

Kléber da Silva Barros (org.)

A *verdadeira*
**VIDA
DOS
PRODUTOS**

12 ciclos de vida de produtos-referência
ilustrados para orientar projetos de
produtos sustentáveis

EU Editora
UFPB

Kléber da Silva Barros (org.)

A *verdadeira*
VIDA
DOS
PRODUTOS

12 ciclos de vida de produtos-referência
ilustrados para orientar projetos de
produtos sustentáveis



Reitor
Vice-Reitora

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Valdiney Veloso Gouveia
Liana Filgueira Albuquerque



Direção
Gestão de Editoração
Gestão de Sistemas

EDITORA UFPB

Natanael Antonio dos Santos
Sâmella Arruda Araújo
Ana Gabriella Carvalho

Conselho Editorial

Adailson Pereira de Souza (Ciências Agrárias)
Eliana Vasconcelos da Silva Esrael (Linguística, Letras e Artes)
Fabiana Sena da Silva (Interdisciplinar)
Gisele Rocha Côrtes (Ciências Sociais Aplicadas)
Ilda Antonieta Salata Toscano (Ciências Exatas e da Terra)
Luana Rodrigues de Almeida (Ciências da Saúde)
Maria de Lourdes Barreto Gomes (Engenharias)
Maria Patrícia Lopes Goldfarb (Ciências Humanas)
Maria Regina Vasconcelos Barbosa (Ciências Biológicas)

Editora filiada à:



Kléber da Silva Barros (org.)

A VERDADEIRA VIDA DOS PRODUTOS

12 ciclos de vida de produtos referência ilustrados
para orientar projetos de produtos sustentáveis

Editora UFPB

João Pessoa

2020

Direitos autorais 2020 – Editora UFPB

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS À EDITORA UFPB.

É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio.

A violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610/1998) é crime estabelecido no artigo 184 do Código Penal.

O conteúdo e a revisão de texto/normalização desta publicação é de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

**Projeto Gráfico
e Editoração Eletrônica**

Editora UFPB

Redlhey Michael Andrade Maciel

Marcillyo Carneiro de Lima

Kléber da Silva Barros

**Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação**

V483 A verdadeira vida dos produtos: 12 ciclos de vida de produtos referência ilustrados para orientar projetos de produtos sustentáveis / Kléber da Silva Barros (organizador). - João Pessoa: Editora UFPB, 2020.

156 p. : il.

Recurso digital (8,1MB)

Formato: PDF

Requisito do Sistema: Adobe Acrobat Reader

ISBN 978-65-5942-085-8

1. Produto – Ciclo de vida. 2. Produtos sustentáveis. 3. Análise de produtos. 4. Economia circular 5. Sustentabilidade. I. Barros, Kléber da Silva. II. Título.

UFPB/BC

CDU 658.5

Livro aprovado para publicação através do Edital N° 01/2020/Editora Universitária/UFPB - Programa de Publicação de E-books.

EDITORA UFPB

Cidade Universitária, Campus I
Prédio da editora Universitária, s/n
João Pessoa – PB
CEP 58.051-970

<http://www.editora.ufpb.br>

E-mail: editora@ufpb.br

Fone: (83) 3216.7147



Prefácio

A presente obra reúne dados de três anos de pesquisa de doutorado na *Université Grenoble Alpes* (França) – 2014 a 2017, somados aos resultados de dois anos de Pesquisa de Iniciação Científica (Programas PIBIC e PIVIC - CNPq), com o apoio de quatro alunos da graduação do Curso de Design da Universidade Federal da Paraíba-UEPB nos anos de 2018 a 2020.

Neste livro, pesquisas sobre Análise de Ciclo de Vida (ACV) do produto, complexas por natureza, foram transformadas em um conteúdo de leitura e entendimento simples, ilustrado e direcionado para estudantes e profissionais de Design e Engenharias que,

em não sendo pesquisadores de ACV, necessitam de conhecimentos basilares sobre os impactos que um produto causa durante seu ciclo de vida.

Aqui reunimos informações de diferentes pesquisas e diferentes fontes de bases nacionais e internacionais. O livro apresenta, portanto, dados de outros pesquisadores e nenhuma ACV foi desenvolvida especialmente para sua composição, até por não ser este o propósito da obra.

O propósito desta obra é, finalmente, fornecer informações primárias para estudantes e profissionais de Design e Engenharia sobre o Ciclo de Vida de produtos-referências para orientar novos projetos de produtos sustentáveis, similares ou com ciclos de vida análogos aos apresentados, bem como embasar decisões e escolhas durante a fase projetual.

Aos estudantes e profissionais, esperamos lhes ajudar nos processos projetuais e fazer-lhes compreender sua responsabilidade sobre o novo produto que você coloca no mundo.

Aos colegas professores de Design e Engenharia, acreditamos que esta publicação lhes auxiliará a construir uma formação mais ética e respeitosa do meio ambiente.

Kléber da Silva Barros
organizador



Sumário

Prefácio	06
O que é Ciclo de Vida do Produto	10
Economia circular	18
Ciclos de Vida	21
Legenda gráfica	23
1. Ciclo de vida da camiseta básica	24
2. Ciclo de vida da calça jeans	34
3. Ciclo de vida do calçado de couro	46
4. Ciclo de vida da cadeira de plástico	56
5. Ciclo de vida do óculo de sol	66
6. Ciclo de vida do smartphone	77
7. Ciclo de vida do móvel de MDF	87
8. Ciclo de vida da sacola plástica	98
9. Ciclo de vida da embalagem cartonada	108
10. Ciclo de vida da garrafa de vidro	120
11. Ciclo de vida da torneira de latão	131
12. Ciclo de vida do livro impresso	142
Agradecimentos	154
Nota sobre os autores	155
Referências	157



O que é Ciclo de Vida do Produto?

Vamos começar por um exercício: olhe em sua volta, observe os produtos em seu entorno. Talvez você veja um celular, um computador, canetas, um sofá quem sabe, ou um travesseiro. Todos estes produtos, projetados para desempenharem uma função específica (função prática, estética ou simbólica) possuem um ciclo de vida que começa lá na extração das matérias-primas e vai terminar no fim da vida, quando o produto não mais servir para seu uso.

Vamos continuar nosso exercício: tome como exemplo um destes produtos em sua volta e comece a imaginar o seu ciclo de vida. Qual material ele foi feito? Como esse

material foi extraído da natureza? Como foi transformado para se tornar o produto que agora está na minha casa. Como esse produto chegou até mim? De caminhão, de carro? O que eu farei quando ele não mais me servir? Descarto no lixo? Envio para reciclagem?

São estas e muitas outras perguntas que todos nós projetistas devemos responder em todos os projetos e nas nossas escolhas. Para designers e engenheiros, conhecer as fases do ciclo de vida de um produto para poder repensar seus impactos não é opção, é obrigação. Somos responsáveis pelo que projetamos e pelo que colocamos no mundo.

O filósofo, escritor e professor inglês Tony Fry, em muitas das suas reflexões sobre design, insustentabilidade e política alerta: *“Toda vez que você cria algo, você destrói algo”*. Ao menos que saibamos o que estamos destruindo, não conseguiremos ser éticos nas nossas ações”. Ter consciência que a existência de um produto está diretamente relacionada ao uso, extração e muitas vezes destruição de recursos é o primeiro desafio do designer consciente, responsável e ético.

É nessa perspectiva que surge os estudos sobre o Ciclo de Vida dos produtos numa ótica ambiental. Trata-se de compreender as fases que compõem a vida do produto, bem como identificar os tipos de impactos ambientais gerados em cada fase. Se faz necessário quantificar os recursos extraídos e utilizados, os rejeitos devolvidos ao planeta e os impactos gerados para poder traçar estratégias de redução de impactos por fase. De maneira macro, o ciclo de vida de um produto está desenhado em 5 fases: 1) Extração de matéria-prima, 2) Produção, 3) Distribuição, 4) Uso e 5) Fim de vida (figura 1).

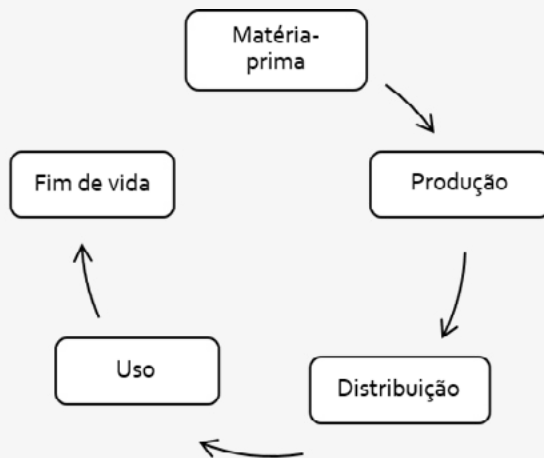


Figura 1 – Fases macro do ciclo de vida de um produto

Na fase de *Extração de matéria-prima* devemos identificar o tipo de material usado no produto, conhecer os processos de extração do material e seus impactos na natureza. Muito comumente nesta fase identifica-se impactos relacionados ao uso demasiado de água, energia, bem como degradação e contaminação do solo.

Na fase de *Produção* deve-se ficar atento aos recursos necessários para transformar a matéria-prima no produto. Mais uma vez, o consumo de água e energia na indústria são os maiores vilões, sem esquecer os rejeitos e sobras de produção que geram não apenas perdas ambientais, mas também econômicas.

Na terceira fase – *Distribuição* -, iremos considerar o impacto do transporte necessário para distribuir o produto da fábrica ao consumidor. Nesta fase, costuma-se calcular o impacto das emissões de CO² em função das distâncias percorridas e do tipo de transporte utilizado.

A fase de *Uso* do produto representa todo o impacto que o produto gera durante seu uso na casa do consumidor.

Alguns produtos não geram impacto nessa fase, outros, consomem energia e água como equipamentos eletrônicos e vestuário, por exemplo.

A última fase – *Fim de Vida* - é também uma das mais problemáticas para o planeta e conseqüentemente para os designers. Trata-se do descarte do produto quando este já não serve mais ao seu uso primário. Dependendo da matéria-prima e da forma como foi projetado e produzido, o produto pode seguir diferente destinos: aterro sanitário, reuso, reciclagem ou se tornar matéria-prima para um novo produto.

A metodologia que propõe o estudo detalhado de cada fase e a conseqüente quantificação dos potenciais impactos por fase, chama-se Análise de Ciclo de vida (ACV), em inglês *Life Cycle Assessment* (LCA). Uma abordagem científica desenvolvida para dar suporte à um crescente número de decisões políticas e de negócios no contexto do consumo e produção sustentáveis. Tal metodologia toma forma documental e torna-se ferramenta mundial para estabelecer padrões de procedimentos ambientais para empresas e

instituições a partir da criação da série ISO 14000, em 1993. Ao longo dos anos, esta série vem aumentando e ganhando atualizações e ampliações para tornar a ACV mais acessível e compreensível.

A ACV está dividida em 4 etapas: 1) *Definição do Objetivo do estudo*, etapa crucial e determinante para o sucesso da análise, sobretudo pela necessidade de identificação clara das fronteiras do estudo; 2) *Inventário do Ciclo de Vida*, momento em que coleta-se os dados para estabelecimentos dos cálculos e quantificações dos impactos potenciais; 3) *Avaliação dos Impactos*, etapa em que se observa quais impactos foram identificados, em que nível e proporção por fase, e 4) *Interpretação dos Resultados*, fase que exige certo conhecimento para se estabelecer as consequências dos impactos e como estes podem ser reduzidos.

Trata-se de um método estruturado e amplamente aplicado por especialistas em todo mundo, com uso de avançados *softwares* e robustas bases de dados que auxiliam na identificação de impactos e comparação entre produtos. Contudo, mesmo apresentando

importantes benefícios, a Análise de Ciclo de Vida não é solução para todos os problemas de avaliação ambiental. Ela é particularmente adaptada as avaliações globais como a do Efeito Estufa, por exemplo, e dificilmente quantificará impactos locais, como pondera a pesquisadora francesa Helène Teulon, no seu livro *Le Guide de l'Éco-Innovation*.

Para além das suas limitações, a ACV nos fornece um campo fértil para novas reflexões acerca do nosso papel no mundo, da nossa missão e capacidade de transformação enquanto designers/engenheiros. Conhecer os impactos que meu produto gera – da seleção do material ao descarte final do produto – é antes de tudo escolher ser ético e responsável. Colocar o ‘pensamento ciclo de vida’ como regra e não como opção no processo de desenvolvimento de novos produtos é a única forma de continuarmos produzindo, gerando riquezas e inovações. Afinal, *não existirá negócios a serem feitos em um planeta morto*, como afirmou o respeitado ambientalista americano David Brower nos seus discursos premonitórios ainda no

século passado. Resta-nos, portanto, respeitar os limites da natureza e projetar futuros melhores para nós e para o planeta.



Economia Circular

O filósofo, escritor e ambientalista Pierre Rabi, pioneiro da agroecologia francesa, defende em seus vários livros uma vida frugal, aquela em que o homem passa de predador a regenerador, adquire um modo de vida simples, modesto, prudente e econômico no uso dos recursos. Pierre Rabi nos lembra que *‘nós precisamos da natureza, mas ela não precisa de nós. Uma vez que compreendamos isso, poderemos sair da nossa inconsciência’*.

A Economia Circular se inspira na natureza e nos convida a aprender com ela. Trata-se de um modelo que preconiza que todo ciclo de vida deva ser fechado, ou seja, após seu fim de vida, o produto deve se tornar

matéria-prima para outro produto ou serviço, assim como uma fruta estragada caída ao chão que se torna adubo para a outras plantas.

Michael Braungart e William McDonough autores do livro ‘Cradle to Cradle - Criar e reciclar ilimitadamente’, defendem a necessidade de um sistema de produção cíclico intitulado ‘do berço ao berço’ em contraponto ao sistema de produção linear vigente, chamado ‘do berço ao túmulo’.

No modelo ‘do berço ao berço’ um produto nunca morre, no seu fim de vida ele se torna recurso para outro produto. No nosso atual, porém ultrapassado, modelo de economia linear ‘do berço ao túmulo’, o produto é projetado para morrer e virar lixo, ou ‘matéria desprovida de sentido e propósito’ como descreve o escritor e historiador de arte Rafael Cardoso no seu livro ‘Design para um mundo complexo’. Essa é uma dinâmica insustentável para nosso planeta e nosso futuro.

Fazer a passagem da Economia Linear para a Economia Circular não é tarefa fácil nem rápida, mas

necessária e possível. No Brasil e no mundo diversos são os exemplos de empresas que praticam a economia circular, e muitas já nasceram com esse propósito. Trata-se de uma transição que exige esforços de pesquisadores, projetistas e empresas, estudos e pesquisas científicas avançadas, experimentações e testes em campo, divulgações e replicações de modelos acertados e, sobretudo, mudança de consciência.



Ciclos de Vida

Os 12 Ciclos de Vida ilustrados a seguir demonstram as fases macro da vida do produto, evidenciando as características e os principais impactos de cada fase. Cada produto foi especialmente escolhido para representar uma gama de outros produtos que utilizam os mesmos materiais e/ou possuem ciclos de vida análogos aos aqui apresentados.

O ciclo de vida da camiseta básica, da calça jeans e do calçado em couro representam o ciclo dos produtos da indústria da moda. A cadeira de plástico e os óculos de sol demonstram os impactos dos produtos feitos com plásticos derivados do petróleo. O smartphone representa o ciclo de vida dos produtos eletrônicos. O móvel em MDF ilustra o ciclo de vida dos mobiliários em geral. A sacola plástica, a embalagem cartonada e a

garrafa de vidro respondem pelo universo das embalagens. A torneira em metal destaca os impactos dos produtos cuja matéria-prima origina-se da mineração, e por fim, o livro impresso demonstra o impacto da indústria do papel.

No final de cada Ciclo apresentamos uma boa ideia para inspirar nossos leitores e mostrar que soluções mais responsáveis do ponto de vista ambiental são possíveis.

Legenda gráfica

No decorrer da leitura você encontrará estas cinco imagens representando os impactos ambientais mais recorrentes em cada fase.



Alto consumo de água



Liberação de gases na atmosfera



Consumo elevado de energia elétrica



Utilização de produtos tóxicos



Poluição do solo.



1

ciclo de vida da
camiseta

A camiseta básica está no guarda-roupa de todos. É uma peça coringa, de fácil combinação, preço acessível e em geral, vida curta. Devido ao seu volume de produção e alta atratividade de consumo, sua produção pode ser bastante custosa para o meio ambiente e para sociedade, sobretudo se forem produzidas em fábricas que não respeitam leis ambientais e trabalhistas.

Devido aos grandes impactos ambientais causados pela indústria da moda, o setor têxtil vem sofrendo transformações. A tendência é a aquisição de roupas que durem mais tempo, possam ser recicladas, alugadas ou revendidas, eliminar o uso de substâncias tóxicas e fibras plásticas nos tecidos, e fazer da durabilidade um conceito mais atraente.

1 ciclo de vida da camiseta



1 Extração

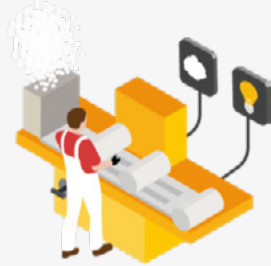


MAIS DE 1300 ESPÉCIES DE FUNGOS E INSETOS E VÍRUS PODEM ATACAR O ALGODÃO.

O algodão convencional usa cerca de 5% de todos os herbicidas e 16% de todos os inseticidas utilizados globalmente na agricultura. Esse tipo de algodão produz emissões de carbono 46% superiores ao orgânico, e representa 3% de toda água utilizada na agricultura. No Brasil, o estado do Mato Grosso é o maior produtor.

O algodão orgânico elimina a necessidade de pesticidas e fertilizantes sintéticos, e requer 62% menos energia primária do que algodão convencional.

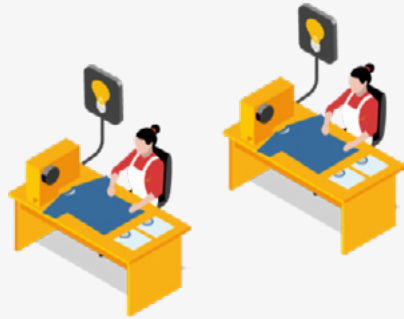
2 Transformação



Após deixar a fazenda, o algodão é encaminhado para unidade de fiação. As máquinas fazem todo o processo até transformá-lo em fios. Os teares circulares os tecem em malhas acinzentadas tratadas com calor e substâncias químicas até se tornarem macias e brancas. As etapas de fiação e tecelagem utilizam basicamente equipamentos elétricos.

Repensar as fontes de energia utilizada e também reduzir a quantidade de processos envolvidos na produção têxtil é uma alternativa para poupar o meio ambiente.

3 Fabri cação



A etapa de fabricação da camiseta consiste basicamente nas fases de corte e costura. No corte é perdido uma quantidade considerável de tecido. Deve-se priorizar técnicas de modelagem que reduzam a quantidade de tecido evitando o seu desperdício.

Em determinadas fábricas têxteis localizadas em áreas onde a aplicação das leis é menos rígida, é possível encontrar funcionários trabalhando em condições precárias, com jornadas exaustivas e salários irrisórios. Para melhorias nesse setor de produção, é necessária uma maior transparência entre a indústria e os empregados, garantindo que sejam ouvidos e participem da melhoria de condições de trabalho.

4

Distri buição



Na etapa de distribuição de uma camiseta, considera-se o transporte da fábrica para a loja e da loja para as residências. O combustível usado nos transportes desencadeia vários problemas ambientais. Sua queima libera gases poluentes na atmosfera contribuindo para o processo de Aquecimento Global. Caminhões com motores menos poluentes e centros de distribuição dentro de padrões ambientalmente corretos são alternativas para reduzir o impacto ambiental nesta fase.

5 Uso

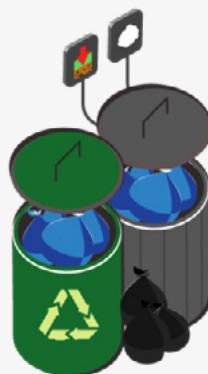


Durante a fase de uso de uma camiseta, o consumo de água, energia e sabão são os maiores causadores de impactos ambientais. Os sabões são constituídos de tensoativos, agentes sequestrantes, agentes antiredepositantes e fragrâncias. Estes produtos causam impactos variados sobre a pele, mas sobretudo são potencialmente tóxicos para o meio aquático.

Deixar a camiseta secar ao sol e não passá-la reduz consideravelmente o consumo de energia.

6

Fim de vida



92 milhões de toneladas de descarte têxtil foram produzidas em 2015 no mundo. Estima-se que no Brasil são 170 mil toneladas por ano. O descarte é o destino final de muitas roupas. Em muitos países ocidentais, quase 3/4 dos produtos têxteis acabam num aterro sanitário depois de usados. Questões sobre a durabilidade das roupas e consumo consciente são importantes na análise da sustentabilidade ambiental. As roupas podem ter seu ciclo de vida estendido por meio de iniciativas de reuso e customização, por exemplo. Além disso, tecidos 100% algodão, sem misturas com fibras sintéticas são uma melhor opção pois se degradam mais facilmente quando descartadas.



Para se inspirar...

A **Roupateca** é um guarda-roupa compartilhado, construído por pessoas e marcas diversas e que funciona por assinatura mensal. Você escolhe um dos planos e começa a ter acesso ao guarda-roupa da loja. O acervo é construído de forma colaborativa e você pode ficar até 15 dias com a mesma roupa, devendo devolver em bom estado, lavada e passada. Se quiser trocar as peças todos os dias, você também pode.

| www.roupateca.com |



2

ciclo de vida da
calça jeans

Versátil e revolucionário, o jeans é considerado o artigo têxtil mais usado mundialmente. Ele faz parte do dia a dia das pessoas há séculos, tendo sido criado inicialmente nos Estados Unidos para uso dos trabalhadores da mineração.

Do campo de algodão às lojas, o jeans pode percorrer até 65.000 km, ou seja, uma vez e meia uma volta ao mundo. Hoje, é praticamente impossível conhecer a proveniência exata de todos os elementos do jeans - da produção do tecido aos acessórios metálicos. Todos esses transportes implicam em emissões que contribuem com as mudanças climáticas.

Em contraponto a esse sistema, o aumento das exigências dos consumidores tem feito do jeans um alvo de muitas inovações no seu sistema produtivo, visando a redução dos impactos ambientais e sociais.

2 ciclo de vida da calça jeans



1

Extração



Mais de 1300 espécies de insetos, fungos e vírus podem atacar o algodão. Para assegurar a produção, mais de 20 tipos de tratamentos químicos são aplicados. O uso excessivo desses produtos produz um impacto negativo para o meio ambiente e para quem trabalha nele, assim como aumenta e muito o consumo de água.

O algodão é o 3º maior consumidor de água de irrigação do mundo, atrás apenas do arroz e do trigo. A cultura de algodão orgânico é uma alternativa que limita o uso de pesticidas, diminui a poluição e evita contaminações aos produtores. A Paraíba é o maior produtor de algodão orgânico do Brasil, exportando para Japão, Europa e Ásia.

2 Transformação



Após a colheita, a fibra do algodão segue para fiação e tecelagem antes de virar tecido jeans. Esse processo exige grande consumo de energia e água. Muitos dos rejeitos têxteis desse processo são reutilizados como isolantes térmicos e acústicos para casas e automóveis.

3 Produção



Para transformação do tecido de algodão cru em jeans, diversos processos são necessários: lavagem, tintura, impermeabilização, anti-encolhimento, revestimentos, etc.

Inúmeros produtos químicos e quantidades enormes de água e energia são necessários. Em alguns países (incluindo o Brasil) os rejeitos de águas contaminadas são jogados nos rios, provocando grande impacto local para a vida terrestre e aquática.

4 Fabri cação



O jeans é confeccionado em fábricas espalhadas no mundo todo. Em muitos países, os trabalhadores trabalham por 10, 12 horas por dia em situações precárias. Somente 1% a 5% do preço de uma calça jeans é consagrado a parte de confecção, ou seja, aos salários dos trabalhadores. Para evitar os abusos, muitas empresas condicionam a compra das peças de fábricas que seguem os critérios da Organização Mundial do Trabalho – OMT.

A fabricação de uma única calça Jeans da Levis, por exemplo, consome 3.400 litros de água, 400.000 kW de energia, 32 kg de dióxido de carbono expelidos, o equivalente a manter uma mangueira ligada por 106

minutos, dirigir por 125.502 km e manter ligado um computador por 556 horas. No combate a este cenário, a empresa Levis reutiliza 99% da água usada nas lavagens do seu jeans.

Toritama, cidade do interior de Pernambuco é a terceira maior produtora de jeans do Brasil. Problemas de ordem ambiental (poluição de águas locais) e social (condições de trabalho) fazem parte do cotidiano da cidade.

5

Distri buição



Do campo de algodão às lojas, o jeans pode percorrer até 65.000 km, ou seja, uma vez e meia volta ao mundo devido a globalização e origem dos diversos itens que compõem uma peça jeans. Todos esses transportes implicam em emissões que contribuem com as mudanças climáticas. Priorizar a compra de empresas nacionais é uma alternativa à redução do impacto do transporte.

6 Uso

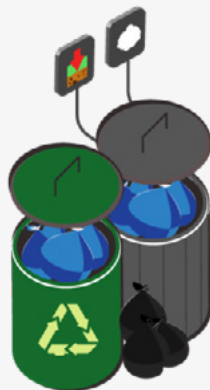


Ao longo da fase de uso são utilizadas grandes quantidades de água e energia para lavagem do jeans. Essas quantidades podem ser reguladas para mais ou menos a partir do ajuste da máquina e pela escolha por equipamentos de selo de consumo energético 'A'.

O diretor da Levis defende que um jeans nunca deve ser lavado. Deve ser apenas escovado com algum sabão, a seco. Os sabões comuns são constituídos de agentes químicos tóxicos a pele humana e aos organismos aquáticos. Já existem sabões ecológicos com quantidades limitadas de substâncias perigosas e baixa incidências sobre o meio aquático.

7

Fim de vida



Quando destinado à aterros sanitários, o algodão se decompõe em até 5 meses, enquanto o poliéster pode demorar até 200 anos para sua decomposição por completo. Estima-se que apenas 20% das 175 mil toneladas de resíduos têxteis produzidos por ano no Brasil são reutilizados ou reciclados pelas indústrias do setor. Customização e reutilização do tecido jeans para confecção de bolsas, acessórios, buchas de uso industrial e de isolamento são algumas das alternativas.



Para se inspirar...

A empresa sueca **Nudie Jeans Co.** produz jeans com algodão orgânico e jeans reciclado e garante uma produção justa, segura e ética para seus trabalhadores. Durante toda a fase de uso do seu jeans, para prolongar seu tempo de vida, ela garante o conserto gratuito para pequenos reparos e lhe dá desconto para comprar um novo se você devolver o velho para reciclagem.

| www.nudiejeans.com |



3

ciclo de vida do
**calçado de
couro**

Os calçados que conhecemos hoje, frutos de avançados estudos de Design e Engenharia são bem diferentes dos seus antepassados em termos de função simbólica e estética, mas exatamente iguais em termos de funções práticas. Sua origem data da pré-história quando os homens sentiram necessidade de proteger os pés e hoje, estes produtos tornaram-se bens indissociáveis da existência humana.

Na grande maioria dos casos, os calçados são fabricados em couro ou materiais sintéticos, por serem materiais resistentes e versáteis. No entanto, a produção do couro é uma das mais poluentes da indústria da moda, além de ser de origem animal. Novas alternativas mais ecológicas já existem, a exemplos dos sapatos feitos em tecido de algodão e emborrachados reciclados. Junto com o ciclo de vida da camiseta e da calça jeans, o ciclo de vida do calçado de couro vem demonstrar todo o impacto da indústria da moda tradicional.

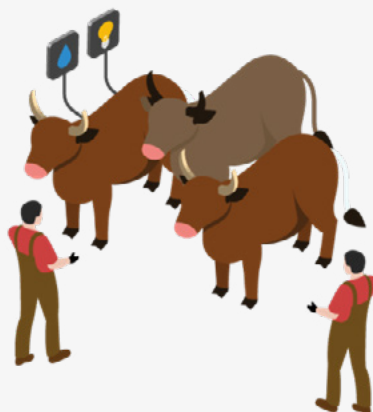
3

ciclo de vida do calçado de couro



1

Produção



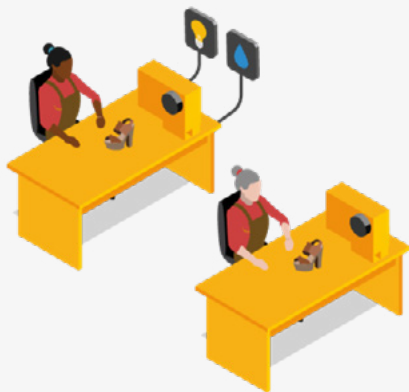
A produção do couro inicia-se na pecuária e nos abatedouros. Após o abatimento do animal, a pele é retirada e destinada a um curtume onde o couro cru é embebedado em produtos químicos altamente tóxicos. A indústria do curtume é uma das mais agressivas em termos de geração de impactos tanto para o meio ambiente como para as pessoas que trabalham nela. Atualmente, mais de 90% dos couros produzidos no Brasil são fabricados à base do cromo mineral, matéria-prima danosa à saúde e ao meio ambiente.

Usar técnicas comprovadas pela indústria, como a reciclagem direta (que usa a mesma tinta de cromo para

curtir o couro duas vezes) pode reduzir em 21% os níveis de cromo na água a ser jogada fora.

Para além dos impactos da produção, muito se fala atualmente sobre o bem estar e método de abatimento do animal. O chamado abatimento humanitário evita dores e sofrimento excessivos e deve ser priorizado na escolha da fonte do couro.

2 Fabri cação



Com uma peça de couro bovino se pode produzir aproximadamente 20 pares de calçados. O processo produtivo do calçado é subdividido em diversas fases: modelagem, corte, costura, montagem e acabamento.

Em todas as fases há considerável consumo de energia, água e uso de outros materiais além do couro, a exemplo de linhas sintéticas e derivados do petróleo (implementos plásticos). A possibilidade de trabalhar com sistemas integrados CAD (design assistido por computador) e CAM (manufatura auxiliada pelo computador) representa, entre outros ganhos, a economia no consumo de energia no processo produtivo.

Novas alternativas são encontradas no mercado atual em relação ao uso do couro. São exemplos os sapatos veganos e ecológicos feitos de borracha reciclada, tecidos vegetais, couro de abacaxi (pinatex), couro de cogumelo (mylo), juta, entre outros materiais. Estes calçados estão cada vez mais acessíveis para quem se preocupa com moda consciente e sustentável.

3

Distri buição



O Brasil é o terceiro produtor mundial de calçados, estando atrás apenas da China e da Índia. Os produtos são exportados na maioria das vezes por navio para Rússia, Estados Unidos, Holanda, Japão e outros.

A Paraíba é o 3º maior produtor do Brasil e distribui para vários estados fazendo uso de caminhões. Da mesma forma que exporta, o Brasil também importa calçados de vários países. Optar pela produção nacional ou local é uma forma de reduzir os impactos da fase de distribuição e contribuir com o desenvolvimento econômico do país.

4 Uso



O calçado de couro, tem um tempo de vida útil maior do que sapatos sintéticos. Para prolongar o uso são utilizados produtos impermeabilizantes, evitando a absorção de líquidos pelo couro. Durante a fase de uso do calçado os impactos com consumo de água são irrelevantes se comparados com a fase de produção do couro.

5

Fim de vida



No Brasil, 91 milhões de pares de calçados ficam sem ser vendidos todo ano. Para diminuir os custos e aumentar vendas, muitas empresas optam por produzir calçados com matéria-prima mais barata e muitos deles possuem mais de 50 componentes diferentes por par, dificultando a reciclagem e diminuindo o tempo de vida útil dos calçados. O couro se degrada mais rápido que o sintético, porém emite gases poluentes e ainda conta com o agravante dos metais pesados usados em seu curtimento. O consumo consciente e moderado é uma saída para redução de impactos.



Para se inspirar...

A **Insecta** é uma fábrica de sapatos ecológicos. A sola do sapato é feita com borracha reciclada. A palmilha é feita com sobra de tecidos da produção ou de sapatos antigos que voltam de logística reversa. O cabedal é feito de roupas de brechó, garrafa PET reciclada, algodão reciclado ou tecido de reuso. A empresa repensou a fabricação do calçado a partir de uma perspectiva ciclo de vida, diminuindo impactos em cada fase.

| www.insectashoes.com |



4

ciclo de vida da

cadeira plástica

As cadeiras plásticas tornaram-se rapidamente populares e acessíveis a partir da década de 80 do século passado. Sua durabilidade, versatilidade de uso e leveza, aliados ao preço competitivo fizeram desse produto um dos campeões de vendas de produtos plásticos.

O ciclo de vida dos produtos plásticos demonstra que esta matéria-prima, embora responsável pelo desenvolvimento e evolução de praticamente todas as áreas de produção industrial do mundo, necessita ser repensada e substituída devido aos incalculáveis problemas ambientais ligados à sua produção e descarte. De 1955 até 2015 foram gerados 7,8 bilhões de toneladas de lixo plástico, e grande parte desse material descartado ao longo de 60 anos ainda está aqui.

4 ciclo de vida da cadeira plástica



1

Extração

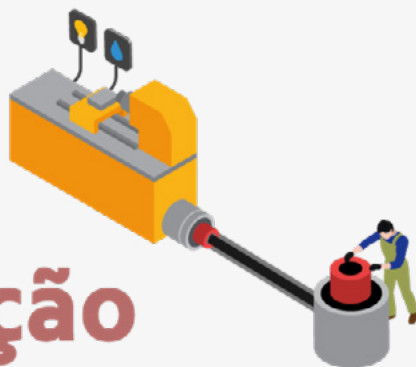


5% da produção mundial do petróleo - matéria-prima não renovável - são destinados a fabricação dos plásticos. A água produzida na exploração do petróleo contém geralmente alta salinidade, partículas de óleo em suspensão, produtos químicos, metais pesados e por vezes alguma radioatividade. O consumo e descarte desta água é altamente danoso ao meio ambiente. Acidentes em que há vazamento de petróleo no mar, afetam diretamente o ecossistema marinho.

Na extração do petróleo *on-shore* (em terra), sabe-se que um poço perfurado gera grandes impactos para a fauna e flora local pelo descarte de fluidos de perfuração e compostos tóxicos.

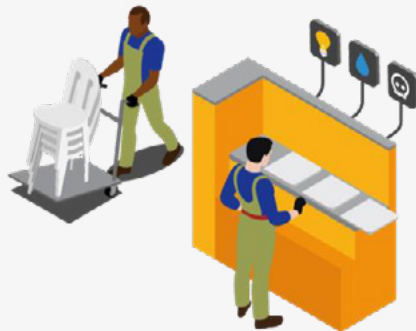
2

Trans formação



O plástico tem sua origem na indústria petroquímica, que transforma a *nafta* (derivado de petróleo utilizado como matéria-prima da indústria petroquímica) em insumos que serão polimerizados e transformados em diferentes tipos de plásticos. A produção mundial de plástico atingiu quase 350 milhões de toneladas em 2017 e praticamente todo o plástico já produzido no mundo desde a década de 20 do século passado, ainda permanecem na terra. Atualmente, o polipropileno (matéria-prima da cadeira) é o 3º plástico mais comercializado no mundo.

3 Fabri cação



As cadeiras plásticas fabricadas em polipropileno, assim como vários produtos plásticos, são produzidas pelo processo de Injeção. A máquina utilizada para este processo é a injetora. A utilização dessas máquinas consome consideráveis quantidades de energia devido ao aquecimento do plástico e podem provocar danos à saúde dos trabalhadores devido aos ruídos e altas temperaturas.

No Brasil, o Inmetro regula a produção e importação destas cadeiras monobloco por meio da NBR 14776:2001.

4

Distri buição



As importações de transformados plásticos representam quase 10% do total de plástico consumido no Brasil. Embora as importações da China cheguem ao Brasil na maioria das vezes por navios (meios de transportes pouco poluentes em termos de emissões) as grandes distâncias percorridas pelos produtos ou matérias-primas - das fábricas aos usuários - geram impactos consideráveis no tocante às emissões de CO₂. Escolher produtos de produção nacional é uma opção para redução dos impactos.

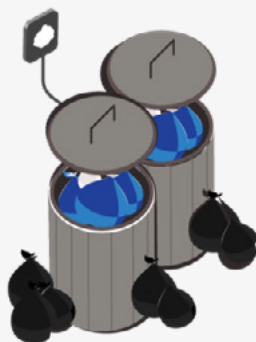
5 Uso



O tempo de vida útil de uma cadeira plástica recomendado pelas normas de segurança do Brasil (ABNT) é de 5 anos. Avalia-se que este tempo é muito curto em detrimento da durabilidade do plástico. Prolongar o tempo de vida por meio de projetos que garantam resistência e segurança é uma alternativa para reduzir os impactos.

6

Fim de vida



O polipropileno pode ser reciclado com certa facilidade. Todo produto produzido a partir deste plástico possui um selo ou marca de identificação que pode ser reconhecida facilmente pelo símbolo triangular com o número cinco (5) e a nomenclatura “PP” escrita.

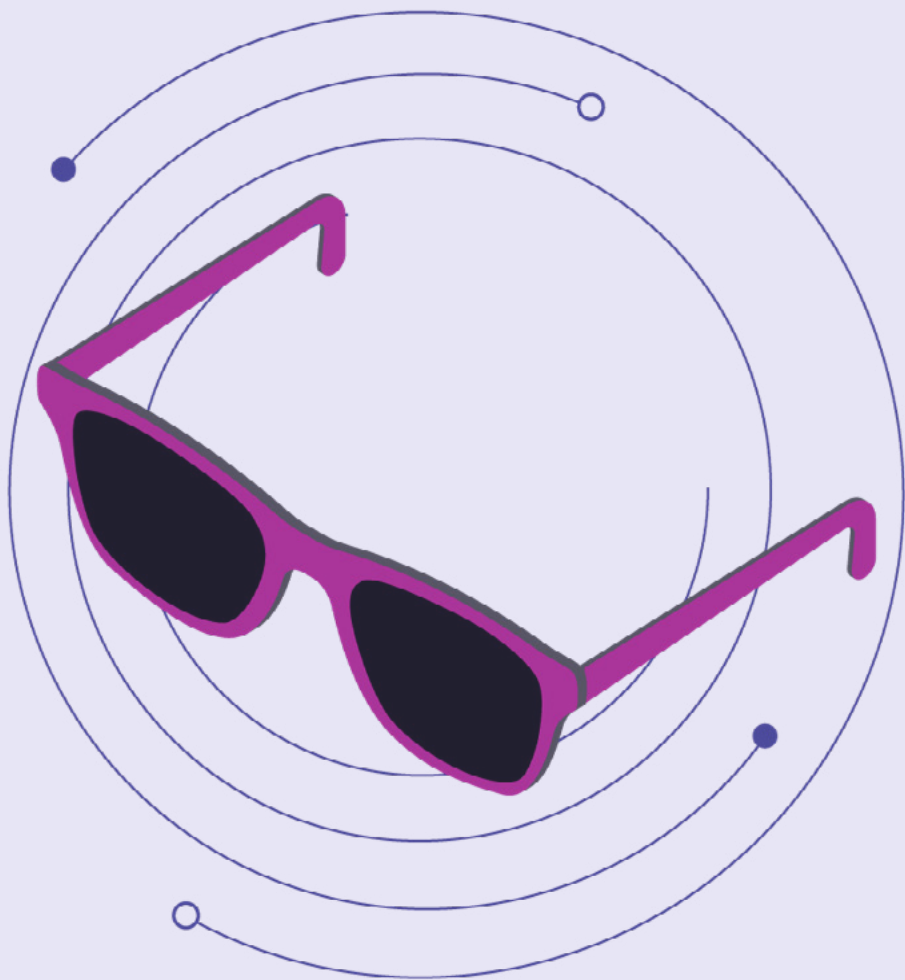
O Brasil é o 4º maior produtor de lixo plástico do mundo. Apenas 1,2% do material produzido é reciclado. Por ano, o país gera 11,3 milhões de toneladas desse resíduo – número três vezes maior que sua produção anual de café, por exemplo. A queima de plástico para geração de energia requer controles de emissões atmosféricas e produz cinzas tóxicas.



Para se inspirar...

O coletivo de Design francês **Alki**, produziu a primeira cadeira 100% biodegradável do mundo, a Kuskooa Bi Chair. A cadeira é feita com bioplásticos derivados de batata, milho e cana-de-açúcar e após seu fim de vida ela pode ser biodegradada através de compostagens industriais.

| www.alki.fr |



5

ciclo de vida do
óculos de sol

Os anos 20 do século passado, momento em que a indústria aeronáutica saía da primeira guerra mundial se desenvolvia com bastante velocidade, foram também marcados pelo desenvolvimento de diversos outros acessórios, entre eles os óculos de sol. Nos novos aviões e balões, os pilotos alcançavam altitudes cada vez maiores e precisavam de proteções para controlar as distorções visuais causadas pelo sol acima das nuvens. A empresa americana Bausch & Lomb foi a precursora na fabricação de óculos com vidro verde para proteção contra raios ultravioleta. Hoje, diversas são as variações de modelos, estilos, tecnologia e materiais dos óculos, sendo a maioria produzidos em plásticos.

Novas formas de fabricação mais sustentáveis como a impressão 3D e o uso de madeira, por exemplo, hoje são possíveis e já utilizados. O ciclo de vida dos óculos de sol representa uma infinidade de acessórios pessoais plásticos amplamente produzidos na indústria da moda.

5

ciclo de vida do óculos de sol



1

Extração



A principal matéria prima utilizada para a fabricação dos óculos é o plástico derivado do petróleo. A extração do petróleo gera resíduos tóxicos e contaminação na água e no ar pela queima dos gases. Além disso, trata-se de uma matéria-prima não renovável, ou seja, dependem de processos naturais para se formarem e podem se acabar. No Brasil, a Petrobrás produz anualmente mais de 1 bilhão de barris, o que equivale a mais de 160 bilhões de litros.

2

Trans formação

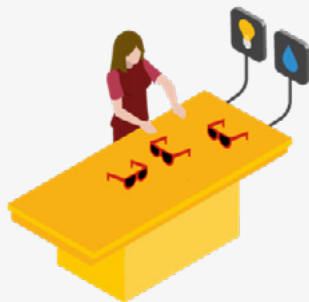


O petróleo possui vários compostos orgânicos que são processados por diferentes meios e em diferentes etapas para se tornarem petroquímicos básicos e finos dentre eles o etileno, propileno, butano, polietileno, polipropileno, policloreto de vinila etc.

Durante o processo de refinamento são emitidos poluentes atmosféricos como óxidos de enxofre e nitrogênio, monóxido de carbono, e hidrocarbonetos, além do uso de grande quantidade de água para resfriamento e alimentação das caldeiras.

3

Fabri cação



Acetato, Acetato de celulose, Propionato de celulose, Náilon, Kevlar, Fibras de carbono e de vidro, policarbonato e resina epóxi são alguns dos polímeros utilizados na fabricação de armações de óculos.

O acetato de celulose é um tipo de plástico que, ao ser aquecido, tem excelente capacidade de maleabilidade, podendo ser adaptado e transformado de diferentes formas. É, portanto um dos materiais mais utilizado na fabricação de óculos.

A fabricação se dá através do processo de injeção. Os grãos de plástico são inseridos numa máquina injetora, passando por uma rosca que aquece-o, dando origem a uma massa plástica que é empurrada até o molde. Nesse

processo grandes quantidades de energia são utilizadas, sobretudo em razão das etapas de aquecimento.

Os acabamentos são feitos por operários manualmente, assim como a aplicação de pigmentos e vernizes com o uso de pistolas e secagem em estufas. Atualmente já é bastante comum encontrar óculos produzidos de modo artesanal em madeira de demolição e certificada, uma alternativa mais ecológica à moda sustentável e consumo consciente.

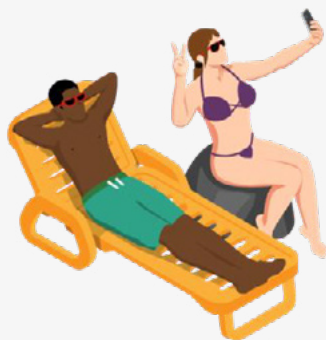
4

Distri buição



Os óculos de sol oriundos da China e de países asiáticos são os mais populares e vendidos nas camadas mais baixas da população. Por outro lado, os óculos importados da Europa, em especial Itália atendem um nicho de mercado de luxo bastante exigente no Brasil. Todos os transportes envolvidos nos deslocamentos destes produtos das fábricas às lojas, geram impactos. Optar por óculos e acessórios de fabricação nacional é uma alternativa para reduzir impacto no transporte.

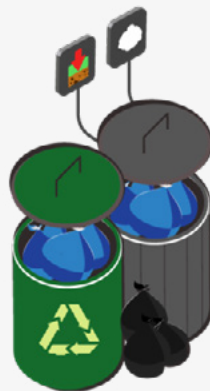
5 Uso



Óculos em acetato permitem ajustes de alinhamentos, comprimento e paralelismo das hastes no momento da compra, o que pode garantir melhor experiência, adaptação ao rosto e consequentemente maior tempo de uso. No entanto, o grande vilão da indústria da moda são as tendências efêmeras e temporárias. Em alguns casos, os óculos duram apenas uma estação do ano, fato ilógico tendo em vista a durabilidade e resistência dos materiais. Investir em peças atemporais é uma alternativa sustentável para prolongar a vida e uso do produto.

6

Fim de vida



Após certo tempo de uso os óculos perdem sua utilidade, saem de moda ou quebram. As armações quando plásticas ou metal, em geral podem ser recicladas se destinadas corretamente. As lentes, devido à grande mistura de materiais polimérico são pouco ou quase nunca recicladas. Exceto em casos em que os óculos estão irrecuperáveis, a melhor forma de descartar seu óculos é fazer doações para organizações que os recuperam e doam para pessoas necessitadas.



Para se inspirar...

A **Oficina Oby**, empresa sediada em João Pessoa – PB produz óculos de maneira artesanal, em baixa escala, com uso de madeiras de demolição e madeiras certificadas. A empresa preza pela qualidade e detalhes na produção de peças atemporais, livres de tendências efêmeras e feitas para durar.

| www.oficinaoby.com.br |



6

ciclo de vida do
smartphone

Se você tem mais de 30 anos, certamente sabe o que é viver sem um smartphone, mas com certeza não se imagina mais sem um deles ao seu lado. Este aparelho carrega em si a responsabilidade de tornar eficiente, rápida e confiável a maior e mais importantes das experiências humanas: a comunicação.

Os equipamentos eletrônicos tomaram conta das nossas vidas rapidamente. Há menos de 40 anos, vivíamos sem computadores pessoais, mouses, teclados, *tablets*, smartphones, carregadores, etc. Hoje, quem não tem em casa uma gaveta ou caixa cheia de celulares, cabos e carregadores velhos e sem uso? Em 2015 o Brasil foi classificado como o maior produtor de lixo eletrônico da América Latina. Para mudar essa realidade, o primeiro passo é conhecer o ciclo de vida dos produtos eletrônicos para, como consumidor, repensar seu consumo e como designer ou engenheiro do futuro, pensar novas soluções mais justas para o planeta e ainda eficientes para a humanidade.

6 ciclo de vida do smartphone



1

Extração



Lítio, Tântalo, Cobalto e Platina (metal raro) são alguns dos minerais encontrados dentro de um smartphone. Estes materiais são extraídos de diversos países, em especial países africanos e China, e usados para produzir os componentes eletrônicos que compõem o aparelho, como baterias, alto-falantes, microfones, placas de circuito interno e luzes de LED.

Os resíduos de sua extração em terras virgens incluem arsênio, bário, cádmio, chumbo, fluoretos e sulfatos. O chumbo, por exemplo, é o metal poluente de maior ameaça em escala global. Estima-se que 10 milhões de pessoas possam estar vivendo em regiões contaminadas por chumbo.

Para cada tonelada de minério, 75 mil litros de efluentes ácidos são gerados, além de uma enorme quantidade de efluente gasoso e quase uma tonelada de resíduos radioativos.

2 Fabri cação



As empresas e indústrias de smartphones possuem ciclos de novos lançamentos a cada 12 meses, o que faz com que um novo aparelho seja projetado e fabricado em 9 meses, tempo bastante curto para o projeto de um produto tão complexo.

As montadoras recebem componentes de empresas fornecedoras espalhadas por todo o mundo, o que gera

impacto local em diferentes lugares. A fabricação destes componentes exige alto consumo de água e energia, chegando a responder por 40% do consumo hídrico de todo o processo. Para se ter uma ideia, na produção de um único smartphone são utilizados ao final 12.760 litros de água, o equivalente a 850 banhos de chuveiro de 15 litros em média.

3

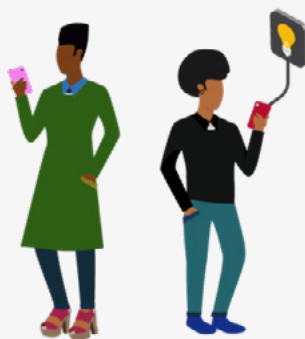
Distri buição



A cadeia de fornecedores de suprimentos que abastecem as montadoras de smartphones estão espalhadas por todo mundo, nos cinco continentes. Estas montadoras também presentes em muitos países,

recebem componentes do México, Espanha, Inglaterra, Índia, Tailândia, entre outros, inclusive o Brasil. O impacto do transporte vai desde a distribuição destes componentes para as montadoras até a distribuição do produto final, que circula o mundo em aviões, navios e caminhões.

4 Uso



A ‘Pegada de Carbono’, do inglês *Carbon Footprint* é uma metodologia que mede a quantidade de carbono equivalente emitidos por uma pessoa, atividade, evento, etc. Todos nós podemos medir nossa pegada e melhorar nossos hábitos para reduzi-la. Uma das formas de reduzir nossa pegada de carbono é prolongar o uso do

smartphone pelo máximo de tempo possível, o que vai evitar extração de novos materiais para fabricação de um novo aparelho e reduzir impactos do transporte. Estudos mostram que comprar um novo smartphone gasta tanta energia quanto recarregar e usar um por 10 anos. O tempo de uso de um aparelho eletrônico tem influência direta na compensação dos impactos da produção.

5 Fim de vida



Em 2015 o Brasil produzia, em média, 1,4 milhão de toneladas de lixo eletrônico por ano, o que o classificou como líder na América Latina no quesito produção de resíduos tecnológicos e descarte na natureza naquele

ano. Nada nos faz crer que esta situação tenha mudado até os dias atuais (2020).

Todo esse lixo eletrônico é derivado em parte pela conhecida e cruel estratégia de marketing chamada ‘obsolescência programada’ que gera produtos com alta tecnologia e materiais de alta performance, mas com um tempo de vida muito curto para estimular a compra de um novo modelo.

Mesmo sabendo que de acordo com Política Nacional dos Resíduos Sólidos brasileira (Lei 12.305/10), a responsabilidade de recolher e destinar o lixo eletrônico para locais apropriados é dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, cabe a nós a consciência pelas escolhas por produtos mais duráveis e menos efêmeros.



Para se inspirar...

O **Fairphone** é um smartphone que foi projetado para cuidar das pessoas e do planeta. Ele é feito com materiais de procedência conhecida e controlada, sem exploração de trabalhadores e plástico reciclado na sua carenagem. Possui um design modular único que permite a troca de componentes e reparo de forma simples. É possível trocar a quantidade de armazenamento, o volume de memória, o processador, ou a câmera sem trocar de celular.

| www.fairphone.com |



7

ciclo de vida do
móvel de mdf

O MDF (*Medium Density Fiberboard*), ou Placa de Fibra de Média Densidade é uma placa resistente, lisa, sem nós, feita a partir de madeira e amplamente utilizada na produção de móveis. Os móveis em MDF há algumas décadas vêm dominando o mercado do design de interiores pela sua praticidade e facilidade de produção e montagem. No entanto, estes móveis – bastante sensíveis a umidade - quando descartados, também geram problemas de ordem ambiental por serem madeiras adicionadas de resinas e colas e com baixa reutilização. O ciclo de vida ilustrado a seguir representa a forma de produção e os impactos ambientais gerados na produção e uso destas placas que estão presentes em móveis de praticamente todos os lares do Brasil.

7 ciclo de vida de um móvel de mdf



1

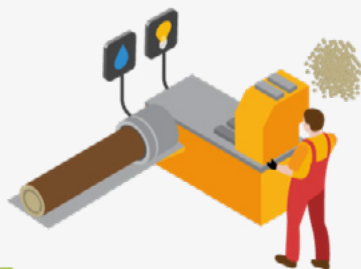
Extração



No Brasil, as madeiras de pinus e eucalipto são geralmente as mais utilizadas para a produção do MDF. O cultivo do pinus e eucalipto, como toda monocultura traz problemas para o meio ambiente. A cultura de uma única espécie em grandes áreas esgota certos nutrientes da terra, tonando o solo pobre e desequilibrado, além de afugentar diversas espécies de animais pela escassez de alimentos. Contudo, trata-se de um manejo controlado, certificado e que ajuda a evitar a extração de árvores nativas em florestas virgens.

2

Trans formação



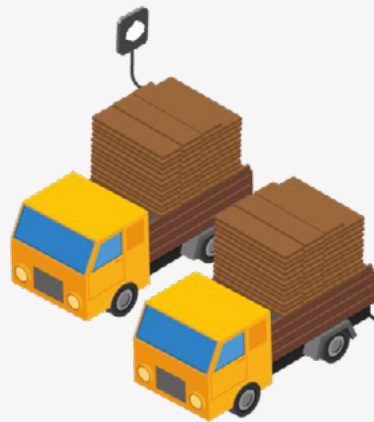
As árvores de Eucalipto e Pinus são plantadas em grandes áreas, de forma controlada e manejada para equilibrar o corte. Ao atingirem uma altura de 28m aproximadamente, estas são cortadas e levadas para as fábricas, em formato de toras de 6 m. As toras são fragmentadas e transformadas em cavacos (pequenos pedaços de madeira). Os cavacos são lavados para remover as impurezas e amolecidos com produtos químicos para se transformarem em fibras. Este processo utiliza consideráveis quantidades de água e boa parte dela será contaminada com diversos tipos de reagentes químicos utilizados no processo.

3 Acaba mento



As fibras são formadas a partir de desfibradores mecânicos e injeção de químicos - resina, parafina e entre outros aditivos químicos. Os principais problemas ambientais das resinas químicas são as emissões no ar, já que possuem potencial cancerígeno. Uma vez secas e selecionadas, as fibras são distribuídas uniformemente formando uma manta que dará origem a chapa do MDF. As chapas compostas de camadas de fibras são cortadas, lixadas e revestida, consumindo elevadas quantidade de eletricidade. Uma possibilidade alternativa menos impactante é a produção de fibras utilizando resinas naturais.

4 Trans porte



Após o processo de fabricação, as chapas de MDF são transportadas para os pontos de venda e em seguida para as fábricas de móveis onde serão transformadas no produto final. Este transporte é feito geralmente em caminhões e percorre grandes distâncias das fábricas aos fornecedores.

5

Manu fatura



Os painéis são seccionados, havendo nesse processo a geração de resíduos sólidos (pó e retalhos de chapas) e grande consumo de energia. Durante o acabamento, há consumo de energia elétrica, colas e adesivos, além da geração de resíduos de tinta durante a pintura. Associado ao MDF, geralmente estes móveis recebem implementos metálicos e plásticos. Projetar móveis com encaixes e travas que evitem o uso excessivo de parafusos e implementos é uma alternativa de economia de material.

6

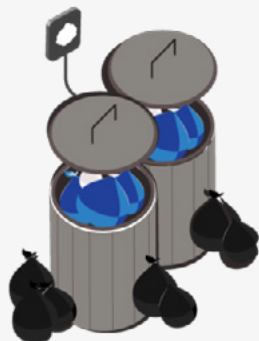
Distri buição



Móveis de MDF são projetados e fabricados em partes separadas e montados na casa do cliente. Em geral os fabricantes são locais, fato que ajuda a reduzir impactos ambientais do transporte quando comparados com produtos que viajam muitos quilômetros para chegar aos consumidores.

7

Fim de vida



O MDF é um material sensível à umidade e de difícil reciclagem devido às resinas utilizadas na sua produção. A maior parte dos resíduos gerados no processo de fabricação são levados para locais de aterramento. Porém, há a possibilidade de usar pó do MDF como cobertura para recintos de animais, além da incineração controlada para capturar energia. Os móveis descartados pós uso representam o maior volume de material e tem como destinação final os terrenos e aterros na cidade, o que gera também problema de poluição visual.



Para se inspirar...

O uso de **madeiras-plásticas** é uma alternativa para diminuir o uso de recursos virgens. Estas placas são feitas com resíduos plásticos reciclados (sacolas e embalagens), restos de madeira ou palha de arroz. O processo de produção utiliza poucos produtos químicos e pouca água. O produto final é 4x superior a madeira natural em termos de resistência e durabilidade. Para se ter uma ideia, dois bancos de praça feitos de madeira plástica evitam a derrubada de uma árvore e retiram da natureza 100kg de sacolas plásticas.

| www.rewood.com.br |



8

ciclo de vida da
**sacola de
plástico**

As sacolas plásticas foram introduzidas ao uso doméstico em 1965. Desde então tornaram-se talvez o produto de uso global mais fabricado no mundo. São 500 bilhões por ano, 1 milhão por minuto. E sabe o pior? Quase todas estas sacolas produzidas desde 1965 ainda estão aqui, tornaram-se lixo, poluem a terra e os oceanos. Estima-se que até 2050, haverá mais plásticos que peixes nos oceanos e boa parte destes plásticos, são sacolas. Os polímeros plásticos oriundos do petróleo são altamente resistentes e possuem estruturas químicas criadas pelo homem e desconhecidas pela natureza, por esta razão são tão difíceis de decomposição. Soluções alternativas às sacolas plásticas tradicionais, a exemplo dos bioplásticos, já existem e devem ser difundidas cada vez mais. O Ciclo de Vida da sacola representa na verdade, todo o universo de embalagens plásticas que sufocam nosso planeta dia após dia.

8

ciclo de vida da sacola de plástico



1 Extra ção



A matéria-prima principal para fabricação de sacolas plásticas tradicionais é o petróleo. Ele é extraído, na maioria das vezes, das profundezas dos mares. Depois disso é levado até refinarias por ductos, lá é processado e separado em substâncias úteis para cada fim. Este processo inicial gera inúmeros danos ao meio ambiente, como poluição das águas causando a morte de peixes e corais, do ar (emissão de CO₂), contribuindo para o processo de mudanças climáticas. O petróleo é um recurso não renovável, explorado de forma predatória e em muitos casos envolve exploração do trabalho.

2

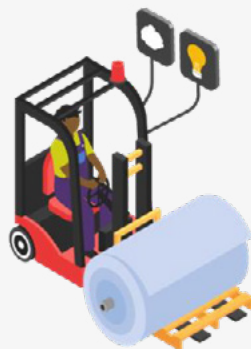
Processamento



Depois de refinado o petróleo passa para as petroquímicas, onde uma substância chamada 'nafta' é quebrada sob altíssimas temperaturas em fornos que geram emissões atmosféricas. A partir da nafta diversos processos químicos e mecânicos se seguem, com elevado uso de energia devido aos aquecimentos, para produção dos polímeros que darão origens aos produtos plásticos.

As sacolas plásticas comuns são produzidas de Polietileno de Baixa Densidade – PEBD e Polietileno de Alta densidade – PEAD, ambos materiais flexíveis, duráveis e resistentes, porém desconhecidos e não degradáveis pela natureza.

3 Fabri cação



As sacolas plásticas amplamente utilizadas hoje, começaram a ser fabricadas e introduzidas no uso doméstico em 1965. Elas revolucionaram a dinâmica das casas, das embalagens e transporte de alimentos. Praticamente todas as sacolas fabricadas nos últimos 55 anos (1965 - 2020), ainda se encontram no planeta. O mundo produz 1 milhão de sacolas por minuto, ou seja 500 bilhões a cada ano. Só o Brasil produz 18 bilhões por ano. Toda essa produção exige enormes quantidades de energia para transformar o polímero em filmes e os filmes em sacolas.

4

Distri buição



Dos poços de petróleo às refinarias, das refinarias às fábricas de sacolas, das fábricas aos lares, muitos são os transportes envolvidos no ciclo de vida das sacolas. Mas o impacto da distribuição destes produtos pode ser irrelevante quando comparado aos impactos das fases de extração do petróleo e de fim de vida.

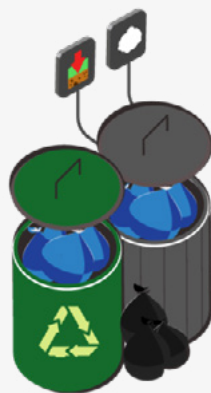
5 Uso



Por serem práticas e versáteis, a uso de sacolas plásticas em todo o mundo tornou-se comum e habitual. No supermercado, ao colocarmos um simples barbeador em uma sacola, o fazemos sem pensar na real necessidade e impacto. Esse nosso hábito custa caro ao planeta o exige mudança de postura no sentido e reduzir ou não usar sacolas plásticas. Por serem de uso único, ou no máximo, dois usos, as sacolas são as maiores vilãs do planeta, poluindo terras e oceanos de forma severa. Substituir as sacolas plásticas por sacos resistentes e reutilizáveis de tecido ou plástico reciclável é sem dúvida a melhor opção para reduzir o impacto destes plásticos na fase de uso.

6

Fim de vida



Estima-se que o PEBD e o PEAD levam cerca de 500 anos para se decomporem na natureza, portanto, descartá-lo não é a melhor opção. O descarte na rua entope bueiros e provoca problemas nas enchentes. O envio para aterros, plastifica a terra e impede a decomposição de outros materiais. Como são plásticos recicláveis, a correta opção é separá-lo e descartá-lo em local próprio para reciclagem. O processo de reciclagem mecânica de sacolas (aquecer – aglutinar – esfriar – transformar em grãos) e a recuperação energética, embora não sejam a solução definitiva para reduzir o uso, de alguma forma ajudam a não aumentar a produção de plástico virgem e uso de novos recursos.



Para se inspirar...

A empresa Baiana **Sou Moringa Produtos Ecológicos**, composta por mulheres artesãs da agricultura familiar produz diversas coleções de sacos retornáveis para frutas e legumes. São sacos em tela resistente, com fechadura em cordões duplos e costuras reforçadas que suportam até 8kg e facilitam a pesagem no caixa. Usar estes sacos garantem além da redução considerável de sacos plásticos a manutenção e valorização das atividades de comunidades artesanais.

| www.elo7.com.br/soumoringa |



9

ciclo de vida da
**embalagem
cartonada**

As embalagens cartonadas, mas conhecidas como embalagens Tetrapack (referência a marca Tetrapack) são feitas com 3 materiais: papel (75%), alumínio (5%) e plástico (20%). Esta combinação de materiais permite a diminuição de conservantes nos alimentos e o acondicionamento sem refrigeração. Trata-se de um produto 100% reciclável, mas com certa limitação devido a necessidade de separação dos materiais. A Empresa Tetrapak é líder na fabricação deste tipo de embalagem, foi fundada em 1951 na Suécia e hoje atua em 160 países. Apenas em 2019 a empresa vendeu mais de 190 bilhões de embalagens em todo o mundo. Todo esse volume anual de embalagens se não for reciclado vai parar nos lixões e nos oceanos.

9 ciclo de vida da embalagem cartonada



1 Extração



Papel - 75% da embalagem

A monocultura do eucalipto – fonte da celulose - traz esgotamento do solo e distúrbios na fauna. A extração da celulose da madeira é um processo complexo, que exige alto consumo de água e energia e diversas etapas de lavagem, cozimento e pressurização. Esse processo concentra 55% do consumo hídrico da fabricação do papel. São necessários 10 litros de água para a produção de uma única folha de papel A4.

2 Extração



Polietileno – 20% da embalagem

A extração do petróleo gera grande impacto devido ao alto nível de CO₂ lançado na atmosfera e a dificuldade de degradação dos produtos dele originados. O polietileno é um polímero simples, parcialmente cristalino, de grande produção mundial, sendo também o mais barato. É bastante utilizado em uma infinidade de produtos e acessórios. Para saber mais sobre os impactos da fabricação do plástico, ver o ciclo de vida da cadeira plástica e do óculos nas páginas antecedentes.

3 Extração

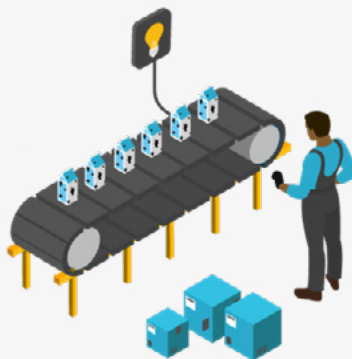


Alumínio – 5% da embalagem

A extração da bauxita, minério usado para fabricação do alumínio virgem, causa alta degradação ao meio ambiente como alteração topográfica, interrupção do ciclo de nutrientes, perda de fertilidade biológica, compactação do solo, além da emissão de poeiras ao ar e lançamentos de óleos e graxas no sistema hídrico.

Contudo, muito do alumínio usado na indústria hoje provem da reciclagem. O Brasil é um dos maiores recicladores do alumínio do mundo, chegando a uma taxa de reciclagem de 97,3% em 2017.

4 Fabri cação



A embalagem cartonada possui múltiplas camadas. Apresentam um caráter de compósito laminado e varia de acordo com o tipo de alimento. A caixa de leite, por exemplo, é composta por seis camadas, sendo 1 do papel, 4 de polietileno, e 1 de alumínio. Estas lâminas passam por um processo de compressão por aquecimento para formarem uma única lâmina.

O processo industrial inteiro consome grandes quantidades de energia devido a potência dos maquinários e a necessidade de aquecimento em muitas etapas. As etapas principais da produção da caixa são: impressão do papel, selagem das camadas, esterilização da caixa e fechamento para envio ao cliente.

5

Distribuição



O transporte das embalagens vazias para as indústrias alimentícias é feito por rodovias, ferrovias e hidrovias, gerando emissão de CO^2 no ambiente. O peso das embalagens corresponde a 3% do valor total do produto após o envasamento do conteúdo. 300 embalagens de um litro, vazias e compactadas, ocupam espaço equivalente a 11 litros, sendo transportadas na forma de bobinas, gerando assim uma economia de combustível devido ao redução dos transporte. Já a distribuição do produto final (embalagem cheia) gera bem mais impacto e emissões de CO^2 devido ao peso e volume.

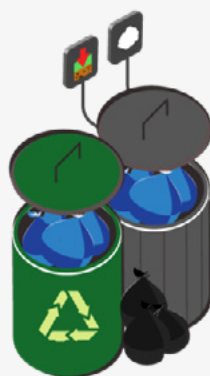
6 Uso



O uso das embalagens cartonadas representa uma economia de energia elétrica, já que a maioria dos produtos não necessita de refrigeração enquanto fechados, seja durante o transporte ou armazenamento. O consumo de energia para refrigerar o produto após aberto pode ser reduzido se respeitado o tempo de permanência máximo indicado na embalagem.

7

Fim de vida



Em 2018, apenas a 29,1% da produção de embalagens cartonadas foram direcionadas a reciclagem no Brasil. O restante foi direcionado à aterros sanitários, gerando alto impacto, uma vez que, uma embalagem pode levar até 100 anos para se decompor. Some-se a isto as dimensões continentais do Brasil.

A reciclagem das embalagens cartonadas é possível e pode produzir o papel *kraft* para fabricação de caixas de papelão, caixas de ovos, dentre outros. Cada tonelada de embalagem cartonada reciclada gera, aproximadamente, 680 quilos de papel *kraft*, economizando o corte de 21 árvores cultivadas em áreas de reflorestamento comercial.

O reaproveitamento do polietileno e do alumínio pode ser feita de três maneiras diferentes: 1) recuperação de energia através da incineração, 2) processos de extrusão e termo-injeção sem que seja necessário a separação destes materiais e 3) uso da tecnologia Plasma que permite a separação completa dos três materiais e reciclagem separadas para cada um.



Para se inspirar...

A empresa nacional **Estilopack**, desenvolve embalagens para alimentos (copos, potes, pratos, etc) biodegradáveis. Os produtos são feitos com papel de fontes renováveis, tintas vegetais e impermeabilizantes biodegradáveis livre de plástico. Uma vez utilizados, os produtos podem ser enviados para reciclagem, descartados junto aos materiais orgânicos ou em composteiras para se tornarem adubos. A empresa possui um ciclo de produção fechado, bom exemplo de economia circular.

| www.estilopack.com |



10

ciclo de vida da
**garrafa de
vidro**

Até a década de 80 as embalagens de vidro ocupavam quase que 100% das prateleiras de bebidas no Brasil. Ao longo dos anos, estas foram perdendo espaço para as embalagens plásticas (PET) e as latinhas de alumínio, mais leves e com menores custo de produção.

No entanto, na última década verificou-se um retorno gradual destas embalagens, sobretudo por preservarem consideravelmente o sabor e qualidade original das bebidas. Não obstante, as cervejarias e indústrias de vinhos continuam usando predominantemente o vidro como embalagem.

Do ponto de vista ambiental, o vidro apresenta algumas vantagens em relação ao plástico, sobretudo pela matéria-prima utilizada para sua fabricação e por sua possibilidade de reutilização. No entanto, o Brasil quase não recicla vidro se comparado com outros países da Europa.

O Ciclo de Vida a seguir pode servir de referências para diversos produtos de material vítreo.

10

ciclo de vida da garrafa de vidro



1

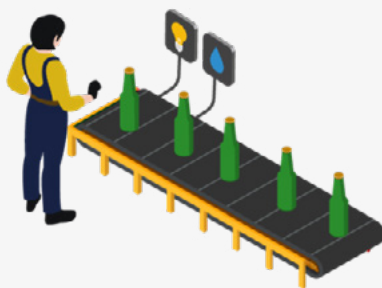
Extração



A principal matéria prima do vidro é a areia sílica, originada de rochas ricas em quartzo. Pode ser encontrada em rios, praias, lagos e jazidas naturais. A extração nas jazidas se dá com o auxílio de retroescavadeiras e explosivos que fragmentam grandes blocos de rocha. O material é levado para usinas de beneficiamento para serem processados e transformados em areia sílica. Este processo gera degradações severas no meio ambiente, que vão desde a o dano direto a jazida, até a morte e perturbação da vida aquática e terrestre em volta.

2

Fabri cação



Inicialmente uma massa líquida feita a partir da combinação de areia (dióxido de silício), sódio (carbonato de sódio), cálcio (óxido de cálcio), corantes e outros componentes químicos é preparada em temperatura que chega a 1500°C.

Através de um processo de automação industrial, essa massa segue para os moldes individuais os quais receberão uma injeção de ar comprimido em seu interior para moldar a forma final da garrafa. Outras etapas de cozimento, recozimento e queimas em diferentes temperaturas são necessárias até o resfriamento total dos moldes e retirada das garrafas.

Neste processo, grandes quantidades de energia e água são utilizadas para aquecer e resfriar máquinas, fornos e moldes, o que leva conseqüentemente a geração de elevados níveis de emissão de gases de efeito estufa. Contudo, cada garrafa de vidro, pode ser reutilizada em média 40 vezes, o que compensa (em partes) o impacto da produção. A reciclagem do vidro também elimina fases da produção se comparado a fabricação do vidro virgem.

3

Distri buição



Uma vez prontas, as garrafas de vidro são envasadas, tampadas e em seguida transportadas para as distribuidoras em caminhões. Por serem pesadas, não permitem nenhum tipo de compressão na estocagem e por possuírem risco de quebra, o transporte desses produtos tornam o caminhão mais pesado, mais lento e maior emissor de CO₂.

4

Uso



Bebidas gaseificadas engarrafadas em recipientes de vidro possuem mais sabor e qualidades se comparadas as embalagens de plástico (PET). Estas últimas possuem paredes porosas e permeáveis (em níveis microscópicos) que permitem a saída do gás e alteram a qualidade da bebida.

Durante a fase de uso, as bebidas gaseificadas em geral, independente da embalagem, geram impactos ambientais indiretos por necessitarem de refrigeração para seu consumo, contudo, o vidro e o metal, por serem melhores condutores térmicos permitem o resfriamento de forma mais rápida.

5

Fim de vida



O vidro é matéria-prima 100% reciclável. Produzir uma nova garrafa a partir da reciclagem de “cacos” de vidro gasta 70% menos energia, 50% menos água e emite 20% menos gases poluentes. Estima-se que o índice de reciclagem de vidro no Brasil gira em torno de 45% a 49%, baixa porcentagem se comparada com o alumínio, por exemplo. Problemas relativos ao baixo valor de mercado e a dificuldade de transporte em função do seu peso e impossibilidade de compressão, contribuem para estes índices.

De modo alternativo, as embalagens de vidro permitem a reutilização como garrafa do mesmo produto. Algumas empresas fazem uso da logística

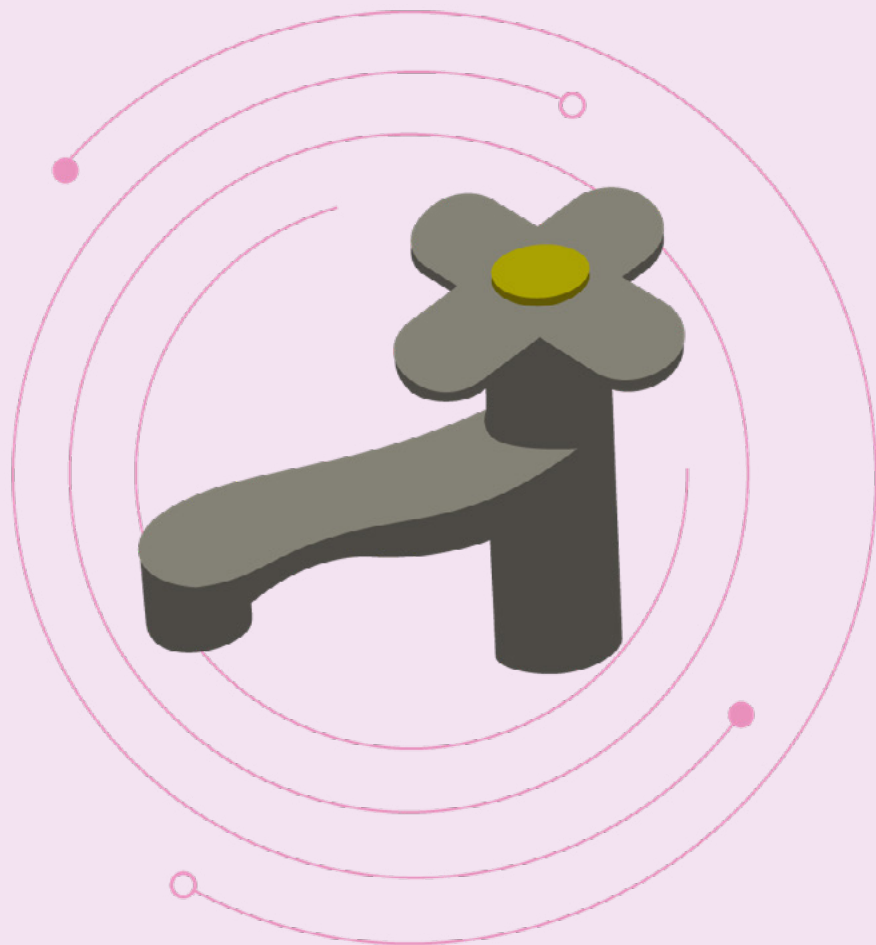
reversa para recolher as embalagens vazias em troca de descontos. Esse é um sistema mais simples e menos custoso que a reciclagem, embora exija certo volume de água para lavagens e rígido controle de higienização.



Para se inspirar...

A start-up brasileira **Green Mining** desenvolveu um sistema de logística reversa inteligente para recuperar embalagens de vidro pós-consumo de forma eficiente e trazê-las de volta para o ciclo de produção. Os coletores da empresa fazem uso de triciclos, evitando a emissão de Co^2 , para coletarem as garrafas e as depositam em um dos pontos de estocagem espalhados na cidade para serem recolhidos e levados para a recuperação. Da sua fundação até os dias atuais (2020) a empresa já coletou e destinou para reciclagem quase 100 mil quilos de garrafas de vidro.

| www.greenmining.com.br |



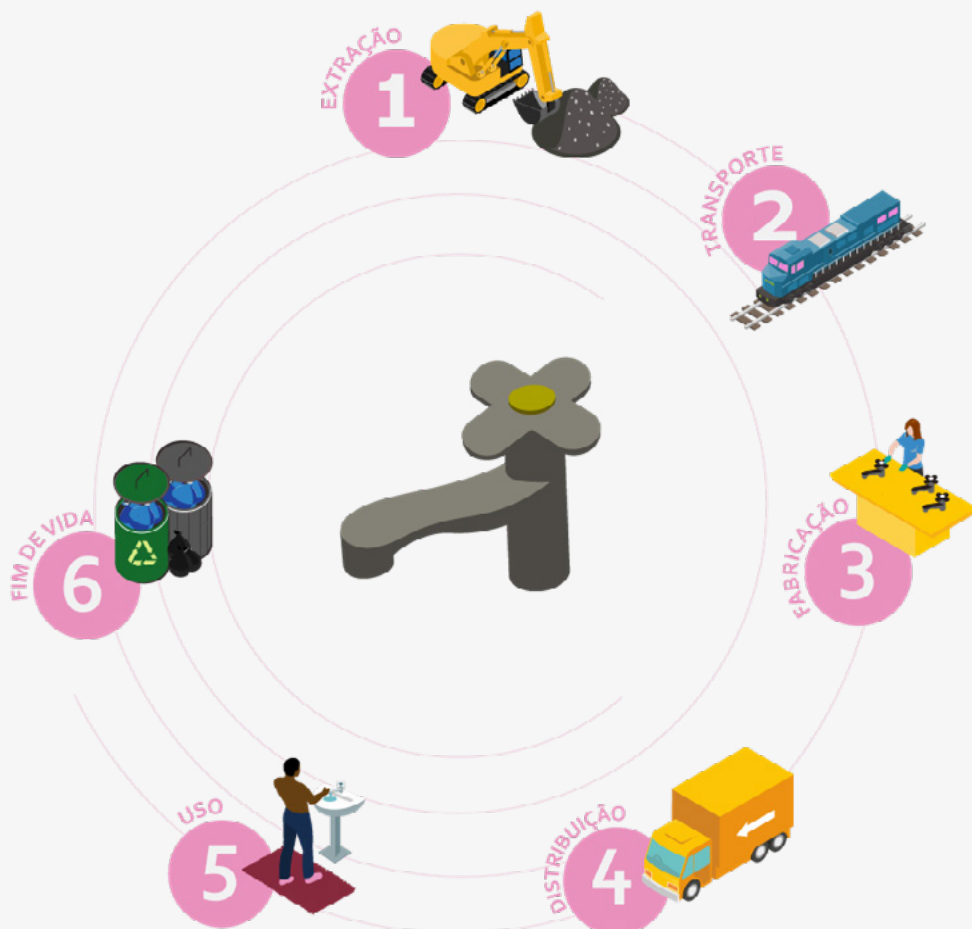
11

ciclo de vida da
**torneira de
latão**

Com um mercado que movimentava 600 milhões a cada ano, as torneiras ou metais hidrossanitários são produtos de uso massivo da população e exigem projetos de design e engenharia mecânica avançados. Esses produtos podem ser compostos por cobre, zinco e aço inox, porém, o mais comum é o uso do latão. Esse material, além de ser barato, apresenta facilidade de moldagem, resistência mecânica, resistência à corrosão, boa condutividade térmica e aceita muito bem processos como a niquelagem e a cromagem. Cobre e zinco formam a liga metálica do latão, que pode conter outros metais em sua composição. O ciclo de vida do latão envolve grandes gastos energéticos, consumo de água e impactos no solo em decorrência da extração dos metais.

11

ciclo de vida da torneira de latão



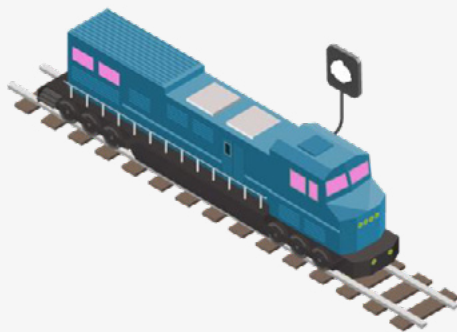
1

Extração



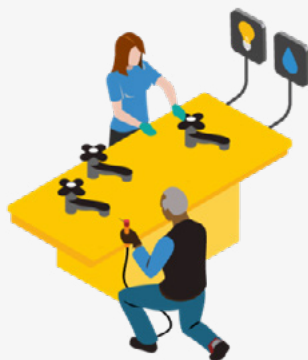
O Latão é composto por 60% de Cobre e 40% de Zinco. A mineração do cobre gera emissões de gases de efeito estufa, consumo eletro intensivo (1,3 GWh/ano) e grande quantidade de óleo e gás no processo de refino. Na etapa de beneficiamento ocorre contaminação dos lençóis freáticos e do solo e são utilizados grandes volumes de água para separar os rejeitos. A extração do zinco prejudica o solo e libera monóxido de carbono e dióxido de carbono, mesmos gases exalados pelos automóveis.

2 Trans porte



O escoamento do concentrado de cobre e do zinco produzido no Brasil é feito predominantemente por via ferroviária. Eficaz e pouco poluente, os trens são capazes de transportar mais material do que os caminhões. Em um comparativo, 360 caminhões poderiam ser substituídos por uma locomotiva com 100 vagões e um trem produziria 38% menos CO² do que um caminhão se estivessem transportando cargas iguais.

3 Fabri cação



Macharia

Nesta etapa os modelos tridimensionais das torneiras são produzidos com o uso de areia e resina fenólica. A areia de fundição pode ser reutilizada na sua produção até sua perda de propriedades, porém muitas vezes é despejada em locais indevidos como aterros comuns e áreas florestais.

Moldagem

As peças de areia (modelos) são colocadas em moldes de aço que podem ser reutilizados. A fabricação é feita pelo processo de fundição, com o latão sendo derretido a uma temperatura entre 900°C-940°C. Os resíduos de

fumaça são armazenados, evitando poluição. Estima-se que para cada tonelada de material produzido seja gerada igualmente uma tonelada de resíduos.

Acabamento

Depois de fundidas, as torneiras passam por processos de lixamento e banhos de cobre, níquel, cromo, zinco e uma variedades de metais. A liberação de pó metálico pode causar problemas dermatológicos e respiratórios nos trabalhadores e por isso deve ser recolhido. Esse processo é um dos mais importantes para a proteção da peça, porém, é responsável pela maior parte da contaminação de águas.

4

Distri buição



Após a confecção do produto, o escoamento é feito em sua grande parte por transporte rodoviário, gerando impacto pela emissão de CO₂ durante a queima de combustíveis.

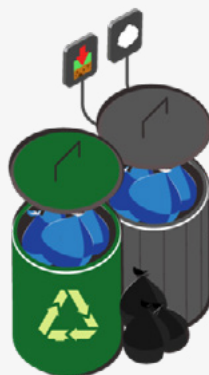
5 Uso



De acordo com Agência Nacional de Águas – ANA, a média nacional do consumo doméstico de água no Brasil é de 150 litros por pessoa, 40 litros acima do recomendado pela ONU. Para evitar o desperdício, algumas torneiras possuem arejadores que diminuem o volume líquido em até 50% e revestimentos que podem interferir no tempo de vida do produto. O design da torneira é determinante para auxiliar na diminuição do consumo de água na sua fase de uso. Atualmente, modelos inteligentes utilizam sensores para reconhecer a presença do usuário e limitam o tempo de uso.

6

Fim de vida



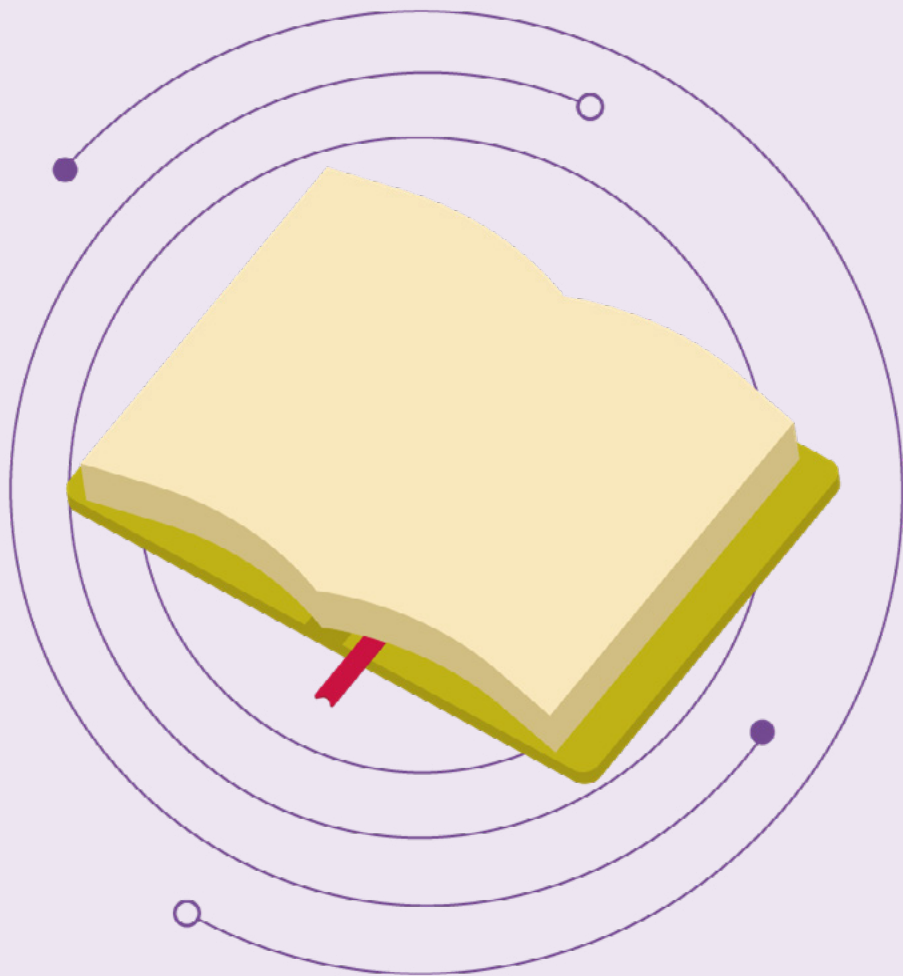
Alguns produtos de latão, a exemplo das torneiras, conseguem durar mais de 10 anos. O latão é uma das ligas metálicas não-ferrosas mais recicladas devido a seus componentes (Zinco e Cobre). As sucatas de latão podem ser recicladas e utilizadas na indústria de materiais elétricos, na produção de tomadas e conexões e até em bijuterias. Atualmente, 70% da produção mundial de zinco vem da extração mineral, enquanto os outros 30% do material é adquirido através da reciclagem de resíduos.



Para se inspirar...

O dispositivo **Isave Water indicator** foi projetado com o objetivo de o deixar consumo de água visível para encorajar as pessoas a usarem 20% menos água. Uma vez integrado a torneira, indica em um painel LED a quantidade de água utilizada a cada uso. Quando os números aparecerem na cor azul, o uso está racional. Números em vermelhos indicam excesso no uso da água. O dispositivo funciona com a energia gerada por uma turbina embutida.

| www.newlaunches.com/archives/isave_saves_precious_water.php |



12

ciclo de vida do **livro impresso**

Estudos apontam que até 2025, os e-books ocuparão 75% do todo o mercado de livros do mundo. Estariam os livros impressos com seus dias contados? Sugerimos que não, por dois fatores principais: 1) os livros impressos possuem seguidores fiéis e 2) os livros digitais não são totalmente mais ecológicos que os impressos.

A produção dos equipamentos para leitura de arquivos digitais (*Kindle*, por exemplo) assim como qualquer equipamento eletrônico, envolve diversos impactos de extração de recurso, distribuição entre países e o descarte final, sobretudo por se tornarem lixo eletrônico, um dos maiores problemas atuais da gestão de resíduos. Além disso, durante toda a fase de uso do leitor digital - que pode durar anos -, é necessário consumo de energia para alimentá-lo.

A verdade é que ainda não existe consenso sobre qual alternativa é a melhor para o meio ambiente, uma vez que ambos geram impactos de forma diferente nas fases do seu ciclo de vida.

12

ciclo de vida do livro impresso



1

Extração



No Brasil, o eucalipto é a madeira mais utilizada para extração da fibra de celulose. Estima-se que no país haja 5,5 milhões de hectares plantados, o equivalente a 7,5 milhões de campo de futebol. Por se tratar de uma monocultura, os impactos ambientais estão ligados ao empobrecimento do solo e distúrbios da fauna e flora. O Brasil, a China e a Indonésia são líderes mundiais em desmatamento de florestas virgens para plantação de eucalipto.

A extração da árvore de eucalipto ocorre após 6 anos do seu plantio aproximadamente. A árvore é cortada e descascada para então ser levada para indústria onde será tratada e extraída a celulose. Todo esse processo envolve muitas emissões no ar.

2 Transformação



O processo de transformação das cascas de árvores na pasta de papel que dará origem as folhas está separado em dois grandes etapas: lavagem e branqueamento. A lavagem das cascas para separar a celulose da Lignina (macromolécula encontrada nas árvores responsável pela rigidez do tronco) envolve diversos processos químicos, altas temperaturas e alta pressão.

Esse processo produz uma pasta de cor escura que necessita ser branqueada com auxílio de vários produtos químicos, entre eles o cloro. Processos de branqueamento menos poluentes sem cloro já existem no mercado. A pasta recebe então cargas extras de componentes minerais, colas, agentes para reforçar a

resistência, corantes e outros produtos químicos para ser então prensada, seca e transformada em folhas que serão entregues em bobinas.

Todo esse processo de transformação consome grandes quantidades de água, energia e emissões poluentes e tóxicas no ar e nas águas. Uma única folha de papel A4 consome 10 litros de água para ser fabricada. Uma resma (500 folhas) consome 5000 litros, água suficiente para tomar 330 banhos de 15 litros em média.

Em alguns países da Europa as fábricas de papel já são obrigadas a limitar o uso de químicos e tratar corretamente seus efluentes.

3 Produção



A produção de um livro começa pelo computador no processo de edição completa do arquivo. Este arquivo digital vai possibilitar a gravação de placas de alumínio que servirão para imprimir o papel. A tinta usada para impressão é uma mistura de óleos minerais, essências, álcool, resinas, etc. Já existem no mercado tintas de base vegetal, com bem menos elementos tóxicos.

Toda a impressão envolve o uso de solventes tóxicos como o benzeno e soluções alcoólicas para limpeza de máquinas e umidificação do papel. É também um processo que exige grande consumo de energia.

4

Distri buição



Após o término da produção, os livros são embalados individualmente com plástico virgem transparente, agrupados em lotes dentro de caixas para então serem distribuídos para livrarias e centros de distribuição. Geralmente são transportados pelas rodovias em caminhões, que por sua vez geram impacto ao poluírem o ar com os gases emitidos pelos motores dos veículos.

5 Uso



O período de uso de um livro pode chegar a centenas de anos, a depender do manuseio e modo de conservação, mas em casos ordinários um livro pode chegar a 50 anos sem dificuldades. A fase de uso de um livro impresso não gera impacto ambiental pois não é necessário uso de recursos para utilizá-lo.

6

Fim de vida



Por possuírem uma vida longa, os livros impressos podem ser revendidos ou doados várias vezes, prolongando bastante a fase de uso e retardando sua chegada à fase de fim de vida.

Quando a leitura já não é mais possível, os livros podem ser enviados para a reciclagem onde serão triturados e transformados em papel novamente. Ao reciclar 1 tonelada de papel são economizados 2,5 barris de petróleo, 98 mil litros de água e 2500 Kw/h de energia elétrica. A produção de papel reciclado consome 2,7 vezes menos energia e 5 vezes menos água.



Para se inspirar...

A plataforma de consumo colaborativo **Bookshare** foi criada para facilitar o empréstimo de livros impressos entre amigos e desconhecidos da mesma cidade. Para fazer parte da plataforma, basta se cadastrar no site e criar sua estante virtual com livros que podem ser emprestados. A plataforma possui filtros de seleção, controla o tempo de empréstimo e faz a classificação de usuários de acordo com sua conduta. Trocar mais e comprar menos é uma excelente conduta para prolongar a vida dos livros impressos.

| www.bookshare.com.br |

Se você deseja saber mais sobre os Ciclos de Vida dos produtos aqui apresentados não deixe de consultar nossa ampla lista de referências ao final do livro separada por produto para facilitar sua pesquisa.



Agradecimentos

Esta obra é fruto do esforço coletivo de várias pessoas e instituições. Aos quatro estudantes do Curso de Design da UFPB que sempre trabalharam com afinco nas pesquisas e produção do livro, ao CNPq, órgão que forneceu as bolsas de Pesquisa através dos Programas PIBIC e PIVIC, ao Curso de Design e a Universidade Federal da Paraíba através da Pró-reitora de Pesquisa (PROPesq), meus sinceros agradecimentos e respeito.



Nota sobre os autores

Organizador:

Kléber da Silva Barros é Designer, Doutor em Engenharia Industrial (2017) pela *Université Grenoble Alpes* (UGA - Grenoble, França). Pesquisador em EcoInovação e professor do Departamento de Design da Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Coordenador do projeto de Iniciação Científica ‘Lifespan: Conhecendo a vida dos produtos’, cuja pesquisas deram origem a este livro.

Discentes colaboradores:

Redlhey Michael Andrade Maciel é Bacharel em Design pela UFPB. Foi pesquisador do Projeto de Iniciação Científica PIBIC-CNPq entre 2018 e 2019. Colaborador no projeto gráfico e ilustrações do livro.

Thais Gabrielle de Sousa Golzio é Bacharel em Design pela UFPB. Foi pesquisadora do Projeto de Iniciação Científica PIBIC-CNPq entre 2018 e 2019. Colaboradora nas fases de pesquisas de conteúdo do livro.

Cecilia Adriele Simões Noca da Silva, é aluna do Curso de Bacharelado em Design da UFPB. Pesquisadora do Projeto de Iniciação Científica PIBIC-CNPq entre 2019 e 2020. Colaboradora nas fases de pesquisas de conteúdo do livro.

Marcillyo Carneiro de Lima, é aluno do Curso de Bacharelado em Design da UFPB. Pesquisador do Projeto de Iniciação Científica PIBIC-CNPq entre 2019 e 2020. Colaborador no projeto gráfico e ilustrações do livro.

Referências

Textos introdutórios:

BARROS, Kléber da Silva. **Identification of the environmental impacts contributors related to the use of Additive Manufacturing technologies**. Tese de Doutorado. Université Grenoble Alpes – UGA, 2017.

BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W. **Cradle to Cradle: criar e reciclar ilimitadamente**. Farrar, Straus and Giroux, 2002.

FRY, Tony. **Design as politics**. Loomsbury UK Academic, Londres, 2010.

ISO 14040. **Environmental management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework**. International Organization for Standardization. Genève, Switerland, 2006.

TEULON, Hélène. **Le guide de l'Eco-Innovation: Eco-concevoir pour gagner em competitivité**. Eyrolles, França, 2014.

LOBACK, B. **Design Industrial: Bases para a configuração de produtos industriais**. Edgard Blucher, 2001.

Ciclo de vida da camiseta:

BELTRÃO, N.E. de M. *et al.* **Algodão agroecológico:** opção de agronegócio para o semiárido do Brasil. Embrapa Algodão-Documents (INFOTECA-E), 2009.

FOSSATI, M.; FRANCESONE, E. **Cartnet de Vie d'un T-Shirt.** ADEME - Agence de l'Environnement de la Maîtrise de l'Energie. França, 2013

INSECTA. **30 dias sem lixo. Rastreador de hábitos.** E-Book. Disponível em: <<https://insectashoes.com/collections/ebooks>>. Acesso em: 19 Jun 2020.

INSTITUTO C&A. **Lançado relatório sobre o abuso de produtos químicos no cultivo do algodão.**

Atualizado em 11 outubro 2017. Disponível em: <<https://www.institutocea.org.br/noticias/noticias/2017/10/lanado-relatorio-sobre-o-abuso-de-produtos-quimicos-no-cultivo-do-algodo>>. Acesso em: 30 Ago 2018.

MELO, Tristana Veras de. **Têxteis orgânico - nova moda,** Tese de Doutorado. Universidade do Minho, 2009.

PINHEIRO, Eliane; DE FRANCISCO, Antonio Carlos. **O desempenho ambiental e o descarte de resíduos têxteis nas indústrias de confecções: uma abordagem teórica.** Revista Sustentabilidade e Responsabilidade Social, p. 41, pdf. 2013.

SANTOS, Adriana de Paula Lacerda; FERNANDES, Diego Sanches. **Análise do impacto ambiental**

gerados no ciclo de vida de um tecido de malha.
Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v. 4, n.
7, p. 1-17, 2012.

Ciclo de vida da calça jeans:

ASSAD, F. T. *et al.* **Processamento do Algodão para a Produção Têxtil.** Encontro de Engenharia da Produção Agroindustrial, Campo Mourão, PR, nov./2010. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/anais/iv_eepa/data/uploads/12agroindustria/12-02-com-autores>. pdf. Acesso em: 12 mai. 2020.

FASHIONUNITED. **Uma única calça jeans gasta mais de 5 mil litros de água, diz Vicunha Têxtil.** Disponível em: <<https://fashionunited.com.br/news/fashion/uma-unica-calca-jeans-gasta-mais-de-5-mil-litros-de-agua-diz-vicunha-textil-1562334624/20190705100093>>. Acesso em: 11 mai. 2020.

FOSSATI, Mônica; FRANCESCONE, Emillie. **Carnet de Vie d'un Jean.** ADEME - Agence de l'Environnement de la Maîtrise de l'Energie, França, 2016.

LEVI'S. **História e Legado.** Disponível em: <<https://www.levi.com.br/institucional/sobrenos/historia-legado>>. Acesso em: 14 mai. 2020.

MORITA *et al.* **Avaliação do Ciclo de Vida da Produção de Calça Jeans.** International Workshop Advances in Cleaner Production, São Paulo, mai./2017. Disponível em: <<http://www.advancesincleaner>

production.net /sixth/files/sessoes/5A/1/morita
_am_et_al_academic>. pdf. Acesso em: 14 mai. 2020.

MORITA, Amelia Masae. **Avaliação de impactos ambientais do setor têxtil por meio da ACV (Avaliação do Ciclo de Vida) estudo de caso: Calça Jeans.** Universidade Estadual de Maringá, Maringá, p. 51, fev./2013. Disponível em: <<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/3687/1/000224297.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2020.

URBAN, M. L. D. P. *et al.* **Desenvolvimento da produção de têxteis de algodão no Brasil.** Informações Econômicas, SÃO PAULO, dez./1995. Disponível em: <[http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/tec1-1295](http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/tec1-1295.pdf)>.pdf. Acesso em: 12 mai. 2020.

Ciclo de vida do calçado de couro:

AIRES, L. **Compostos químicos impermeabilizantes são extremamente tóxicos.** ECYCLE. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/6-atitude/1342-compostos-quimicos-impermeabilizantes-sao-extremamente-toxicos.html>>. Acesso em: 05 Fev 2019.

DESIGN LIFE-CYCLE. **Leather.** Disponível em: <<http://www.designlife-cycle.com/leather>>. Acesso em: 10 Jul 2019

ECYCLE. **Quais marcas são deixadas no meio ambiente ao se comprar um par de botas de**

couro?. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/63-meio-ambiente/3755-pegada-ambiental-botas-couro-impactos-gerados-meio-ambiente-curtumes-poluidores-solo-agua-planeta-toxico-gado-insustentavel.html>>. Acesso em: 10 Jul 2019.

GOTTFRIDSSON, M.; ZHANG, Y. **Environmental impacts of shoe consumption-Combining product flow analysis with an LCA model for Sweden**. Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, 2015.

INSECTA SHOES. **Por que não couro?**. Atualizado em 09 maio 2016. Disponível em: <<https://www.insectashoes.com/blog/por-que-nao-couro/>>. Acesso em: 3 Jan 2019.

REICHERT, I. K. e SCHMIDT, M.R. **Dossiê Técnico: Aplicação do conceito de Ecodesign em calçados**. Centro Tecnológico do Calçado, SENAI-RS, 2006.

SCHULTE, Neide Köhler; LOPES, Luciana Dornbusch. **Sustentabilidade ambiental: um desafio para a moda**. Moda Palavra. E-periódico, v. 1, n. 2, 2008.

TARANTOLA, A. **Como o couro está matando lentamente as pessoas e lugares que o produzem**. GIZ MODO, 15 novembro 2014. Disponível em: <<https://gizmodo.uol.com.br/couro-giz-explica/>>. Acesso em: 01 Jul 2019.

Ciclo de vida da cadeira de plástico:

ABIPLAST. **O avanço chinês no setor da indústria da transformação do plástico.** Disponível em:

<http://file.sindiplast.org.br/download/o_avanco_chines.pdf>. Acesso em: 30 Mai 2019.

ECYCLE. **Ciclo de vida do plástico: o que é e como otimizá-lo.** Disponível em:

<<https://www.ecycle.com.br/7087-ciclo-de-vida-do-plastico.html>> Acesso em: 11 jun. 2020.

MOVIMENTO PLÁSTICO TRANSFORMA. **Processo de Injeção do plástico.** Disponível em:

<<http://www.plasticotransforma.com.br/processo-de-injecao-do-plastico>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

OEI. **Petróleo e seus efeitos no meio ambiente.**

Organización de Estados Iberoamericanos. Divulgación y Cultura Científica Iberoamericana. Disponível em:

https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/reportajes_047.htm> Acesso em: 30 Mai 2019.

PIATTI, Tania Maria; RODRIGUES, R. A. F. **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais.**

Conversando sobre Ciências em Alagoas, Maceió, jun./2005. Disponível em:

<[http://www.usinaciencia.ufal.br/multimedia/livros-digitais-cadernos-tematicos/Plasticos_caracteristicas_usos_producao_e_impactos_ambientais](http://www.usinaciencia.ufal.br/multimedia/livros-digitais-cadernos-tematicos/Plasticos_caracteristicas_usos_producao_e_impactos_ambientais.pdf)>. pdf. Acesso em: 17 jun. 2020.

Ciclo de vida do óculos de sol:

ECYCLE. **Óculos são recicláveis?** Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/46-diversos/97-reciclagem-oculos.html>>. Acesso em: 27 mai. 2020.

EOTICA. **Conheça os materiais antes de escolher suas armações.** Disponível em: <<https://www.eotica.com.br/blog/conheca-os-materiais-antes-de-escolher-suas-armacoes>>. Acesso em 07 Jul 2020.

MOVIMENTO PLÁSTICO TRANSFORMA. **Processo de Injeção do plástico.** Disponível em: <<http://www.plasticotransforma.com.br/processo-de-injecao-do-plastico>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

ÓPTICA OFTÁLMICA. **Armações e montagem de lentes oftálmicas.** Disponível em: <<http://webx.ubi.pt/~smogo/disciplinas/alunos/armacoes.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

SARIEDDINE, Yasser Regis. **Geek Eye Glass: Óculos.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, mar./2013. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/11113/1/YRSarieddine.pdf>>. Acesso em: 13 mai. 2020.

Ciclo de vida do smartphone:

ABIDE. Quais são os impactos ambientais de um smartphone? Atualizado em 3 novembro 2015. Disponível em: <<http://abides.org.br/o-conteudo-do-ecodesenvolvimento-org-esta-sob-licenca-creative-commons-para-o-uso-dessas-informacoes-e-preciso-citar-a-fonte-e-o-link-ativo-do-portal-ecod-httpwww-ecodesenvolvimento-orgposts201-5/>>. Acesso em: 15 Jul 2019.

CAMARGO, S. Dez anos depois: o impacto dos smartphones sobre o planeta. Conexão planeta, 30 março 2017. Edição 195. Disponível em: <<http://conexaoplaneta.com.br/blog/dez-anos-depois-o-impacto-dos-smartphones-sobre-o-planeta/>>. Acesso em: 15 Jul 2019.

E-CYCLE. Impacto dos smartphones no planeta é maior do que se podia imaginar. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/13-consuma-consciencia/6379-perigo-do-celular-aumento-das-emissoes-de-co2-pelos-smartphones.html>> Acesso em 12 Maio 2019.

E-CYCLE. O que é pegada de carbono? Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/3874-pegada-carbono.html>> Acesso em 07 julho 2020.

FRANÇA, G.L.P.; BARROS, L.J.R. Situação atual de resíduos eletrônicos no Brasil. Revista Interface Tecnológica. Pag. 96 – 104. V. 14, 2017.

PURE ARTH; GREEN GROSS. **2016 World's Worst Pollution Problems**. Report, 2016.

TRIGO, A.; ANTUNES, T.; BALTER, R. **Uma visão Sustentável dos resíduos eletroeletrônicos de aparelhos de celular**. In: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Salvador/BA. 2013.

VISONI, C. **Como nascem os celulares**. 26 outubro 2011. Disponível em: <<http://conectarcomunicacao.com.br/blog/93-como-nascem-os-celulares/>>. Acesso em: 16 Jul 2019.

Ciclo de vida do móvel de MDF:

DE CAMPOS, T. M. P. **Desafios para aplicação da metodologia do Berço-ao-berço ao ciclo de vida de móveis de MDF e MDP**. Tese de Doutorado. PUC-Rio, 2012.

GRANDINI, C. P. **Rastreamento do formol na produção de MDF E MDP a partir da madeira**. Trabalho de Conclusão de Curso – UFRG. Rio Grande, p. 58. 2014.

RIBEIRO, Amanda, *et al.* **Avaliação do Ciclo de Vida do MDF**. In: Simpósio de Engenharia de Produção. 2016.

WEBER, Cristiane; IWAKIRI, Setsuo. **Utilização de resíduos de compensados, MDF e MDP para produção de painéis aglomerados**. In: Ciência Florestal, v. 25, n. 2, p. 405-413, 2015.

Ciclo de vida das sacolas plásticas:

BARBOSA, L.A. et al. **Polietileno de baixa densidade - PEBD: mercado, produção, principais propriedades e aplicações**. Revista Espacios, Vol. 38, nº 17, pag. 10, 2016.

ECYCLE. **Ciclo de vida do plástico: o que é e como otimizá-lo**. Disponível em:
<<https://www.ecycle.com.br/7087-ciclo-de-vida-do-plastico.html>> Acesso em: 11 jun. 2020.

ESTADÃO. **País produz 18 bilhões de sacolas plásticas**. Disponível em:
<<https://emails.estadao.com.br/noticias/geral,pais-produz-18-bilhoes-de-sacolas-plasticas,330554>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

FORBES. **Petrobras é a 10ª maior petroleira do mundo em 2018**. Disponível em: <<https://forbes.com.br/negocios/2019/05/petrobras-e-a-10a-maior-petroleira-do-mundo-em-2018/>>. Acesso em: 9 jun 2020.

HISTÓRIA: **Direto ao assunto. Episódio: plásticos**. Produção: Netflix. Estados Unidos, 2020.

PIATTI, Tania Maria; RODRIGUES, R. A. F. **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais**. Conversando sobre Ciências em Alagoas, Maceió, jun./2005. Disponível em:
<http://www.usinaciencia.ufal.br/multimedia/livros-digitais-cadernos-tematicos/Plasticos_caracteristicas_

usos_producao_e_impactos_ambientais>. pdf. Acesso em: 17 jun. 2020.

SANTOS, A. S. F.; MANRICH, S. et al. **Sacolas Plásticas: Destinações Sustentáveis e Alternativas de Substituição**. Scielo. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/po/2012nahead/aop_0884.pdf>. Acesso em: 08 Jul 2020.

Ciclo de vida da embalagem cartonada:

ABRALATAS. **Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio**. Disponível em: <<http://www.abralatas.org.br/>>. Acesso em 11 Jun 2020.

TETRA Pack em números. **Tetrapack**, 2020. Disponível em: <www.tetrapak.com/br/about/facts-figures>. Acesso em: 11 Jun 2020.

MARCOS, C.B.; KNIES, C.T.RUIZ, M.S.; **Produção, consumo e inovação sustentável das embalagens tetrapack na fabricação de telhas**. XX Engema - Encontro Internacional sobre Gestão Ambiental e Meio Ambiente, 2018.

Ciclo de vida da garrafa e vidro:

ABRALATAS. Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio. Disponível em:

<<http://www.abralatas.org.br/>>. Acesso em 11 Jun 2020.

CEMPRE. Vidro. Disponível em:

<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/6/vidro>. Acesso em: 13 jul. 2020.

ECYCLE. Como reciclar garrafas de vidro?.

Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/228-como-reciclar-garrafas-de-vidro>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

FIGUEIREDO, Ricardo Augusto Martins.

Caracterização de areias silicosas e de rejeitos de mineração para uso em processos de fundição.

2017. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

MATERIOTECA SUSTENTÁVEL. Vidros. Disponível em:

<<https://materioteca.paginas.ufsc.br/vidros/>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

SUPER INTERESSANTE. Como é feito o vidro?.

Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-e-feito-o-vidro/>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

Ciclo de vida da torneira em metal:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA FERROVIÁRIA. **Logística: Trem versus Caminhão.**

Disponível em: <<https://abifer.org.br/en/logistica-trem-versus-caminhao/>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

BM FUNDIÇÃO. **Latão.** Disponível em: <<http://www.bmfundicao.com.br /2.php>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

ESCOLA BRITANNICA. **Latão.** Disponível em: <<https://escola.britannica.com.br/artigo/lat%C3%A3o/480840>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

INSTITUTO DE METAIS NÃO FERROSOS. **Características Técnicas do Zinco.** Disponível em: <<http://www.icz.org.br/zinco-caracteristicas-tecnicas.php>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

INSTITUTOS DE METAIS NÃO FERROSOS. **O Zinco e o Meio Ambiente.** Disponível em: <<http://www.icz.org.br/zinco-meio-ambiente.php>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

LUZ, A. B. D; LINS, F. A. F. **Rochas e Minerais Industriais: Usos e Especificações.** 2. ed. Rio de Janeiro: Adão Benvindo da Luz e Fernando Antônio Freitas Lins, 2008. p. 103.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Poluentes Atmosféricos.** Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades->

sustentaveis/qualidadedoar/poluentes - atmosfericos.html>. Acesso em: 13 jul. 2020.

Ciclo de vida do livro impresso:

CASSARO, Juliana Cristina da Silva; REZENDE, Edson José Carpintero. **Livro impresso e digital – impactos ambientais e possibilidades.** Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233), [S.l.], v. 7, n. 1, p. 127-140, abr. 2017. ISSN 2318-3233. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/1190>>. Acesso em: 03 jun. 2020

EMBRAPA. **TT Florestal: O Eucalipto.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/eucalipto>>. Atualizado em 2019. Acesso em: 10 jul.2020.

FUTURA PLANÈTE. **Dossier - La fabrication du livre et son impact écologique.** Terre Vivante. Disponível em: <<https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/developpement-durable-fabrication-livre-son-impact-ecologique-1335/page/5/>>. Atualizado em 2015. Acesso em: 10 Jul. 2020.

SUPER INTERESSANTE. **Feitos para não durar.** Disponível em: <<https://super.abril.com.br/comportamento/feitos-para-nao-durar/>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

Este livro contém ilustrações originais e outras advindas de recursos do Freepik.com.



Este livro foi diagramado pela
Editora UFPB em 2020, utilizando
as fontes Corbel e Cambria.

