

Secretaria
de Educação e
Esportes



GOVERNO DE
**PER
NAM
BUCO**
ESTADO DE MUDANÇA

Construções e Invenções Sustentáveis

Orientações para Novas Oportunidades
de Aprendizagem

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 Educação do 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
Luciano Leonídio

Elaboração

Milton Matos Rolim

Equipe de coordenação

Janine Furtunato Queiroga Maciel

**Gerente de Políticas Educacionais do Ensino Médio
(GGPEM/SEMP)**

Rômulo Guedes e Silva

**Gestor de Formação e Currículo
(GGPEM/SEMP)**

Andreza Shirlene Figueiredo de Souza

**Chefe da Unidade de Formação e Currículo do Ensino Médio
(GGPEM/SEMP)**

Revisão

Ana Caroline Borba Filgueira Pacheco

Sumário

1. Introdução	3
Construções e Invenções Sustentáveis	3
Tecendo conhecimento	3
Matéria prima	3
Roteiro de atividade	5
Tecendo conhecimento	5
O que são vias?	5
Geometria da via	6
Roteiro de atividade	7
Tecendo conhecimento	7
Modelo urbano e conceitos matemáticos	7
Roteiro de atividade	8
Tecendo conhecimento	9
Matemática como recurso de acessibilidade	9
Roteiro de atividade	10
Questionário	11
5. Referencial Bibliográfico	12

Introdução

Olá **estudante**.

Este caderno foi escrito especialmente para você, estudante do ensino médio. Aqui você encontrará uma abordagem sobre a Unidade Curricular **Construções e Invenções Sustentáveis**, com atividades e formas de discussão das temáticas de maneira mais próxima, mediada por este caderno. Dúvidas podem ser tiradas com seus professores na escola.

A Unidade Curricular **Construções e Invenções Sustentáveis** - presente na *Trilha Meio Ambiente e Sociedade* no Novo Ensino Médio da Rede Pública Estadual de Pernambuco - tem o objetivo de aprofundar conhecimentos que você já estudou na Formação Geral Básica (FGB), do nosso currículo.

Nessa trilha, há um enaltecimento das soluções sustentáveis, indicando suas peculiaridades, bem definidas e sua relação objetiva que influenciam na realidade, auxiliando na interpretação, leitura e inferência na solução de problemas socioculturais e ambientais. Os aprendizados e as práticas vivenciadas na Formação Geral Básica, para a trilha, serão aprofundados como instrumentos à ciência, à comunicação, à cultura e à tecnologia.

Vamos iniciar nossos estudos para trilhar os caminhos do conhecimento, aumentando nossa bagagem intelectual!

Tecendo Conhecimento 1

- Física, Biologia, Química.

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).

Disponível em:

<https://www.funverde.org.br/blog/exploracao-mundial-de-materias-primas-triplicou-em-40-anos/>. Acesso em 28 dez. 2023.

Na relação 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.

Disponível em:
<https://globoverde.com.br/os-ganhos-da-reciclagem-do-aco-da-construcao-civil/>. Acesso em 28 dez. 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).

Disponível em:
<https://globoverde.com.br/os-ganhos-da-reciclagem-do-aco-da-construcao-civil/>. Acesso em 28 dez. 2023.

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).

Disponível em:
<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/os-problemas-gerados-pela-mineracao.htm>. Acesso em 28 dez. 2023.

Ainda devemos acrescentar os impactos ambientais da exploração da areia do cimento e de outros materiais que entram na construção civil.

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”*.

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

Roteiro de Atividades 1

Realização de atividade de pesquisa, através de ambientes virtuais, sobre os resíduos de construção e os impactos da exploração das matérias primas. Coloque aqui os principais pontos encontrados:

O vídeo abaixo pode servir de ponto de partida.

Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=k-L_Hn0bkSw. Acesso em 04 jun. 2024.

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)

Disponível em:

https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/smd_uusp_c40_p_t_en.pdf. Acesso em 10 jul. 2021.

Uso Racional de 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 depender 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).

Disponível em:

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

Materiais de construção

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).

Disponível em:

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

Conforto térmico

O conforto térmico é 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

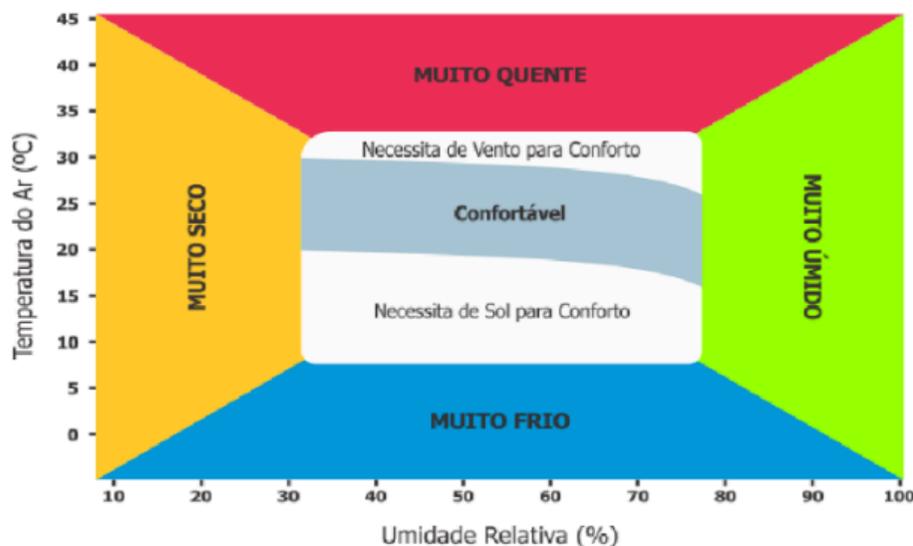


Diagrama do conforto humano. Fonte: INMET. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Diagrama-do-Conforto-Termico-Humano-do-INMET_fig1_371829446. Acesso em 17 jun. 2024.

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).

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

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).

Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/design-thinking/>. Acesso em 04 jan. 2024.

Para saber mais sobre Design Thinking além da referência (Woebcken, 2019), pode-se assistir ao vídeo do link: <https://www.youtube.com/watch?v=7hZMGSamsYA>.

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).

Disponível em:

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

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.

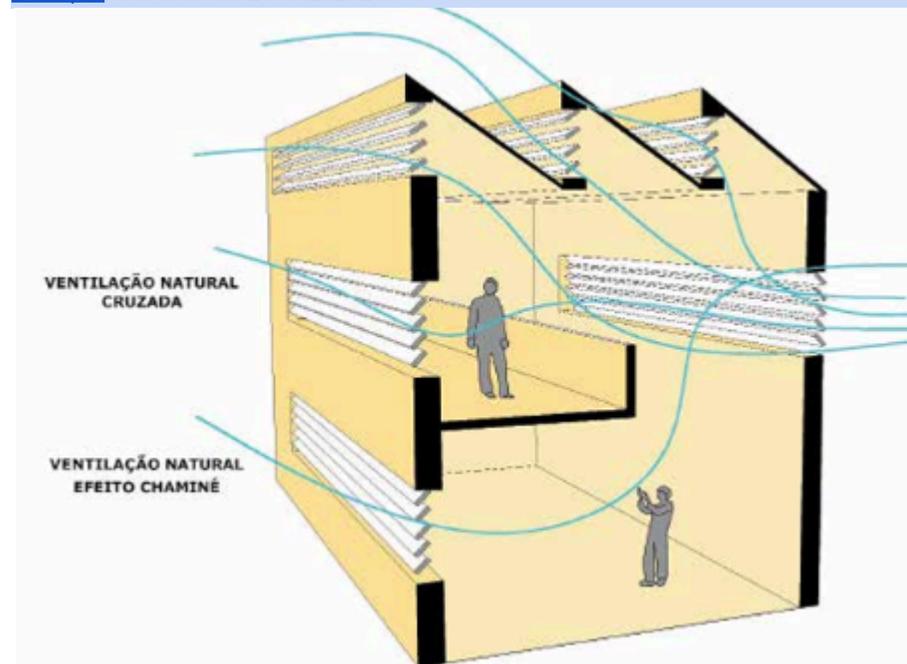
Ventilação natural

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).

Disponível em:

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



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

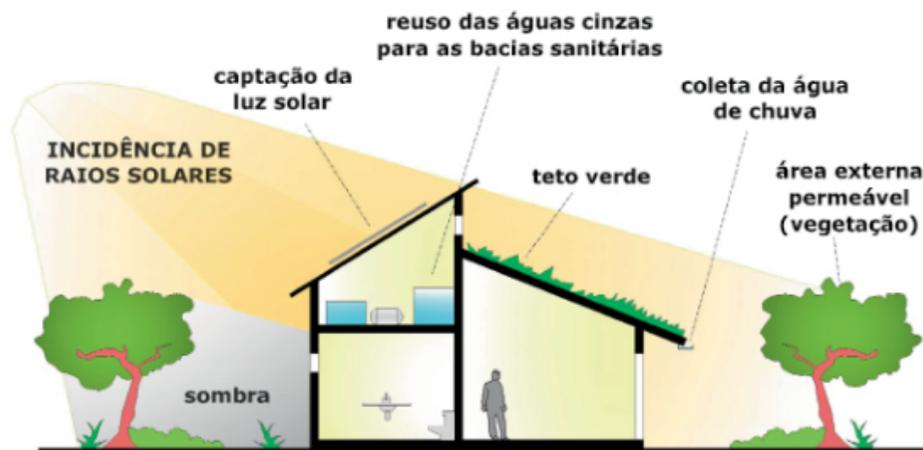
Disponível em:

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

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).

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



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

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

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 N° 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).

Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L10098.htm. Acesso em 02 jan. 2024.

Roteiro de atividade 3

Faça uma busca bibliográfica ou na internet e escolha um exemplo de construção sustentável, para apresentar ao seu professor.

Questionário

1) Qual material da construção civil é considerado o mais reciclável e reciclado do mundo?

- a) Madeira.
- b) PVC.
- c) Aço (ferro de construção).
- d) Cimento.

2) De acordo com BRASIL (2010), a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010, artigo 13 item h), os resíduos _____ 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”. Qual alternativa completa corretamente a lacuna?

- a) Recicláveis.
- b) Da construção civil.
- c) Do desmatamento.
- d) Das residências.

3) Os principais impactos ambientais associados à mineração de ferro são:

- a) O desmatamento.
- b) Poluição das águas.
- c) Poluição sonora.
- d) Todas as respostas acima.

4) De acordo com Tajiri, Cavalcanti e Potenza (2012) a habitação sustentável deve ter seu projeto iniciado:

- a) na fase de concepção do projeto.
- b) na fase de construção.
- c) na fase de utilização.
- d) na fase de revisão.

5) NÃO é uma vantagem da utilização de placas fotovoltaicas como fonte de energia alternativa:

- a) Baixo tempo de vida.
- b) Fonte de energia limpa e renovável.
- c) O silício não é tóxico.
- d) As placas são silenciosas;

Referencial Bibliográfico

BRASIL. LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm

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. 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.

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. Acesso em 10 jul. 2021.

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:

<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municpioverdeazul/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.

ALMEIDA, V. C. S. A. Projetos Arquitetônicos. Secretaria de Educação de Pernambuco. Disponível em:

<https://drive.google.com/drive/folders/1bl6NGzzVwdo0atOi0MIAHHFcnwGICTQj> Acesso em 07 maio 2024.

ALMEIDA, Victor Hugo Gomes. ABILIO, Bianca Nunes. LIMA, Lívia Ramos. Estudo técnico de viabilidade para implantação de binário de trânsito nas Avenidas Régis Pacheco e Centenário – Vitória da Conquista – BA. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 11, Vol. 15, pp. 17-32. Novembro de 2020. Fonte disponível em:

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/binario-de-transito>. Acesso em 15 set. 2022.

BRAINLY. 2023. Disponível em: <https://brainly.com.br/tarefa/58056672>. Acesso em 09 maio 2024.

GONZALES, Suely Franco Netto. Proposições sobre o objeto e o método do planejamento urbano. Fonte disponível em:

<https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/download/2307/1206/6483> Acesso em 21 ago. 2022.

Vídeos

Vídeo 1. Cada local de uma cidade plana pode ser representado por um par ordenado (x, y) em um plano. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UyCFYsdlwXk>. Acesso em 09 maio 2024.

