resistência à tração (MPa)	5	20
Módulo de Elasticidade (GPa)	3,5	1 a 2
Elongação na ruptura (%)	40	300
Resistência à luz UV	Boa	Boa
Resistência à solventes	Baixa	Baixa
Biodegradabilidade	Boa	Boa



PHA: O BIOPLÁSTICO DO FUTURO

Quando falamos de polímeros provenientes de recursos renováveis, o uso de alimentos para a produção de consumo é uma grande questão a se considerar.

Por isso há uma grande expectativa em cima do PHA, já que ele pode ser sintetizado a partir de resíduos que descartamos de forma incorreta e é biodegradável.

Inclusive grandes empresas já estudam a substituição dos plásticos convencionais por PHA em suas embalagens.



PepsiCo

Filmes em embalagens



Nestlé

Garrafas d'água



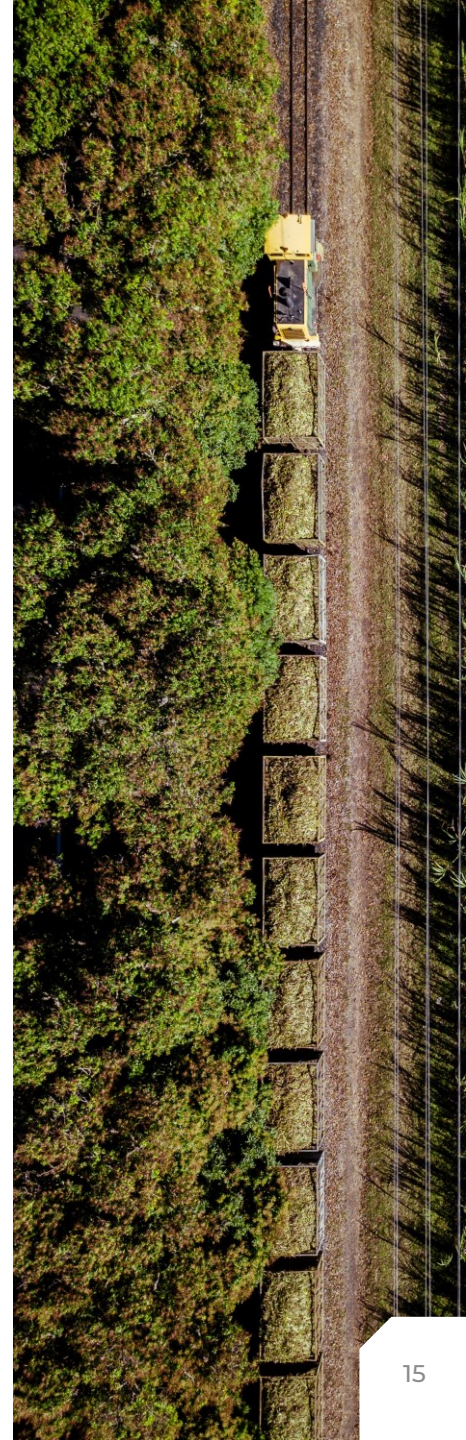
POLIETILENO VERDE

Classificação: bioplástico de origem renovável, não biodegradável.

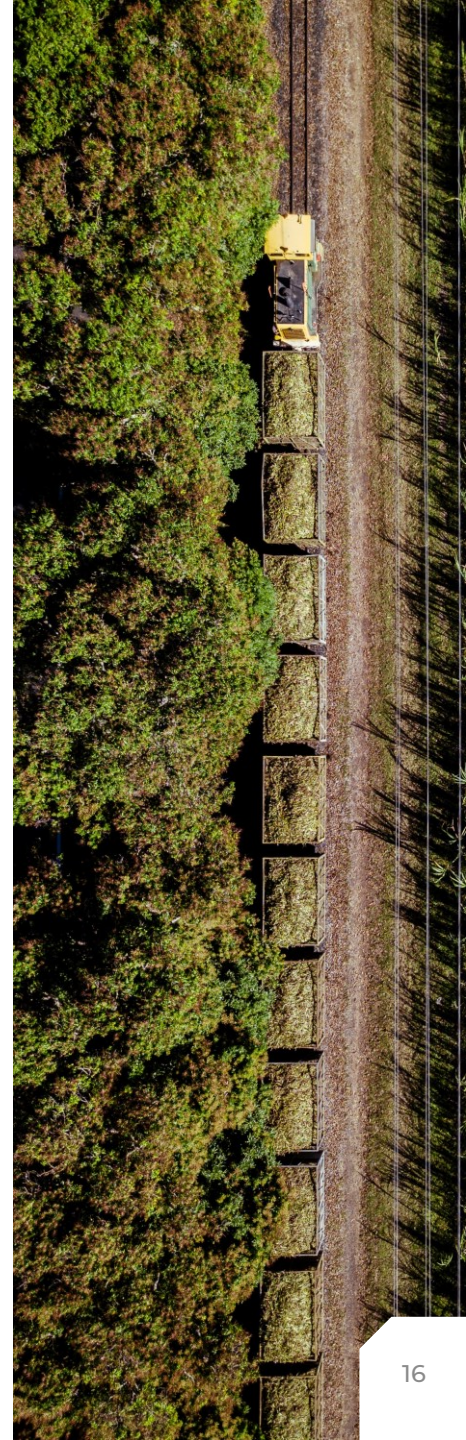
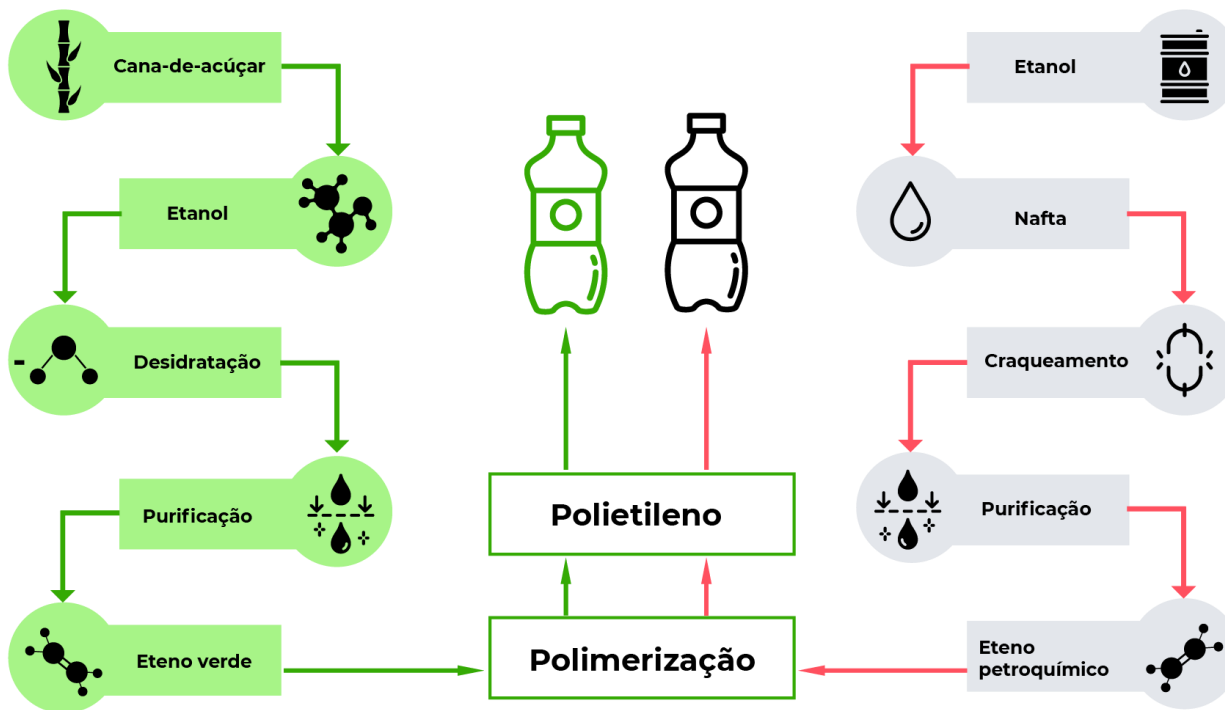
Produção: gerado a partir do etanol da cana-de-açúcar, que é desidratado e purificado formando o eteno verde, que é polimerizado para a obtenção do polietileno (PE) verde.

Propriedades: mesmas propriedades e desempenho do polietileno de origem fóssil.

Aplicações: inúmeras, bem como o PE fóssil, como sacolas de mercado, embalagens de bebidas, alimentos e cosméticos, brinquedos, etc.



POLIETILENO VERDE X POLIETILENO FÓSSIL



PET VERDE

Classificação: bioplástico parcialmente de origem renovável, não biodegradável.

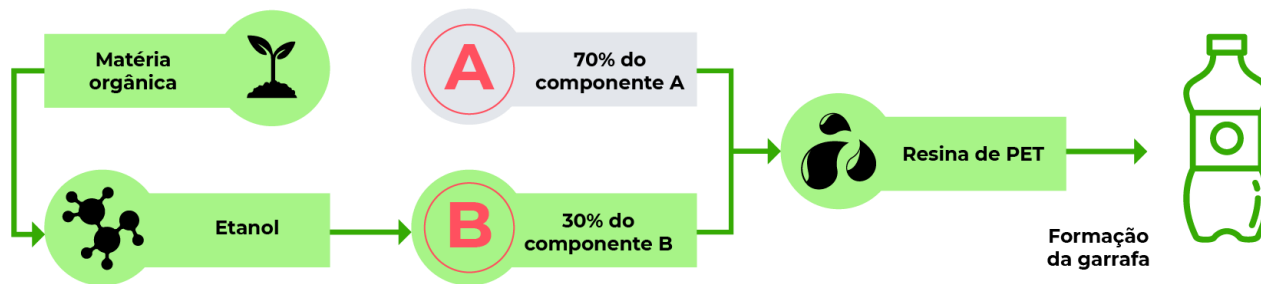
Produção: utiliza a cana-de-açúcar e seus resíduos para a produção de monoetileno glicol (MEG). Combinado com o ácido politereftálico (PTA, de origem fóssil, sintetiza-se o PET verde. A proporção mássica é de 30% MEG e 70% PTA, portando o PET verde utiliza apenas 30% de recursos de origem renovável.

Propriedades: mesmas propriedades e desempenho do PET de origem fóssil.

Aplicações: produção de garrafas de bebidas. Foi comercializado pela Coca-Cola e Ambev.



PET VERDE X PET FÓSSIL





Seleção Inteligente de Materiais

SELEÇÃO INTELIGENTE DE MATERIAIS

Os plásticos de origem renovável e biodegradáveis são uma boa solução, mas não é a única forma de tornar seu produto sustentável.

O método SIM, Seleção Inteligente de Materiais, é fundamental para garantir que a matéria-prima selecionada seja a melhor, em termos de durabilidade, rentabilidade e impacto ambiental.



Essas são as 4 etapas básicas que eu recomendo para realizar essa seleção:

1. Conhecer as solicitações existentes no componente;
2. Listar os possíveis candidatos;
3. Pensar no processo completo: transporte, consumo de energia no processo, eficiência do produto final;
4. Selecionar os melhores.



MÉTODO SIM – CASO 1

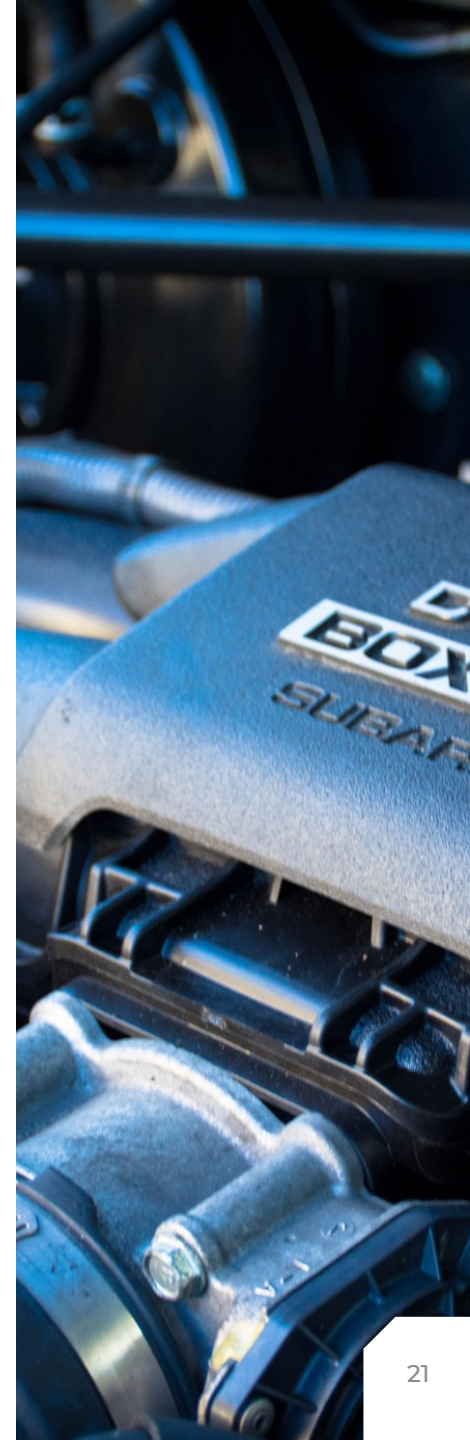
Substituição de componentes metálicos por peças plásticas.

Normalmente quando buscamos a substituição de um metal por polímero ou compósito de matriz polimérica, buscamos um substituto que apresente uma resistência mecânica, térmica e química compatível com a aplicação.

Por isso os primeiros candidatos normalmente são os polímeros de engenharia, normalmente reforçados com fibras de vidro. Dessa forma ganhamos em redução de massa, resistência à corrosão, praticidade de processamento e menor necessidade de acabamento.



Na indústria automotiva, por exemplo, os plásticos podem pesar 50% menos do que outros substitutos, o que resulta em um aumento de aproximadamente 30% na autonomia de um veículo. E ainda, para cada 1 kg mais leve, são emitidos 20 kg a menos de CO₂ na atmosfera durante a vida útil do veículo.

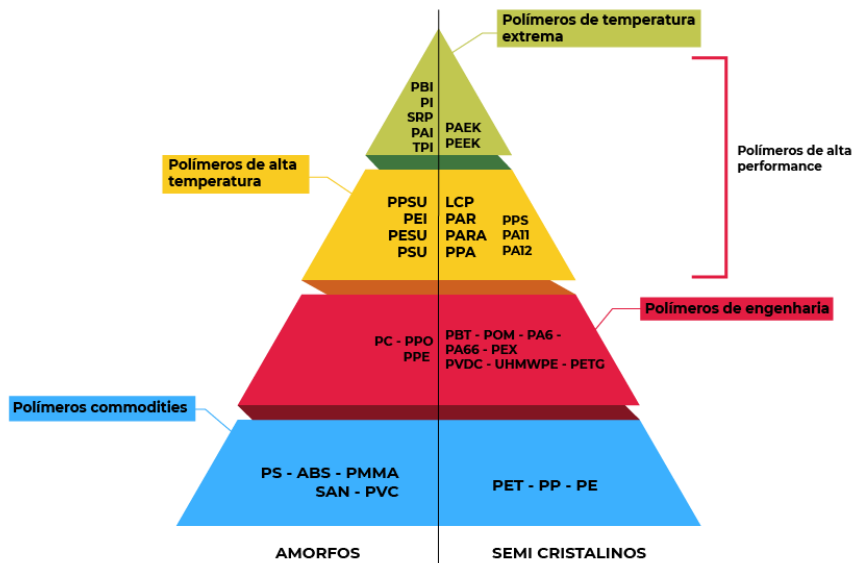


MÉTODO SIM – CASO 2

Substituição de polímeros especiais e de engenharia por *commodities* (comuns).

Não é raro os casos em que o profissional não conheça detalhadamente as solicitações envolvidas na utilização do componente projetado, por isso utilizam materiais especiais para evitar falhas prematuras.

Quando estudamos a fundo a forma que o produto é utilizado e conseguimos determinar o tempo de vida útil ideal é possível substituir materiais caros por outros mais baratos e comuns no mercado.



MÉTODO SIM – CASO 2

Por exemplo: em uma peça transparente, que deve resistir à pequenos impactos, podemos substituir o policarbonato (PC) por poliestireno (PS), estireno acrilonitrila (SAN) ou acrílico (PMMA).

Dessa forma, além de ganhar em custo da matéria-prima pela disponibilidade de mercado, é possível atingir uma redução de massa de até 20% e menores emissões de CO₂ e custos com o transporte.

Ainda trabalhando com polímeros commodities normalmente temos um consumo de energia reduzido durante o processamento, porque ele pode ser realizado à menores temperaturas e não há a necessidade de secagem ou estufagem prévia da matéria-prima.

Material	Tempo	Temperatura
PC	1 a 8 h	100 a 120 °C
PMMA	1 a 8 h	70 a 100 °C
SAN	1 a 3 h	70 a 85 °C
PS*	1 a 3 h	60 a 80 °C
PE*/PP*	1 a 2 h	60 a 80 °C

*secagem não obrigatória

⊖ Condições comumente utilizadas para a pré-secagem de algumas matérias-primas citadas nesse exemplo.



MÉTODO SIM – CASO 3

Uso de compósitos com matriz reciclada e fibras naturais

Utilizar matéria-prima reciclada para fins alimentícios não é possível por questões sanitárias.

Mas quando pensamos em peças técnicas ou decorativas elas podem ser uma boa opção.

Devemos tomar cuidado com a redução das propriedades a cada ciclo de reciclagem, principalmente mecânica e térmica, já que as cadeias poliméricas vão quebrando e começam a aparecer ligações cruzadas, que dificultam o processamento do termoplástico.

Para suprir essa perda de propriedades mecânicas do plástico a adição de fibras naturais é uma solução excelente. Elas são de origem renovável e tornam o plástico reciclado até mais resistentes que o de primeiro uso.





Otimização de Geometria

OTIMIZAÇÃO DE GEOMETRIA

É importante termos a consciência de que o material selecionado não é a única forma de tornar um produto sustentável.

Uma outra alternativa é otimizar a geometria, a estrutura do componente, de forma que se tenha uma resistência compatível com as solicitações e a vida-útil planejada.

Quando iniciamos um processo de otimização de geometria de um produto levamos em conta 3 aspectos principais:



Redução de acúmulos de volume da peça e minimização de massa



Redução do número de componentes



Redução do tempo de ciclo e da energia gasta por unidade produzida.

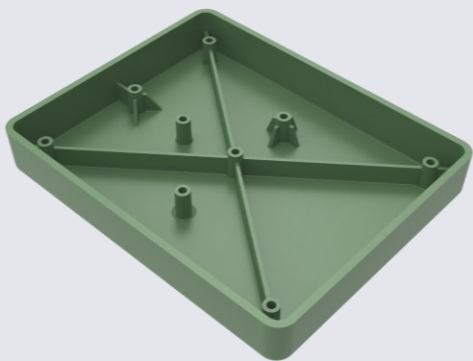


OTIMIZAÇÃO DE GEOMETRIA – CASO 1

Redução da espessura através do uso de nervuras e reforços

As nervuras e reforços são um recurso essencial para otimização da geometria em peças plásticas.

Utilizando-as da forma correta é possível manter a resistência mecânica reduzindo a espessura em 30%, massa de material em 15% e o tempo de ciclo (injeção + resfriamento) em até 70%.



⊖ Carcaças de eletrônicos são típicos exemplos em que as nervuras são utilizadas para elevar a resistência da peça e permitir que ela possa ser fabricada utilizando menos matéria-prima.



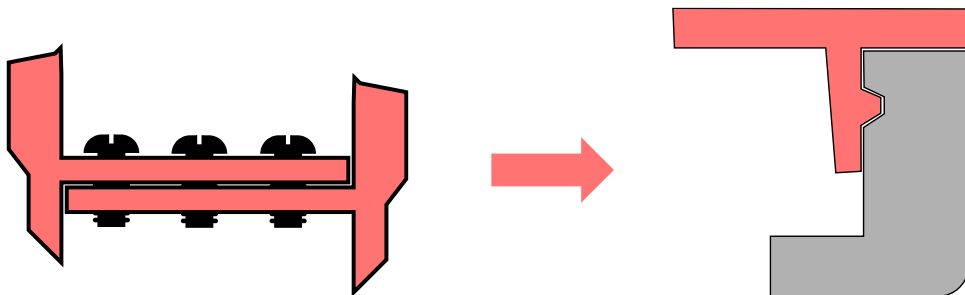
OTIMIZAÇÃO DE GEOMETRIA – CASO 2

Utilização de materiais similares, evitando o uso de metais.

Quando a redução do número de componentes é inviável, por questões de viabilidade técnica e até financeira, o uso de métodos de montagem é uma excelente opção.

Primeiro devemos definir se a montagem é conectável ou permanente, ou seja, se há ou não a necessidade de desmontar o conjunto. A seguir definimos o tipo de junta, o mais importante é que ela seja bem dimensionada e que os materiais das peças montadas sejam similares ou iguais, principalmente no caso de montagem permanente, para facilitar a separação e reciclagem.

Por isso, pensando em sustentabilidade, quando necessitarmos de fixadores, devemos dar prioridade aos rebites plásticos e evitar o uso de adesivos, parafusos e rebites metálicos, já que dificultam o processo de separação.



PROJETO DE PEÇAS PLÁSTICAS

Você já pensou em liderar a inovação sustentável na sua empresa? Ou ainda chegar com esse diferencial em uma oportunidade de emprego?

No Curso Projeto de Peças Plásticas, eu te ensino de uma forma direta e didática como criar e gerenciar projetos inovadores, rentáveis e sustentáveis de componentes plásticos.

Um treinamento com conteúdo técnico e prático que nenhuma faculdade te ensina.

Recomendado para profissionais que precisam se destacar no mercado, como:

- Estudantes de engenharia e design;
- Engenheiros;
- Projetistas e Inventores;
- Designers do Produto.

Acesse o link a seguir para saber mais:

<https://projetosdemestre.com.br/projeto-de-pecas-plasticas/>



NOTAS FINAIS

Gostaria de te parabenizar por ter concluído essa leitura. Com certeza você sempre levará os conceitos de sustentabilidade, aprendidos aqui, consigo.

Espero que esse conteúdo, que busquei trazer da forma mais didática, prática e sucinta possível, tenha expandido seus horizontes e te ajude a colher muitos frutos.

Caso tenha qualquer dúvida ou precise de um esclarecimento, não hesite em entrar em contato.

Formas de contato (clique no ícone para redirecionar):



Eng. Allan Rodrigues

Engenheiro Mecânico

Mestre em Engenharia Mecânica na área de Materiais

