

Secretaria  
de Educação e  
Esportes



GOVERNO DE  
**PER  
NAM  
BU**CO  
ESTADO DE MUDANÇA

## Unidade Curricular

# Construções e Invenções Sustentáveis

**PERNAMBUCO**

**Secretária de Educação e Esportes**

Ivaneide Dantas

**Secretária Executiva Planejamento e Coordenação**

Mônica Maria Andrade

**Secretária Executiva de Desenvolvimento da Educação**

Tárcia Regina da Silva

**Secretário Executivo de Ensino Médio e Profissional**

Gilson Alves do Nascimento Filho

**Secretário Executivo de Administração e Finanças**

Gilson Monteiro Filho

**Secretário Executivo de Gestão da Rede**

Igor Fontes Cadena

**Secretário Executivo de Esportes**

Leonídio

## Equipe de elaboração

*Milton Matos Rolim*

## Equipe de coordenação

Gerente de Políticas Educacionais do Ensino Médio (GGPEM/SEDE)

*Janine Furtunato Queiroga Maciel*

Gestor Pedagógico (GGPEM/SEDE)

*Rômulo Guedes e Silva*

Chefe da Unidade do Ensino Médio (GGPEM/SEDE)

*Andreza Shirlene Figueiredo de Souza*

## Revisão

*Ana Caroline Borba Filgueira Pacheco*

*Ana Karine Pereira de Holanda Bastos*

## Sumário

<b>1. Apresentação</b>	<b>4</b>
<b>2. Matéria prima</b>	<b>7</b>
Orientações para realização de atividades	10
<b>3. Construção Sustentável</b>	<b>11</b>
Orientações para realização de atividades	17
<b>4. Conforto</b>	<b>18</b>
Orientações para realização de atividades	21
Orientações para avaliação	22
<b>5. Referencial Bibliográfico</b>	<b>23</b>

## I. Apresentação

Prezado/a professor/a.

A unidade curricular *Construções e Invenções Sustentáveis* encontra-se na *Trilha formativa: Meio Ambiente e Sociedade* e tem como base dois eixos estruturantes: *Processos Criativos e Mediação e Intervenção Sociocultural*.

*Processos Criativos* - (EMIFCNT06PE) Propor e desenvolver ecoestratégias estéticas, produtivas e inovadoras para a criação, implantação e manutenção de soluções sustentáveis com ou sem o uso de tecnologias digitais; aplicar o conceito de design thinking para contribuir na construção de protótipos, dispositivos e/ou equipamentos que promovam uma melhor qualidade de vida e a conservação dos recursos naturais.

E, ainda:

*Mediação e Intervenção Sociocultural* - (EMIFCNT08PE) Selecionar e mobilizar conhecimentos e recursos relacionados a ecoestratégias para propor ações individuais e/ou coletivas, levando em consideração formas modernas e sustentáveis em processos de mediação e intervenção sobre problemas socioculturais e problemas ambientais.

A partir desses pressupostos, esta **Unidade Curricular** apresenta, na **ementa**, os seguintes tópicos a serem abordados pelo(a) professor(a) de Física, Biologia ou Química, ao longo da sua prática pedagógica:

- Estudo de matérias-primas, das suas origens, dos descartes e do seu reaproveitamento.
- Seleção de modelos inovadores na construção civil que utilizem de modo sustentável a matéria prima.
- Sistematização e gestão de grandezas físicas que interferem no conforto residencial do usuário e economia de recursos.
- Construção de um protótipo sustentável criativo que permita uma melhor qualidade de vida e conserve os recursos naturais.

Importante considerar, também que, na Formação Geral Básica (FGB), nas ciências da natureza, consta uma proposta de estudo da sustentabilidade, de modo que o estudante tenha compreensão de sua importância para o ser humano, tendo em vista os efeitos produzidos pelas escolhas fundamentadas em função de interesses pessoais e coletivos.

Na Unidade Curricular *Construções e Invenções Sustentáveis*, esta temática é retomada a fim de que o estudante tenha a oportunidade de aprofundar os conhecimentos científicos acerca do uso dos recursos naturais e sustentabilidade que permeiam diversas práticas sociais na contemporaneidade.

Para auxiliar a abordagem dos tópicos que constam na ementa, apresentamos este material de apoio. Nele, temas e conceitos são explicitados a fim de colaborar para a ação no tocante ao ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza em pauta. Vale lembrar que esse material configura-se como uma possibilidade de percurso formativo e não um modelo engessado.

Boa leitura!

## 2. Matéria Prima

Neste item deve ser estudado a parte da ementa que diz “*Estudo de matérias-primas, das suas origens, dos descartes e do seu reaproveitamento*”. Em quarenta anos o mundo passou de 22 para 70 bilhões de toneladas o consumo de matéria prima. “*O ritmo alarmante em que estamos extraindo materiais já está tendo um grave impacto sobre a saúde humana e a qualidade de vida das pessoas*”, foi a declaração da co-presidente do IRP (Painel Internacional de Recursos). “*Isso demonstra que os padrões imperantes de produção e consumo são insustentáveis*”, completou. Países mais ricos utilizam duas vezes mais matéria prima que a média mundial e 10 vezes mais que aqueles mais pobres (FUNVERDE, 2016).

A capacidade da Terra em nos fornecer matérias primas não é infinita, por isso os recursos naturais não são inesgotáveis. Além disso, a exploração de matéria prima e o seu processamento causam grandes impactos ambientais, como poluição, grande utilização de água e energia.

Segundo Tajiri, Cavalcanti e Potenza (2012, p. 60), “*A construção civil é responsável pelo consumo de 40% de todos os recursos extraídos da natureza*”. Isso por si só diz muito sobre a importância de construções sustentáveis.

Mantido os padrões atuais de extração e consumo e cumprida a expectativa de crescimento demográfico global neste século, em 2050 precisaríamos extrair mais de 180 bilhões de toneladas de matéria-prima para satisfazer a demanda de nove bilhões de habitantes. Esse montante representa o triplo do consumo atual de matéria-prima e provavelmente elevaria a acidificação e a eutrofização dos solos e da água em todo o mundo, aumentaria a erosão do solo, e produziria maiores volumes de resíduos e mais contaminação tóxica, (FUNVERDE, 2016).

Metax (2022), sugere:

Considere o ciclo de vida dos materiais usados no processo construtivo, desde a sua extração, processamento, transporte, utilização e descarte.

- A aquisição de materiais reciclados reduz o consumo de matéria-prima virgem
- A escolha por fornecedores próximos movimenta a economia local e reduz os impactos com transporte
- Priorize fabricantes que tenham implantado melhorias no impacto de ciclo de vida de seus produtos. (Metax, 2022)

### ➤ O ferro

*Mineração*

Segundo Sousa(2023), os principais impactos ambientais associados à mineração de ferro são: a) O **desmatamento**, principalmente em Minas Gerais no Quadrilátero Ferrífero que abrange parte do Bioma Mata Atlântica, cuja parte das áreas remanescentes de Mata Atlântica são de propriedade das mineradoras. Na exploração, a vegetação é suprimida para lavra a céu aberto com exposição dos solos perdendo a fertilidade e exposição ao processo de erosão. Outro problema, são as barragens antigas de contenção que estão sujeitas ao rompimento levando a danos como ocorrido em Mariana e Brumadinho; b) **Poluição das águas** devido a lama produzida que requer a construção de barragens de contenção dos rejeitos e evitar a contaminação dos recursos hídricos por produtos químicos; c) **Poluição atmosférica**, causada pela utilização de explosivos que emitem poluentes; d) **Poluição sonora**, causada pelas explosões(Sousa, 2023).

Na relação do item anterior faltou um impacto muito importante, a utilização de máquinas movidas a combustíveis fósseis na mineração.

### *Reciclagem*

Conforme Globo Verde(2023), agentes do setor de construção civil demonstram como a cadeia de reciclagem do aço(ferro de construção) é fundamental para a construção sustentável e aos envolvidos. O aço, ou a liga de ferro com carbono aparece em ao menos nove projetos de cada dez. Ele é considerado um dos mais recicláveis e reciclados do mundo, destacando-se uma notável característica: se transforma em novo aço, não perdendo suas qualidades originais. Pode ser reaproveitado 100%, sendo extremamente durável e versátil, sendo muito utilizado pela construção civil.

De acordo com o Instituto Aço Brasil, quase 30% do material fabricado hoje no país nasce da reciclagem. Ainda, segundo o Centro Brasileiro da Construção em Aço(CBCA), estudos demonstram a possibilidade do uso de coprodutos – materiais resultantes da produção de aço – na indústria da construção com a pavimentação de estradas, indústria cerâmica, agricultura e, inclusive, na fabricação de cimento e concreto. Os principais coprodutos e resíduos gerados são escórias de alto-forno e aciaria e pós e lamas de sistemas de controle atmosférico(Globo Verde, 2023).

Mas nem tudo é perfeito e ainda existem problemas com a reciclagem de aço da construção civil.

Apesar de benéfica para diferentes setores, reciclar o aço no Brasil não tem sido atividade das mais simples. Para Levi Torres, ambientalista, consultor ambiental, coordenador da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição(Abrecon) e um de nossos colunistas, o maior desafio no aumento do valor das sucatas de aço é a impureza, isto é, resíduos de tinta, plástico, alumínio e outros. Essa característica dificulta consideravelmente o recebimento e a reciclagem do material(Globo Verde, 2023).



➤ **Areia**

A areia pode ser extraída de três maneiras: a) fossa seca, em minas; b) área de várzea, em áreas de água muito baixa e c) leito de cursos d'água. Todas as formas causam impacto ambiental pela modificação do ambiente. A reciclagem da areia é feita junto com a reciclagem dos restos de construção.

➤ **Cimento**

O cimento é formado pela reação térmica da mistura de dois componentes básicos: calcário(carbonato de cálcio) e argila(silicatos de alumínio e ferro). É a partir destas matérias-primas que são extraídos os óxidos necessários para sua hidratação. O carbonato de cálcio( $\text{CaCO}_3$ ) aquecido em alta temperatura forma a cal ( $\text{CaO}$ ) e libera  $\text{CO}_2$  para a atmosfera. Já da argila são extraídos os óxidos  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

A produção de cimento causa impactos ambientais nas várias fases de seu processo de produção. Desde a extração(supressão de vegetação, ruído, poeira, vibrações) até a industrialização(poluição atmosférica, utilização de grande quantidade de energia etc.) e o descarte dos resíduos. Segundo Guerra(2020) a indústria do cimento responde por 6% de todas as emissões de  $\text{CO}_2$  antropogênicas.

Guerra(2020) apresenta um estudo da UFBA, que busca diminuir o impacto da indústria do cimento pela substituição parcial do calcário e argila por resíduos da construção civil(RCC).

Como no caso citado acima, existem outras iniciativas de aproveitamento dos RCC visando diminuir o impacto ambiental da construção civil.

➤ **Outros materiais**

Os materiais utilizados na construção civil não se resumem ao ferro, à areia e ao cimento. Temos tubos de PVC, madeira, esquadrias de alumínio, tintas etc. Alguns desses materiais podem ser reciclados separadamente, se forem segregados adequadamente. O professor e os alunos poderão buscar maiores informações sobre os materiais da construção civil, sua exploração e destinação final, se houver interesse para o desenvolvimento da Unidade Curricular.

➤ **Resíduos da Construção Civil em geral**

De acordo com BRASIL(2010), a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010, artigo 13 item h), os resíduos da construção civil são “*aqueles gerados nas*

*construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis”.*

Na norma ABNT NBR 15113:2004, consta:

1.1 Esta Norma fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil classe A e de resíduos inertes.

1.2 Esta Norma visa a reservação de materiais de forma segregada, possibilitando o uso futuro ou, ainda, a disposição destes materiais, com vistas à futura utilização da área.

1.3 Esta Norma visa também a proteção das coleções hídricas superficiais ou subterrâneas próximas, das condições de trabalho dos operadores destas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas.(ABNT, 2004)

A lei 12.305/2010 e a norma ABNT NBR 15113: 2004, são de extrema importância para o planejamento de uma construção sustentável, pois traz os pré requisitos mínimos para a construção ser considerada ambientalmente adequada. É importante pensar que, no aspecto ambiental, a construção sustentável deve ir muito além do mínimo da legislação e das normas, buscando soluções inovadoras que a coloquem acima do nível mínimo previsto, em termos de sustentabilidade.

Professor/a, para saber mais sobre resíduos da construção civil, clique no link a seguir e tenha acesso ao vídeo “Como RECICLAR CONCRETO? O que é CONCRETO RECICLADO? CONCRETO RECICLADO e suas aplicações”.

Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=k-L\\_Hn0bkSw](https://www.youtube.com/watch?v=k-L_Hn0bkSw)

## Orientações para realização de atividades

Neste tópico é importante lembrar o foco pedagógico “*Diagnóstico da realidade sobre a qual se pretende atuar, incluindo a busca de dados oficiais e a escuta da comunidade local para seleção de modelos inovadores na construção civil que utilizem, de modo sustentável, a matéria prima*”.

Conforme as possibilidades da escola, o professor poderá construir com os alunos desde uma simples pesquisa bibliográfica, até fazer visitas à mineração, indústria de cimento e da reciclagem de resíduos da construção civil - RCC.

O importante é que os alunos tenham a oportunidade de conhecer os diversos materiais da construção civil, sua exploração, impactos ambientais e alternativas de reaproveitamento e reciclagem. Vídeos do youtube são uma fonte de informação importante para iniciar a pesquisa.

### 3. Construção Sustentável

Neste item devem ser desenvolvidos objetos de conhecimentos relativos à “*Seleção de modelos inovadores na construção civil que utilizem de modo sustentável a matéria prima*”.

De acordo com Tajiri, Cavalcanti e Potenza(2012) a habitação sustentável deve ter seu projeto iniciado na fase de concepção, quando existem mais chances de se ter o foco em intervenções que visem a sustentabilidade. Neste caso, a primeira ação a ser realizada é a escolha do terreno. Áreas inapropriadas para construção podem resultar em fortes impactos ambientais. Por isso, avaliar antecipadamente onde se encontra o terreno inserido é de grande importância. Na seleção, é importante dar prioridade a locais que não incluam áreas de restrição à ocupação e que tenham adequada infraestrutura(acesso a transporte público e saneamento) bem como serviços básicos(supermercados, bancos, restaurantes, postos de saúde, escolas etc). Depois de escolhido o terreno, chega-se à avaliação do projeto, visando otimizar o desempenho ambiental durante o ciclo de vida dos materiais e da construção em si. Acontece, nesta fase, da seleção de materiais até o coletor solar mais adequado com a finalidade de minimização de custos, evitando assim, o desperdício de material, ao longo da construção, muita produção de excessos e sobras, bem como esforços para manutenção, entre outros.

Ainda de acordo com Tajiri, Cavalcanti e Potenza(2012), “*uma habitação pode ser considerada sustentável quando a adequação ambiental, a viabilidade econômica e a justiça social são incorporadas em todas as etapas do seu ciclo de vida*”. O ciclo de vida envolve todas as fases: concepção do projeto; realização da construção, utilização e manutenção; e mesmo o processo de demolição ao final da vida útil. Vários benefícios advém de uma habitação sustentável, como a redução do uso de materiais(recursos naturais) e geração de resíduos, estímulo à economia local e relações de trabalho formais, além de uma eficiente utilização de recursos financeiros durante a construção e valorização de mercado do imóvel.

Uma habitação sustentável contempla os aspectos a seguir, sendo que cada um deles será explicado ao longo do presente trabalho:

- Eficiência energética – redução do consumo de energia em todo o ciclo de vida de uma habitação; utilização de fontes alternativas;
- Uso racional da água – redução do consumo e da geração de efluentes;
- Materiais de construção sustentáveis – redução do uso de recursos naturais, uso de materiais e equipamentos que causem menor impacto ambiental, reuso e reciclagem de materiais;

- Conforto térmico – redução da utilização de produtos tóxicos e garantia de conforto térmico aos ocupantes da habitação;
- Acessibilidade – utilização do conceito de desenho universal. (Tajiri, Cavalcanti e Potenza, 2012, p. 30, 31)

A cidade do Rio de Janeiro está desenvolvendo e praticando uma série de ações no rumo da sustentabilidade e entre elas destaca-se o Programa QUALIVERDE, através do qual as construções deverão ser enquadradas numa pontuação que definirá se ela tem mais ou menos impactos no meio ambiente. É um incentivo para que as novas obras sejam sustentáveis. Se a construção atingir 70 pontos será considerada sustentável. Se chegar a 100 pontos será considerada QUALIVERDE total. A partir daí, o edifício ganhará um selo de qualidade. O programa envolve a Gestão da água, Eficiência Energética, Desempenho Térmico e Projeto. (Massambani, 2011, p. 17)

### ➤ **Eficiência Energética**

As construções utilizam mais energia que qualquer outro setor. Conforme informações do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL. De acordo com os dados da Empresa de Pesquisa Energética - EPE e do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, a utilização do chuveiro elétrico em uma residência com quatro moradores, como exemplo, corresponde a 22% da conta total de energia elétrica. O setor de residências corresponde a quase 23% do total de consumo de energia elétrica no Brasil. Também, para o aquecimento de água utilizando chuveiro elétrico responde por, um valor aproximado, 6% do consumo de energia elétrica nacional e, durante o período de pico(18 até 21 horas), por 20% da demanda nacional do sistema(Tajiri, Cavalcanti e Potenza, 2012).

Existem três formas principais para diminuir os efeitos da emissão desses gases (gases de efeito estufa - GEE) na geração de energia: redução do seu consumo, substituição de combustíveis fósseis por energias renováveis e aumento da eficiência energética. Ações como o PROCEL e o Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE vêm sendo implantadas no Brasil. A projeção é que cerca de 10% da demanda de eletricidade, em 2030, será atendida por ações na área de eficiência energética (EPE, 2007), (Tajiri, Cavalcanti e Potenza, 2012, p. 35)

Eficiência energética consiste em otimizar e reduzir o consumo energético das fontes de energia. Eficiência Energética em Construções Existentes é um dos programas mais populares dentro da Rede de Cidades C40. Os avanços tecnológicos e a inovação tecnológica alcançados nos últimos anos, possibilitam a implantação de diversas soluções para o aumento da eficiência energética em edifícios existentes. Nesse contexto, enfatiza-se a importância de que as cidades desenvolvam políticas públicas com opções tecnológicas e técnicas de implementação, bem como, de mecanismos de financiamento necessários para estimular a renovação das construções existentes no contexto clima-consciente. (Massambani, 2011, p. 8)

### ➤ **Uso racional da água**

Um dos grandes desafios socioambientais é a escassez de água e o desperdício piora a situação. A cidade de São Paulo, por exemplo, produz 3,4 bilhões de litros de água por dia e, destes, 30% são desperdiçados por vazamentos das tubulações e também problemas relativos a fraudes e medições. O consumo diário per capita, no Alto Tietê, chega a 235 litros por dia por habitante, o que é duas vezes o recomendado pela Organização das Nações Unidas (ONU), que equivale a 110 litros de água por habitante por dia. Pesquisas demonstram que, no Brasil, cada pessoa gasta, em sua residência, entre 50 e 200 litros de água ao dia, a

depende da região do país. A maior parte desse consumo é no uso do chuveiro, que responde por 55% desse consumo (Tajiri, Cavalcanti e Potenza, 2012).

Uso racional e programas de conservação da água constituem medidas eficazes para reduzir o consumo, contribuindo para a sua preservação. Estratégias – que variam desde mudanças de hábito do consumidor até a implantação de novas tecnologias – garantem a qualidade necessária para a realização das atividades consumidoras, com o mínimo de desperdício (Tajiri, Cavalcanti e Potenza, 2012, p. 49).

### ➤ **Materiais de construção sustentáveis**

Como já citado, segundo (Tajiri, Cavalcanti e Potenza, 2012, p. 60), “*A construção civil é responsável pelo consumo de 40% de todos os recursos extraídos da natureza*”.

Isso significa que a construção civil tem enorme impacto ambiental devido a extração de matéria prima. O uso de madeira, em especial, é preocupante devido a extração irregular dessa matéria prima através do desmatamento ilegal, o que aumenta em muito a emissão de gases de efeito estufa (GEE). Outros materiais como ferro e cimento tem grande impacto ambiental em sua exploração e processamento.

Por isso, é importante que se tenha cuidado na construção, desde a concepção do projeto, levando em consideração o ciclo de vida da construção até sua demolição ao final da vida útil.

A produção, o transporte e o uso de materiais contribuem para a ocorrência de diversos impactos socioambientais. O uso sustentável destes recursos depende da habilidade dos profissionais em selecionarem os produtos mais adequados e os fornecedores com maior responsabilidade ambiental e social. (Tajiri, Cavalcanti e Potenza, 2012, p. 60).

### ➤ **Conforto térmico**

O conforto térmico e o prazer percebido por uma pessoa é um dos itens que definem uma casa ótima. O conforto térmico é um conceito subjetivo, pois está relacionado à sensação térmica que é agradável ao ser humano e varia de uma pessoa para outra. O conforto térmico depende de variáveis ambientais, entre elas a umidade relativa do ar, a velocidade do ar, a temperatura, além de outras como vestuário e atividade física. O Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, produziu um diagrama da zona de conforto, relacionada somente com a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar. O diagrama está apresentado na figura abaixo.

## Diagrama do Conforto Humano

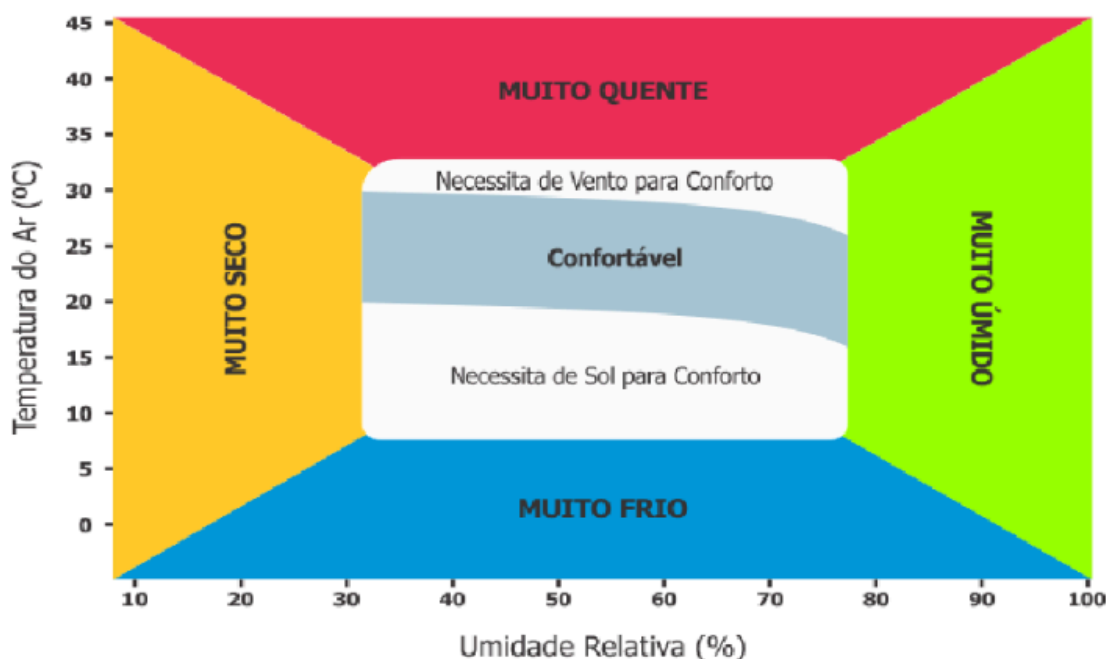


Diagrama do conforto humano. Fonte: INMET. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Diagrama-do-Conforto-Termico-Humano-do-INMET\\_fig1\\_371829446](https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Diagrama-do-Conforto-Termico-Humano-do-INMET_fig1_371829446).

Existem várias estratégias para melhorar o conforto térmico, antes de se pensar em ventiladores e ar condicionado. Estas estratégias podem começar no projeto da casa, como o tipo e altura do telhado; localização, dimensões e material das aberturas etc. As aberturas podem ser projetadas para permitir a ventilação natural do ambiente interno. Árvores plantadas próximas às paredes de maior incidência solar diminuem a entrada de luz e calor.

Estas várias estratégias, como o telhado verde, por exemplo, podem ser objeto de pesquisa em literatura especializada ou mesmo diretamente na internet.

### ➤ Acessibilidade

Ambientes adequados para utilização de cadeira de rodas, rampas e piso antiderrapante, além de barras de apoio são exemplos de técnicas comumente usadas para prover acessibilidade às pessoas que durante sua vida venham apresentar dificuldades em sua locomoção e na realização de atividades em casa. O Desenho Universal gera soluções simples que garantem às pessoas, independente das características físicas, habilidades ou idade, as condições de uso seguro e autônomo dos vários ambientes construídos e seus

objetos. A construção adaptável apresenta um valor maior, em relação à construção convencional, de no máximo um por cento (Tajiri, Cavalcanti e Potenza, 2012).

A seguir, alguns parâmetros estabelecidos pela norma ABNT NBR 9050/2004:

- Espaços como portas e corredores com 0,8 m de largura para a passagem de cadeira de rodas;
- Espaços de circulação adequados e existência de áreas de rotação com espaços livres de 1,50 x 1,50 m para a locomoção segura do cadeirante;
- As barras de apoio junto à bacia sanitária, na lateral e no fundo, devem ter comprimento mínimo de 0,80 m a 0,75 m de altura em relação ao piso;
- As pias de cozinha devem possuir altura de, no máximo, 0,85 m, com altura livre inferior de, no mínimo, 0,73 m. (Tajiri, Cavalcanti e Potenza, 2012, p. 85).

Professor, para saber mais sobre construção sustentável clique no link a seguir e tenha acesso a referência (Tajiri, Cavalcanti e Potenza, 2012).

Fonte: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municpioverdeazul/2013/04/9-habitacao-sustentavel-2012.pdf>.

## Design thinking

Woebcken(2019), apresenta a definição de Design Thinking da seguinte forma:

Design thinking é o termo utilizado para se referir ao processo de pensamento crítico e criativo, possibilitando a organização de ideias de modo a estimular tomadas de decisão e a busca por conhecimento. Não se trata de um método específico, mas sim de uma forma de abordagem. (Woebcken, 2019).

De acordo com Woebcken(2019), todo empreendimento sério faz avaliação dos investimentos em consonância com o retorno previsto. Neste caso, existe um destaque para o design thinking. O custo é reduzido, com grande vantagem competitiva gerada. Pode-se dividir todo procedimento de Design Thinking, em 4 etapas:

### Imersão

A primeira etapa sugere um mergulho em tudo o que envolve e afeta a sua empresa. Aqui, é válido realizar uma análise SWOT, que mapeia as ameaças, oportunidades, fraquezas e pontos fortes do seu negócio, tanto do ponto de vista interno quanto da perspectiva externa.

Sendo assim, não hesite em coletar feedbacks de clientes, observar o desempenho dos colaboradores e se aprofundar na política organizacional da firma. Apenas a partir de um conhecimento completo sobre o negócio é possível criar soluções que possam ser efetivamente utilizadas.

Lembre-se de não cair no erro de olhar apenas para o próprio umbigo. Mais do que os processos internos da empresa, é preciso considerar a situação política e econômica do país, as ações dos competidores etc.

### Ideação

Uma vez concluído o processo de imersão, você já terá identificado os pontos que precisam ser melhorados e aqueles que podem ser deixados como estão. Então, é hora da próxima fase, comumente chamada de ideação. Como o nome sugere, é hora de produzir ideias relevantes para realizar as melhorias necessárias.

Nesse ponto, é fundamental trazer insights obtidos com a utilização de técnicas de big data, que aumentam as chances de eficiência do processo.

Aí, é só reunir as equipes envolvidas e adotar técnicas como o brainstorming, que incentiva e valoriza o compartilhamento de muitas ideias.

### Prototipação

**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO**  
**GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**  
**GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

Depois de reunir uma grande quantidade de ideias relevantes, é hora de impor um filtro sobre elas e escolher as que você (ou o grupo) considera com maiores chances de sucesso. Para reduzir o risco de falhas, é recomendado criar protótipos do que foi idealizado antes de realmente investir em sua execução.

Se você está desenvolvendo um novo produto, por exemplo, essa é a hora de investir em uma versão beta, ou seja, não definitiva. Então, a partir dos testes realizados, você pode decidir se a ideia está pronta para ser finalizada ou se ajustes ainda precisam ser feitos.

Se o assunto em questão é um serviço, você pode montar protótipos mais abstratos, como representações gráficas que simulem as ações reais.

#### **Desenvolvimento**

Finalmente, chegamos ao desenvolvimento. Aqui é a hora de tirar tudo do papel e colocar para funcionar de verdade. Em caso de lançamento de produtos, tome as medidas para chamar a atenção do público para o fato, garantindo que ele não caia em ostracismo.

Nessa parte, entram em ação os setores de comunicação e publicidade da empresa. Sua missão é vender a solução ao público de modo que ela seja bem-aceita. Em todos os casos, o processo não acaba aqui.

É preciso manter um monitoramento constante a fim de identificar pontos de melhorias e avaliar o sucesso da operação. (Woebcken, 2019)

Ainda de acordo com Woebcken(2019), é importante a escolha de ferramentas corretas para a abordagem ter sucesso. Algumas ferramentas são citadas conforme abaixo:

#### **Brainstorm**

O termo brainstorm nada mais é do que uma tradução literal de tempestade de ideias. A técnica consiste em uma dinâmica de grupo que, sem nenhum tipo de julgamento, estimula o compartilhamento de ideias. Mesmo as que pareçam ruins devem ser mantidas, já que podem servir de alavanca para o surgimento de outras.

Para que uma dessas sessões tenha resultado, é importante que o responsável por conduzi-la tome algumas providências. É preciso, por exemplo, que os participantes saibam de antemão o problema a ser solucionado. Assim, eles podem se aprofundar em leituras e pesquisas que sirvam de alimento para a criatividade.

#### **Mapas Mentais**

Os mapas mentais são muito eficientes em organizar e desenvolver ideias e pensamentos. O foco é proporcionar uma visão mais clara e completa do processo criativo, o que é fundamental para o surgimento de outros insights.

Assim, pegamos uma ideia considerada central e a colocamos em um ponto de destaque. A partir daí, é criada uma espécie de fluxograma, possibilitando a ramificação e exibição de ideias secundárias. Nesse processo, é muito importante usar recursos gráficos, como figuras, desenhos, quadros etc.

#### **Cocriação com clientes**

O envolvimento de consumidores no processo criativo é uma prática mais comum entre empresas, especialmente na era do marketing 4.0. É que o público moderno enxerga as marcas como igual e dá extremo valor à personalização. Portanto, conduzir um processo nesse sentido enriquece sua experiência.

Além disso, os clientes podem trazer insights exclusivos, já que sua percepção das atividades do empreendimento é completamente diferente da formada por integrantes do negócio.

Para possibilitar essa interação, você pode utilizar as redes sociais. Um post pedindo a opinião do público, por exemplo, é uma situação simples e eficiente. (Woebcken, 2019)

Professor, o tema Design Thinking foi acrescentado aqui por fazer parte da habilidade de “*Processos Criativos*” desta Unidade Curricular. Para saber mais sobre Design Thinking além da referência(Woebcken, 2019), pode-se assistir ao vídeo do link:

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=7hZMGSamsYA>.



Para exemplos de construções sustentáveis, podem ser acessados os vídeos: a) “*Melhores Projetos de Arquitetura Sustentável de 2020*”; b) “*Como ter uma casa sustentável e inteligente*” e c) “*Mini Casa Sustentável 35m<sup>2</sup> e 2 andares Economia de água, de energia, telhado verde e mais!*”, nos links:

a) Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=n58ZdPyTAhc>.

b) Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=rK07ap1ukD8>.

c) Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=IX4xMty2n\\_Y](https://www.youtube.com/watch?v=IX4xMty2n_Y).

## Orientações para realização de atividades

Aqui o foco pedagógico é “*Apresentação e difusão de uma ação, produto, protótipo, modelo ou solução criativa e sustentável que permita uma melhor qualidade de vida e conserve os recursos naturais*”. O assunto “*construção sustentável*” é muito novo e existem várias proposições de como deve ser uma. É importante então que os alunos busquem informações em fontes confiáveis sobre as diversas iniciativas neste sentido, bem como a aplicabilidade em sua cidade.

Caso exista algum exemplo de construção sustentável na cidade, o professor e os alunos podem verificar a possibilidade de uma visita e entrevista com os responsáveis. Senão, a pesquisa bibliográfica, e da internet, sempre é possível e pode fornecer ideias inovadoras que, com criatividade, podem ser pensadas soluções para a comunidade na qual a escola está inserida.

Outro aspecto está relacionado ao *Design Thinking*. O ideal é evitar o tratamento apenas teórico deste método e, em lugar disso, incluir nas aulas como estratégia prática para desenvolvimento dos demais objetos de conhecimento, por exemplo, utilizando ferramentas como *brainstorming* em sala de aula, para busca de soluções.

## 4. Conforto

Neste item, deve ser trabalhado o tópico da ementa “*Sistematização e gestão de grandezas físicas que interferem no conforto residencial do usuário e economia de recursos*”. Existem diversas grandezas físicas que devem ser observadas para garantir o conforto humano nas edificações, podemos pensar, em especial em quatro: a) temperatura; b) umidade; c) consumo de energia elétrica e d) iluminação. Estas grandezas são de extrema importância na consecução do projeto quanto ao dimensionamento dos diversos componentes.

Por exemplo, uma janela pode permitir a entrada de luz do Sol e ventilação e pode impactar no consumo de energia na iluminação e com condicionamento de ar. Conforme o clima específico da cidade precisam ser equilibradas todas estas grandezas de forma a interferir de forma a otimizar o conforto do ambiente e o consumo de energia.

Nesta Unidade Curricular não é possível aprofundar o estudo dessas variáveis, por isso vamos nos limitar a repetir, abaixo, o diagrama do item três e apresentar algumas soluções praticadas, dentro do conceito de construção sustentável.

### Diagrama do Conforto Humano

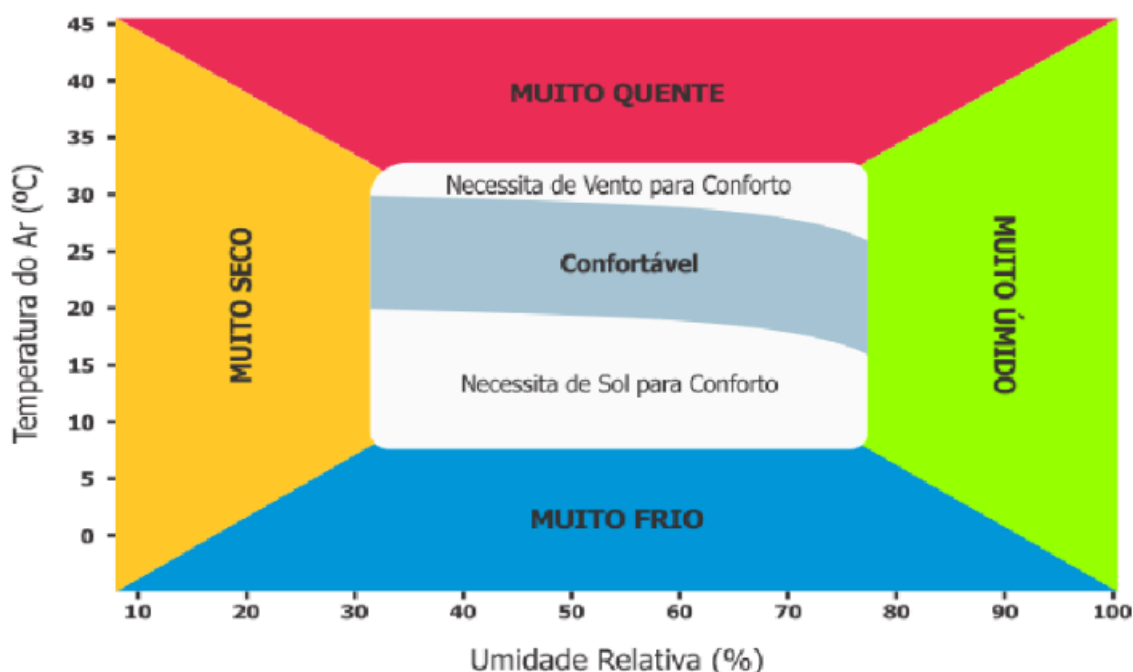


Diagrama do conforto humano. Fonte: INMET. Disponível em: Fonte:

[https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Diagrama-do-Conforto-Termico-Humano-do-INMET\\_fig1\\_371829446](https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Diagrama-do-Conforto-Termico-Humano-do-INMET_fig1_371829446).

### ➤ Temperatura ambiente e umidade do ar

Estas são as grandezas pensadas imediatamente, para fins de fornecimento de conforto humano. Como pode ser observado na figura acima, existe uma faixa de tolerância, com relação a umidade relativa do ar e da temperatura ambiente, na qual considera-se os limites do conforto humano.

Existem medidas naturais e artificiais para controle da temperatura e da umidade. Controle da incidência de raios solares, ventilação natural e outros são exemplos de medidas naturais. Já as medidas artificiais são umidificadores e desumidificadores de ar, ar condicionado, ventiladores etc. Estes, artificiais, levam ao aumento do consumo de energia, por isso, o bom projeto aproveita ao máximo as medidas naturais, minimizando a utilização de medidas artificiais.

Detalhes sobre o controle destas grandezas não fazem parte desse material, mas podem ser objeto de busca e pesquisa durante o desenvolvimento da Unidade Curricular.

### ➤ Energia solar

Existem duas aplicações da energia solar, para residência, consideradas sustentáveis: os *coletores solares térmicos* para aquecimento de água para o banho e os *painéis solares fotovoltaicos* para produção de energia elétrica. Estas soluções devem ser antecedidas de medidas de racionalização do uso de energia e água, como uso do chuveiro quente o mínimo possível, otimização do uso dos eletrodomésticos etc.

Vantagens da utilização de placas fotovoltaicas como fonte de energia alternativa:

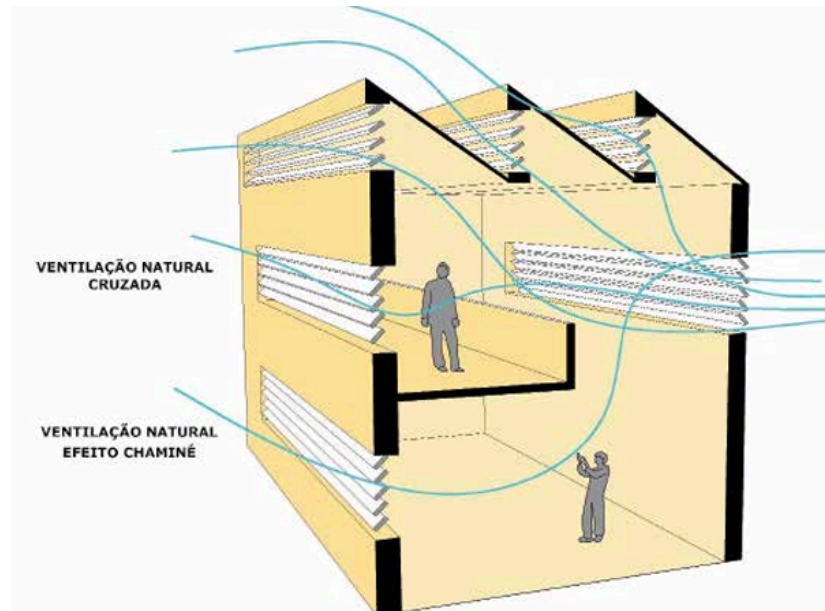
- Fonte de energia limpa e renovável;
- O silício não é tóxico;
- A energia é gerada pelo consumidor final, ou seja, não há perdas com transmissão e distribuição;
- Requer pouca área para a instalação das placas (telhados, fachadas, jardins);
- Requer pouca manutenção: uma vez instalados, precisam somente que as superfícies sejam limpas;
- As placas são silenciosas;
- Economia de energia;
- Não emissão de gases de efeito estufa;
- Podem fornecer energia durante blecautes;
- Retorno financeiro é de 2 a 5 anos;
- A vida útil das placas fotovoltaicas pode ser superior a 20 anos. (Tajiri, Cavalcanti e Potenza, 2012, p. 85).

### ➤ Água

Em uma construção sustentável o uso racional da água é fundamental, devendo se buscar utilizar o mínimo necessário deste recurso. Se todos tiverem cuidado com detalhes como vazamentos, tempo de banho, torneiras pingando, descargas que utilizam muita água, etc. poderia reduzir muito o impacto na captação de água e seu tratamento, bem como a geração de esgoto também seria reduzida.

### ➤ Ventilação natural

A ventilação é a circulação do ar dentro da edificação e entre o prédio e o exterior. O arejamento da habitação é um dos fatores que mais atuam na sensação de conforto. Um projeto que tem atenção na ventilação natural reduz a utilização de refrigeração (ventiladores e ar condicionado), otimizando a eficiência energética e o conforto humano. O clima da região deve ser considerado para o projeto. A ventilação cruzada é uma solução eficiente para ventilação e é mostrada na figura abaixo (Tajiri, Cavalcanti e Potenza, 2012).



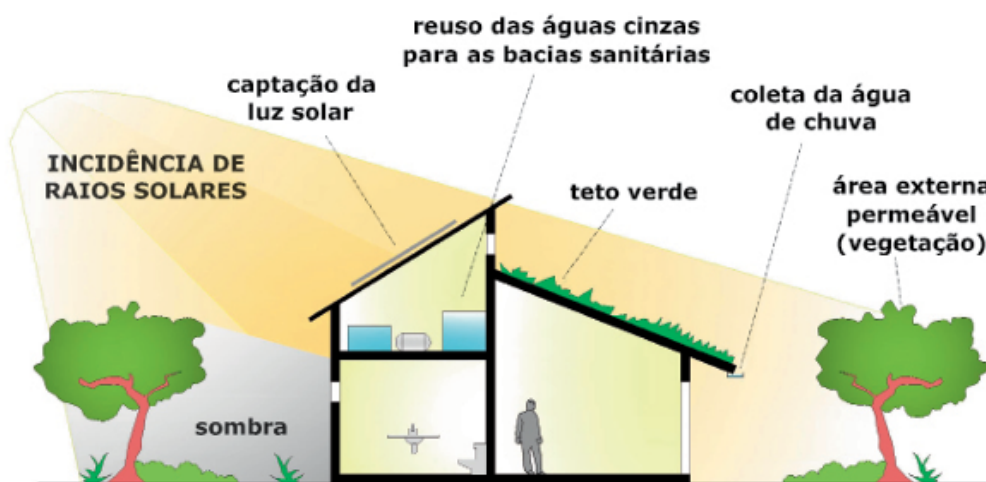
Ventilação Cruzada. Extraído de Tajiri, Cavalcanti e Potenza (2012)

Fonte: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municpioverdeazul/2013/04/9-habitacao-sustentavel-2012.pdf>

### ➤ Telhado Verde

O telhado verde(ou ecotelhado) consiste no uso de coberturas vegetais(grama, flores, árvores e arbustos), ao invés de cerâmica ou cimento para revestir as lajes de casas e prédios. A adoção de telhados verdes corresponde a uma tecnologia que auxilia na redução de alguns problemas ambientais decorrentes da urbanização das grandes cidades. Auxilia na

limpeza do ar, diminui o volume de água que corre para os esgotos, combate os fenômenos de aquecimento global e ilhas de calor e ainda permite os isolamentos térmicos e acústicos dos projetos. (Tajiri, Cavalcanti e Potenza, 2012, p. 85).



Conforto térmico. Extraído de Tajiri, Cavalcanti e Potenza (2012)

Fonte: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municpioverdeazul/2013/04/9-habitacao-sustentavel-2012.pdf>

### ➤ Acessibilidade

Para garantir o conforto de pessoas com dificuldades de locomoção é fundamental que as ações de acessibilidade sejam pensadas, desde o projeto da edificação. Existem diversas leis versando sobre acessibilidade que podem ser consultadas, como por exemplo, a citada abaixo.

LEI Nº 10.098, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2000...

Art. 1º Esta Lei estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, mediante a supressão de barreiras e de obstáculos nas vias e espaços públicos, no mobiliário urbano, na construção e reforma de edifícios e nos meios de transporte e de comunicação (BRASIL, 2000).

## Orientações para realização de atividades

Neste item pode ser levado em conta o foco pedagógico: *“Planejamento, execução e avaliação de uma ação social e/ou ambiental que responda às necessidades e interesses relacionados às questões como segurança, meio ambiente e saúde, mediante ao posicionamento e à responsabilidade ético-ambiental”*.

Os alunos, orientados pelo professor, devem pesquisar sobre, e propor, medidas que conciliam o conforto humano e o uso racional de energia. O ideal é que esta proposta possa ser aplicável à escola.

### **Protótipo**

Neste item deve ser desenvolvido o tema da ementa que diz: “*Construção de um protótipo sustentável criativo que permita uma melhor qualidade de vida e conserve os recursos naturais*”.

O professor deve estar atento a viabilidade do tema, por exemplo, construir o protótipo de uma casa sustentável é inviável, porém o projeto e implantação de um jardim ou plantação de árvores visando auxiliar no conforto térmico, reduzindo ilha de calor, é possível, mesmo em uma escola estadual. Para aqueles casos maiores em que é inviável o protótipo, pode ser construída uma maquete, como alternativa. Projetos com plantas e croquis também podem ser uma alternativa viável para os alunos. Outra alternativa seria a visita a uma construção sustentável, para entrevista com os proprietários e obtenção de fotos, caso seja viável.

## **Orientações para avaliação**

Com relação à avaliação o professor deve, conforme previsto no portfólio desta Unidade Curricular, “*Observar se os estudantes: Promovem uma melhor qualidade de vida e a conservação dos recursos naturais, através de ações individuais e/ou coletivas, possibilitando o desenvolvimento de soluções sustentáveis. Desenvolvem ecoestratégias, a partir dos conhecimentos adquiridos em relação à temática de sustentabilidade, propõem ações que levam em consideração formas modernas e sustentáveis em relação aos problemas socioculturais e aos problemas ambientais*”.

Especial atenção deve ser dada ao protagonismo do aluno, isto é, observar se o aluno toma iniciativa nas atividades propostas e propõe soluções criativas para a sustentabilidade de habitações.

## 6. Referências Bibliográficas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15113:2004. Disponível em: [https://portal.seuma.fortaleza.ce.gov.br/fortalezaonline/servletrepositoriolegislacao?arquivo=NBR\\_15113\\_2004.pdf&pasta=legislacaoGeral](https://portal.seuma.fortaleza.ce.gov.br/fortalezaonline/servletrepositoriolegislacao?arquivo=NBR_15113_2004.pdf&pasta=legislacaoGeral). Acesso em: 04 jan. 2024.

BRASIL. LEI No 10.098, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2000. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L10098.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L10098.htm). Acesso em: 02 jan. 2024.

BRASIL. LEI N° 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 04 jan. 2024.

CASTRO, V. G. Cimento Portland. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/8skrw/pdf/castro-9786587108612-02.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2024.

FUNVERDE, 2016. Exploração mundial de matérias-primas triplicou em 40 anos Disponível em: <https://www.funverde.org.br/blog/exploracao-mundial-de-materias-primas-triplicou-em-40-anos/>. Acesso em 26 dez. 2023.

GLOBO VERDE. OS GANHOS DA RECICLAGEM DO AÇO DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Disponível em: <https://globoverde.com.br/os-ganhos-da-reciclagem-do-aco-da-construcao-civil/>. Acesso em: 28 dez. 2023.

GUERRA, M., 2020. Desenvolvido na UFBA, método inovador produz cimento a partir de resíduos da construção civil e polui menos. Disponível em: <https://www.edgardigital.ufba.br/?p=17891#:~:text=%E2%80%9CA%20ind%C3%BAstria%20do%20cimento%20%C3%A9>. Acesso em: 02 jan. 2024.

MASSAMBANI, Oswaldo. Construindo Cidades Sustentáveis Síntese do C40 São Paulo Climate Summit 2011. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Universidade de São Paulo. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/smdu\\_usp\\_c40\\_pt\\_en.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/smdu_usp_c40_pt_en.pdf). Acesso em: 10 jul. 2021.

Metax. SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL. 15 de ago. de 2022. Artigos, Notícias, Obras. Disponível em: <https://www.metax.com.br/sustentabilidade-na-construcao-civil/>. Acesso em: 28 dez. 2023.

SOUSA, Rafaela. "Impactos ambientais causados pela mineração"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/os-problemas-gerados-pela-mineracao.htm>. Acesso em: 28 dez. 2023.

TAJIRI, C. A. H.; CAVALCANTI, D. C.; POTENZA, J. L. Habitação Sustentável, 2012. Disponível em:

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municípioverdeazul/2013/04/9-habitacao-sustentavel-2012.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2023.

WOEBCKEN, C. 2019. Design Thinking: uma forma inovadora de pensar e resolver problemas. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/design-thinking/>. Acesso em: 04 jan. 2024.