

ESTRATÉGIAS E REQUISITOS

1 MINIMIZAÇÃO DOS RECURSOS

1.1 NA PRODUÇÃO

1.1.1 No Consumo Durante o Desenvolvimento

1.1.1.1 Minimizar o consumo de materiais como papéis e embalagens

1.1.1.2 Usar instrumentos informáticos para o projeto, modelamento e prototipagem

1.1.1.3 Usar instrumentos informáticos para arquivamento, comunicação escrita e apresentações

1.1.1.4 Usar sistemas eficientes de aquecimento, ventilação e iluminação no local de trabalho

1.1.1.5 Usar instrumentos de telecomunicações para atividades à distância

1.1.2 No Conteúdo Material do Produto

1.1.2.1 Desmaterializar o produto ou algumas das suas partes

1.1.2.2 Digitalizar o produto ou algumas de suas partes

1.1.2.3 Miniaturizar

1.1.2.4 Evitar dimensionamentos excessivos

1.1.2.5 Minimizar os valores das espessuras dos componentes

1.1.2.6 Usar nervuras para enrijecer as estruturas

1.1.2.7 Evitar componentes ou partes que não sejam estritamente necessárias

1.1.3 Nas Perdas e Refugos da Produção

1.1.3.1 Escolher os processos produtivos que minimizem o consumo de materiais

1.1.3.2 Adotar sistemas de simulação para a otimização dos parâmetros dos processos de transformação

1.1.4 Na Energia Necessária para Produção

1.1.4.1 Escolher os processos produtivos com menor consumo energético

1.1.4.2 Utilizar instrumentos e aparelhagens produtivas eficientes

1.1.4.3 Utilizar o calor disperso por algum processo produtivo para o pré-aquecimento de alguns fluxos de determinados processos

1.1.4.4 Utilizar sistemas de regulação flexível da velocidade dos elementos de funcionamento de bombas e outros motores

1.1.4.5 Utilizar sistemas de interruptores inteligentes das aparelhagens

1.1.4.6 Dimensionar os motores de maneira otimizada

1.1.4.7 Facilitar a manutenção dos motores

1.1.4.8 Definir cuidadosamente os limites e tolerâncias

1.1.4.9 Otimizar os volumes de compra dos lotes (estoques)

1.1.4.10 Otimizar os sistemas de controle de estoque (inventário)

1.1.4.11 Otimizar os sistemas e minimizar os pesos em todas as formas de transferência dos materiais e componentes semielaborados

1.1.4.12 Utilizar sistemas eficientes de aquecimento, aeração e iluminação das edificações

1.2 NA DISTRIBUIÇÃO

1.2.1 Nas Embalagens

1.2.1.1 Evitar excesso de embalagens

1.2.1.2 Utilizar material somente onde for realmente útil

1.2.1.3 Projetar a embalagem como parte integrada do produto

1.2.2 No Transporte

1.2.2.1 Projetar produtos compactos com alta densidade de transporte e de armazenagem

1.2.2.2 Projetar produtos concentrados

1.2.2.3 Projetar produtos montáveis no local de uso

1.2.2.4 Tornar os produtos mais leves

1.2.2.5 Otimizar a logística

1.3 NO USO

1.3.1 Projetar produtos de uso coletivo

1.3.2 Projetar buscando a eficiência do consumo de recursos bastantes para o funcionamento do produto

1.3.3 Projetar para a eficiência do uso dos recursos e manutenção

1.3.4 Usar suportes digitais reconfiguráveis

- 1.3.5 Projetar sistemas com consumo variável de recursos para diferentes exigências de funcionamento
- 1.3.6 Usar sensores para o ajuste dos consumos às exigências de funcionamento
- 1.3.7 Incorporar nos produtos mecanismos programáveis para desligar automaticamente
- 1.3.8 Fazer com que o estado de default seja o de menor consumo possível
- 1.3.9 Projetar sistemas com consumo passivo de recursos
- 1.3.10 Adotar sistemas de transformação de energia de alto rendimento
- 1.3.11 Usar motores com maior eficiência
- 1.3.12 Projetar/adotar sistemas de transmissão de energia de alta eficiência
- 1.3.13 Utilizar materiais ou componentes técnicos altamente isolados
- 1.3.14 Projetar sistemas com isolamento ou distribuição de recursos precisos
- 1.3.15 Minimizar o peso dos produtos que devem ser movidos
- 1.3.16 Projetar sistemas de recuperação de energia e de materiais
- 1.3.17 Facilitar o uso da economia de energias e de materiais

2 ESCOLHA DE RECURSOS E PROCESSOS DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL

2.1 ESCOLHA DE MATERIAIS E PROCESSOS DE BAIXO IMPACTO

- 2.1.1 Evitar inserir materiais tóxicos e danosos no produto
- 2.1.2 Minimizar o risco dos materiais tóxicos e danosos
- 2.1.3 Evitar aditivos que causam emissões tóxicas e danosas
- 2.1.4 Evitar acabamentos tóxicos e danosos
- 2.1.5 Escolher os materiais com menor conteúdo tóxico de emissões na pré-produção
- 2.1.6 Projetar os produtos de maneira a evitar o uso de materiais de consumo tóxicos e danosos
- 2.1.7 Minimizar a dispersão de resíduos tóxicos e nocivos durante o uso
- 2.1.8 Usar materiais renováveis
- 2.1.9 Evitar usar materiais que estão para se exaurir

2.1.10 Usar materiais que provenham de refugos de processos produtivos

2.1.11 Usar componentes que provenham de produtos já eliminados

2.1.12 Usar materiais reciclados, em separado ou junto com outros materiais virgens

2.1.13 Escolher tecnologias de transformação dos materiais de baixo impacto

2.1.14 Usar materiais biodegradáveis

2.2 ESCOLHA DE RECURSOS ENERGÉTICOS DE BAIXO IMPACTO

2.2.1 Evitar inserir no produto materiais tóxicos e danosos

2.2.2 Escolher fontes energéticas renováveis

2.2.3 Escolher fontes energéticas que minimizem as emissões nocivas durante as fases de pré-produção e produção

2.2.4 Escolher fontes energéticas locais

2.2.5 Escolher fontes energéticas que minimizem as emissões nocivas durante a fase de distribuição

2.2.6 Escolher fontes energéticas que minimizem as emissões nocivas durante a fase de uso

2.2.7 Escolher fontes energéticas que minimizem os lixos e as escórias tóxicas nocivas

2.2.8 Adotar uma relação do tipo "efeito cascata"

2.2.9 Escolher fontes energéticas com alto rendimento de segunda ordem

3 OTIMIZAÇÃO DA VIDA DOS PRODUTOS

3.1 PROJETAR A DURABILIDADE ADEQUADA

3.1.1 Projetar vidas iguais para os vários componentes

3.1.2 Projetar uma vida útil dos componentes correspondente à duração prevista para substituí-los durante o seu uso

3.1.3 Escolher os materiais duráveis considerando as serventias e a vida útil do produto

3.1.4 Evitar materiais permanentes para funções temporárias

3.2 PROJETAR A CONFIABILIDADE

3.2.1 Minimizar o número de partes e componentes

3.2.2 Simplificar os produtos

3.2.3 Evitar as junções frágeis

3.3 FACILITAR A ATUALIZAÇÃO E A ADAPTABILIDADE

3.3.1 Predispor e facilitar a substituição, para a atualização das partes de software

3.3.2 Facilitar a substituição, para a atualização das partes de hardware

3.3.3 Projetar produtos modulares e reconfiguráveis para a adaptação em relação a diversos ambientes

3.3.4 Projetar produtos reconfiguráveis e/ou multifuncionais, para a adaptação em relação à evolução física e cultural dos indivíduos

3.3.5 Projetar buscando facilitar a atualização no próprio lugar de uso

3.3.6 Projetar buscando fornecer ao produto instrumentos e referências para a sua atualização e adaptabilidade

3.4 FACILITAR A MANUTENÇÃO

3.4.1 Facilitar a substituição das partes que necessitem de manutenção periódica, simplificando o acesso e remoção

3.4.2 Facilitar o acesso às partes que devem ser limpas, evitando espaços e orifícios estreitos

3.4.3 Prover e facilitar a substituição dos componentes de forma mais veloz

3.4.4 Prover para que fiquem à mão com maior facilidade os instrumentos a serem usados

3.4.5 Prover sistemas para a diagnose e/ou autodiagnose das partes a passar por manutenção

3.4.6 Projetar para a manutenção ser fácil no próprio local de uso

3.4.7 Projetar para fornecer, junto com o produto, instrumentos e instruções para a sua manutenção

3.4.8 Projetar procurando reduzir as operações de manutenção

3.5 FACILITAR O REPARO

3.5.1 Predispor e facilitar a remoção e retorno das partes do produto que estão sujeitas a danos

3.5.2 Projetar partes e componentes standardizados

3.5.3 Prover o produto de sistemas automáticos que identifiquem causas de avarias

3.5.4 Projetar buscando facilitar o reparo no local de uso

3.5.5 Projetar para fornecer junto com o produto, instrumentos, materiais e informações para seu reparo

3.6 FACILITAR A REUTILIZAÇÃO

3.6.1 Incrementar a resistência das partes mais sujeitas a avarias e rupturas

3.6.2 Predispor o acesso para facilitar a remoção das partes e componentes que podem ser reutilizados

3.6.3 Projetar partes e componentes intercambiáveis e modulares

3.6.4 Projetar partes e componentes estandardizados

3.6.5 Projetar a reutilização de partes auxiliares

3.6.6 Projetar a possibilidade de recarga e/ou reutilização das embalagens

3.6.7 Projetar prevendo um segundo uso

3.7 FACILITAR A REFABRICAÇÃO

3.7.1 Projetar procurando facilitar a remoção e a substituição das partes mais facilmente avariadas

3.7.2 Projetar as partes estruturais separáveis das de acabamento

3.7.3 Facilitar o acesso às partes que devem ser refeitas

3.7.4 Prever tolerâncias adequadas nos pontos mais sujeitos às avarias

3.7.5 Projetar partes e acabamentos reforçados para algumas superfícies que se deterioram

4 EXTENSÃO DA VIDA DOS MATERIAIS

4.1 ADOTAR A RECICLAGEM EFEITO CASCATA

4.1.1 Predispor e facilitar a reciclagem dos materiais com componentes de qualidades mecânicas inferiores

4.1.2 Predispor e facilitar a reciclagem dos materiais com componentes de qualidades estéticas inferiores

4.1.3 Predispor e facilitar a recuperação por combustão do conteúdo energético dos materiais

4.2 ESCOLHER MATERIAIS COM TECNOLOGIAS DE RECICLAGEM EFICIENTE

4.2.1 Escolher aqueles materiais que facilmente recuperam as características das suas serventias iniciais

4.2.2 Evitar os materiais compostos e, caso necessário, escolher aqueles compatíveis e com uma tecnologia de reciclagem mais eficiente

4.2.3 Adotar nervuras e outras soluções geométricas para aumentar a rigidez dos polímeros, em vez de usar fibras metálicas de reforço

4.2.4 Escolher de preferência os polímeros termoplásticos, em vez dos termo-rígidos

4.2.5 Evitar os aditivos enrijecedores, usando termoplásticos resistentes às suas temperaturas de uso

4.2.6 Projetar considerando a relação entre o produto e o material a ser utilizado

4.3 FACILITAR A RECOLHA E O TRANSPORTE APÓS O USO

4.3.1 Projetar em relação ao sistema de recuperação dos produtos eliminados (não mais usados)

4.3.2 Minimizar o peso do produto

4.3.3 Minimizar o volume e tornar facilmente empilháveis os produtos eliminados

4.3.4 Projetar considerando a facilidade de compactação dos produtos eliminados

4.3.5 Fornecer ao usuário informações sobre como descartar-se do produto

4.4 IDENTIFICAR OS MATERIAIS

4.4.1 Codificar os vários materiais para definir o seu tipo

4.4.2 Fornecer informações complementares sobre a idade do material, o número de reciclagens já efetuadas e os aditivos utilizados

4.4.3 Indicar a presença de componentes contaminantes ou materiais tóxicos e danosos

4.4.4 Usar sistemas standard de identificação

4.4.5 Posicionar os códigos em lugares bem visíveis

4.4.6 Evitar operações de codificação posteriores à produção dos componentes

4.5 MINIMIZAR O NÚMERO DE MATERIAIS INCOMPATÍVEIS ENTRE SI

4.5.1 Integrar as funções, minimizando o número de componentes e de materiais empregados

4.5.2 Quando possível, usar somente um tipo de material em um produto ou em um subconjunto do produto, isto é, aplicar a estratégia do monomaterial

4.5.3 Em estruturas modulares, usar materiais homogêneos, com diferentes processos de transformação

4.5.4 Em um mesmo produto ou subconjunto, usar materiais compatíveis entre si

4.5.5 Usar sistemas e elementos de união iguais aos materiais dos componentes que devam ser unidos, ou compatíveis com eles

4.6 FACILITAR A LIMPEZA

4.6.1 Evitar tratamentos desnecessários de superfícies

4.6.2 Evitar acabamentos de difícil remoção

4.6.3 Facilitar a remoção dos acabamentos de superfícies

4.6.4 Usar tratamento de superfície compatível com o material subordinado

4.6.5 Evitar os adesivos; caso eles sejam indispensáveis, escolher os que sejam compatíveis com o material que deve ser reciclado

4.6.6 Optar pela pigmentação dos polímeros e não pela sua pintura

4.6.7 Evitar processos de injeção contendo agentes contaminantes

4.6.8 Evitar o acréscimo de materiais para assinalar e codificar

4.6.9 Assinalar e codificar os componentes diretamente no molde de injeção do produto

4.6.10 Codificar os polímeros utilizando o sistema a laser

4.7 FACILITAR A COMPOSTAGEM

4.7.1 Usar materiais degradáveis em relação ao ambiente de despejo

4.7.2 Evitar a inserção de materiais não biodegradáveis nos produtos destinados à compostagem

4.7.3 Facilitar a separação dos materiais não biodegradáveis

4.8 FACILITAR A COMBUSTÃO

4.8.1 Usar materiais com alto poder de combustão nos produtos que devem ser incinerados

4.8.2 Evitar materiais que produzam substâncias nocivas durante a combustão

4.8.3 Evitar aditivos que produzam substâncias perigosas durante a combustão

4.8.4 Facilitar a separação dos materiais que tornam ineficiente ou dificultam o processo de combustão

5 FACILIDADE DE DESMONTAGEM

5.1 MINIMIZAR E FACILITAR AS OPERAÇÕES PARA A DESMONTAGEM E

SEPARAÇÃO

5.1.1 Arquitetura Geral

5.1.1.1 Tornar desmontáveis principalmente os componentes e materiais tóxicos e nocivos

5.1.1.2 Tornar desmontáveis principalmente as partes ou os materiais de maior valor econômico

5.1.1.3 Tornar desmontáveis principalmente as partes mais sujeitas a desgaste e/ou quebras

5.1.1.4 Adotar estruturas modulares

5.1.1.5 Subdividir o produto em subconjuntos que possam ser facilmente separados e manipulados como partes individuais

5.1.1.6 Minimizar as dimensões do produto e de seus componentes

5.1.1.7 Minimizar as conexões de dependência hierárquica entre os componentes

5.1.1.8 Facilitar a extração dos componentes e subconjuntos

5.1.1.9 Procurar a máxima linearidade no direcionamento de desmontagem

5.1.1.10 Adotar estruturas de desmontagem em forma de "sanduíche", posicionadas na direção vertical e que contenham elementos de fixação de fácil acesso

5.1.2 Forma dos Componentes e das Partes

5.1.2.1 Evitar partes e componentes difíceis de movimentar

5.1.2.2 Evitar partes assimétricas desnecessárias

5.1.2.3 Projetar superfícies de apoio e componentes de alcance fácil e padronizado

5.1.2.4 Dispor os componentes pesados na base e próximos ao centro de gravidade

5.1.2.5 Projetar considerando a fácil centralização dos componentes na base do produto

5.1.3 Forma e Acessibilidade das Junções

5.1.3.1 Evitar sistemas de fixação que, para a abertura do produto, exijam intervenções concomitantes em mais de um ponto

5.1.3.2 Minimizar o número de fixações

5.1.3.3 Minimizar os tipos de fixação que necessitam instrumentos diferenciados para remoção

5.1.3.4 Evitar fixações de difícil movimentação

5.1.3.5 Projetar vias acessíveis e identificáveis para as operações de desmontagem

5.1.3.6 Projetar buscando um fácil acesso e inspeção dos pontos de separação dos componentes

5.2 USAR SISTEMAS COM JUNÇÕES REVERSÍVEIS

5.2.1 Usar juntas de garras de duas vias

5.2.2 Usar juntas de garras que se abram com instrumentos que se encontrem facilmente

5.2.3 Quando existir o risco de abertura involuntária de uma das partes, usar juntas de garras que se abram somente com instrumentos especiais

5.2.4 Projetar junções com materiais que se tornem reversíveis apenas em condições especiais

5.2.5 Usar parafusos de cabeças hexagonais

5.2.6 Atravessar o parafuso e travá-lo com um pino ou clipe, para que se possa removê-lo novamente

5.2.7 Usar parafusos compatíveis com os materiais afixados, para não ser necessária a sua extração, quando em caso de reciclagem do material

5.2.8 Em componentes poliméricos, quando possível, usar parafusos auto-atarraxantes, evitando assim o uso de insertos metálicos

5.3 USAR SISTEMAS DE UNIÃO PERMANENTE QUE POSSAM SER FACILMENTE

ABERTOS

5.3.1 Evitar rebites em materiais incompatíveis entre si

5.3.2 Evitar sistemas de pressão em materiais incompatíveis entre si

5.3.3 Evitar material adicional para soldadura

5.3.4 Solda usando material compatível com as partes que devem ser unidas

5.3.5 Preferir, em componentes termoplásticos, soldadura a ultras-som e vibrações

5.3.6 Evitar a colagem com adesivos

5.3.7 Usar adesivos (se necessário) de fácil remoção

5.4 PREVER TECNOLOGIAS E FORMAS ESPECÍFICAS PARA A DESMONTAGEM DESTRUTIVA

5.4.1 Predispor áreas de quebra em locais pré-determinados para a eliminação dos insertos incompatíveis com os materiais utilizados

5.4.2 Predeterminar áreas de corte ou fratura para a separação de materiais incompatíveis, por meio de tecnologias apropriadas de separação

5.4.3 No produto, incluir elementos ou dispositivos de separação dos materiais incompatíveis entre si

5.4.4 Usar elementos de junção que possam ser destruídos física ou quimicamente

5.4.5 Tornar as áreas de ruptura facilmente acessíveis e identificáveis

5.4.6 Descrever as possíveis modalidades de quebra, indicando-as no próprio produto