



Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo



1952 – 2022



ESTRUTURAS DE MADEIRA: UMA ABORDAGEM INTRODUTÓRIA [1/3]

PROF. DR. ALEXANDRE AUGUSTO MARTINS

[2022]

COMO CITAR ESTE MATERIAL

MARTINS, ALEXANDRE AUGUSTO. **ESTRUTURAS DE MADEIRA: UMA ABORDAGEM INTRODUTÓRIA [1/3]**. MATERIAL DIDÁTICO. SÃO PAULO: FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE; MARÇO DE 2022. DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.GPARQCON.COM.BR/](http://www.gparqcon.com.br/). ACESSO EM: _____

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

- CONSIDERAÇÕES GERAIS

- PREOCUPAÇÕES COM O MEIO AMBIENTE ESTIMULAM CADA VEZ MAIS A ADOÇÃO DE PROJETOS E DE MATERIAIS QUE POSSIBILITEM O AUMENTO DO DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES
- HÁ VALORIZAÇÃO CADA VEZ MAIOR DAS CHAMADAS “CONSTRUÇÕES VERDES”, QUE SÃO TANTO MAIS SAUDÁVEIS QUANTO MAIS ECONÔMICAS PARA SEREM ADMINISTRADAS EM LONGO PRAZO – AINDA QUE EXIJAM INVESTIMENTOS INICIAIS MAIS SIGNIFICATIVOS

- CONSIDERAÇÕES GERAIS

- A ELEVAÇÃO DA APLICAÇÃO DE PRODUTOS NATURAIS EM PROJETOS SUSTENTÁVEIS FOCA O DESENVOLVIMENTO DE ESTRUTURAS NÃO SÓ MAIS EFICIENTES, MAS QUE TAMBÉM REDUZEM OS PREJUÍZOS AO PLANETA
- O PAPEL DA ARQUITETURA PASSA A SER ESSENCIAL PARA APONTAR ALTERNATIVAS DE CONSTRUÇÃO QUE SEJAM ECOLOGICAMENTE CORRETAS E QUE VISEM AO BEM-ESTAR SOCIAL DAS GERAÇÕES ATUAIS E FUTURAS

- CONSIDERAÇÕES GERAIS

- A MADEIRA PODE SER APONTADA COMO ALTERNATIVA NATURAL PARA AS MAIS VARIADAS CONSTRUÇÕES, POIS:

1. CRESCE NATURALMENTE

2. É RENOVÁVEL / RECICLÁVEL

3. PODE SER GERADA A PARTIR DO CULTIVO DE PLANTAÇÕES SUSTENTÁVEIS (OU REFLORESTADAS)

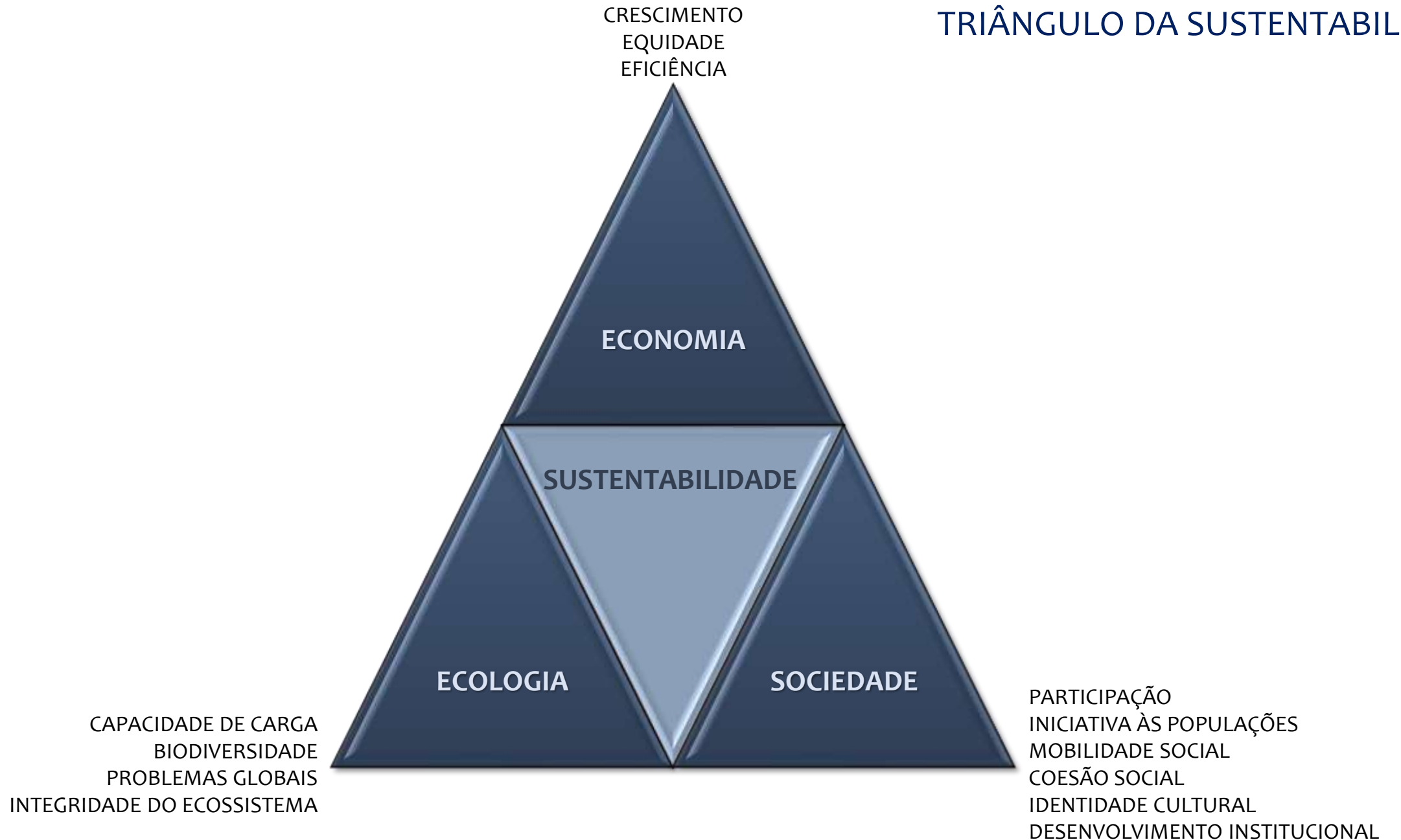
■ CONSIDERAÇÕES GERAIS

- ALIADA DO DESENVOLVIMENTO CONSCIENTE, A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NADA MAIS É QUE A CRIAÇÃO E A GESTÃO RESPONSÁVEL DE UM AMBIENTE SAUDÁVEL, BASEADO NA EFICIÊNCIA DE RECURSOS E NOS PRINCÍPIOS ECOLÓGICOS
- A AGENDA 21 (DEFINIDA NA RIO'92) JÁ RESSALTOU À ÉPOCA QUE DO CONCEITO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL SURGIRAM NOVAS PERSPECTIVAS DE CONTRIBUIR PARA UM DESENVOLVIMENTO CONSCIENTE
- O MESMO DOCUMENTO TAMBÉM AFIRMOU QUE A SOMA DOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO TRADICIONAL AOS DA ECO-EFICIÊNCIA E, AINDA, AOS CONDICIONANTES ECONÔMICOS, DA EQUIDADE SOCIAL E DO LEGADO CULTURAL, PROPORCIONARIA O CENÁRIO PARA O NOVO PARADIGMA DA CONSTRUÇÃO: A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

■ CONSIDERAÇÕES GERAIS

- A SUSTENTABILIDADE ENVOLVE TRÊS FATORES: O AMBIENTE, A ECONOMIA E A SOCIEDADE CRIANDO, ASSIM, O DENOMINADO “TRIÂNGULO DE SUSTENTABILIDADE”
- NORMALMENTE O FATOR QUE APRESENTA MAIOR RELEVÂNCIA POR PARTE DA COMUNIDADE É O ECONÔMICO, DEIXANDO EM SEGUNDO PLANO A DIMENSÃO SOCIAL E PRATICAMENTE NULO O DESENVOLVIMENTO AO NÍVEL DA DIMENSÃO AMBIENTAL
- ESSA ASSIMETRIA, NA MANEIRA COMO A HUMANIDADE ENCARA CADA UMA DESTAS TRÊS DIMENSÕES, PODE DEIXAR EM RISCO, EM CURTO PRAZO, A QUALIDADE DE VIDA DAS GERAÇÕES FUTURAS

TRIÂNGULO DA SUSTENTABILIDADE



[MARQUES (2008) – COM ADAPTAÇÕES]



■ CONSIDERAÇÕES GERAIS

- ENCONTRAR MERCADO PARA AS MADEIRAS DE REFLORESTAMENTO É, ACIMA DE TUDO, EVITAR QUE AS VELHAS ÁRVORES APODREÇAM, DEVOLVENDO À ATMOSFERA O EQUIVALENTE AO GÁS CARBÔNICO ABSORVIDO DURANTE SEU CRESCIMENTO
- CASO A MADEIRA SEJA UTILIZADA NA CONSTRUÇÃO CIVIL, ESSE MESMO GÁS CARBÔNICO PERMANECERÁ ESTOCADO POR LONGOS PERÍODOS
- PORTANTO, OS AVANÇOS TECNOLÓGICOS SÃO ALIADOS NO USO ESTRUTURAL DA MADEIRA, GERANDO RESULTADOS MECÂNICOS E ESTÉTICOS QUE COMPETEM DIRETAMENTE COM SOLUÇÕES MAIS CONVENCIONAIS, COMO CONCRETO OU AÇO

■ CONSIDERAÇÕES GERAIS

- ENCONTRAR MERCADO PARA AS MADEIRAS DE REFLORESTAMENTO É, ACIMA DE TUDO, EVITAR QUE AS VELHAS ÁRVORES APODREÇAM, DEVOLVENDO À ATMOSFERA O EQUIVALENTE AO GÁS CARBÔNICO ABSORVIDO DURANTE SEU CRESCIMENTO
- CASO A MADEIRA SEJA UTILIZADA NA CONSTRUÇÃO CIVIL, ESSE MESMO GÁS CARBÔNICO PERMANECERÁ ESTOCADO POR DEZENAS DE ANOS
- ALÉM DESSAS PROPRIEDADES VINCULATIVAS, A MADEIRA SERVE TAMBÉM COMO INVÓLUCRO ARMAZENADOR DE CARBONO: UM METRO CÚBICO DA MADEIRA APLICADA NA CONSTRUÇÃO CIVIL RETÉM AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO DA QUAL FAZ PARTE, QUASE UMA TONELADA DE DIÓXIDO DE CARBONO

■ CONSIDERAÇÕES GERAIS

- A TECNOLOGIA EMPREGADA ATUALMENTE NO BRASIL AINDA SE BASEIA QUASE QUE EXCLUSIVAMENTE EM PROCESSOS E PRODUTOS CONVENCIONAIS, “TIPO PILAR E VIGA”, HERANÇA DA ARQUITETURA COLONIAL LUSO-BRASILEIRA DO SÉCULO XVI
- QUANDO COMPARADA A OUTROS PAÍSES, A TECNOLOGIA APLICADA À MADEIRA NO BRASIL DEIXA MUITO A DESEJAR, SOBRETUDO EM RELAÇÃO À ALEMANHA E À ÁUSTRIA, AO CANADÁ, AOS ESTADOS UNIDOS E À FINLÂNDIA
- A RELAÇÃO ENTRE FORMA E FUNÇÃO PARA A MADEIRA É FUNDAMENTAL. PROJETOS DE GRANDES VÃOS QUE SE VALEM DESTE MATERIAL TÊM COMO RESULTADO ESTRUTURAS POR VEZES MAIS ESBELTAS, ELEGANTES E ESTRUTURALMENTE EFICIENTES

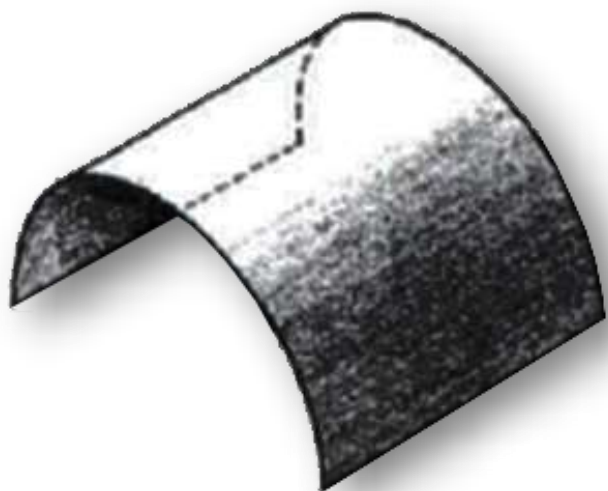
- CASOS CLÁSSICOS

- ESTRUTURAS EM SIMPLES CURVATURA (ABÓBADAS):

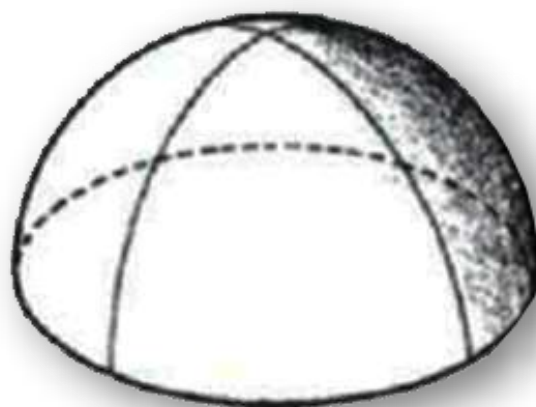
SÃO ASSOCIAÇÕES CONTÍNUAS DE ARCOS, RESULTANDO EM ESTRUTURAS PREDOMINANTEMENTE COMPRIMIDAS, DAÍ A NECESSIDADE DE SE AVALIAR, ALÉM DA RESISTÊNCIA E DA ESTABILIDADE, O COMPORTAMENTO À FLAMBAGEM

- ESTRUTURAS DE SUPERFÍCIE EM DUPLA CURVATURA (OU EM DOIS SENTIDOS):

SINCLÁSTICAS OU ANTICLÁSTICAS: SÃO MAIS EFICIENTES QUE AS DE SIMPLES CURVATURA. COMO EXEMPLOS DESTE TIPO DE ESTRUTURA ESTÃO AS CÚPULAS, OS PARABOLÓIDES ELÍPTICOS E OS PARABOLÓIDES HIPERBÓLICOS



SIMPLES CURVATURA
[ABÓBADA]



DUPLA CURVATURA SINCLÁSTICA
[CÚPULA]



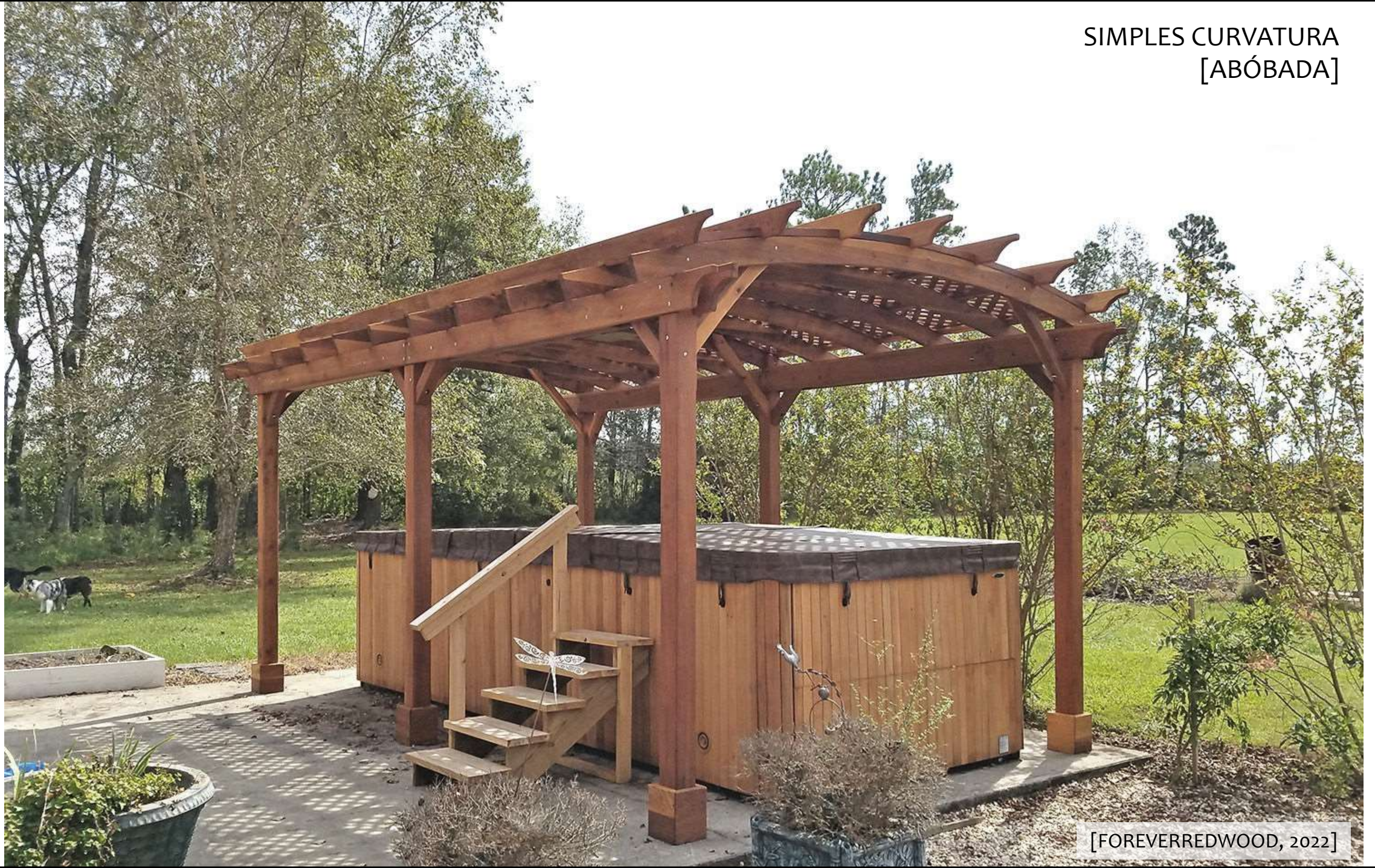
DUPLA CURVATURA ANTICLÁSTICA
[PARABOLOIDE HIPERBÓLICO]

SIMPLES CURVATURA
[ABÓBADA]



[FOREVERREDWOOD, 2022]

SIMPLES CURVATURA
[ABÓBADA]



[FOREVERREDWOOD, 2022]

SIMPLES CURVATURA
[ABÓBADA]



SIMPLES CURVATURA
[ABÓBADA]



[SHADEXCANOPIES, 2022]

SIMPLES CURVATURA
[ABÓBADA]



DUPLA CURVATURA SINCLÁSTICA
[CÚPULA]



[SAMSGAZEBOS, 2022]

DUPLA CURVATURA SINCLÁSTICA
[CÚPULA]



[INHABIT, 2022]

DUPLA CURVATURA SINCLÁSTICA
[CÚPULA]



DUPLA CURVATURA SINCLÁSTICA
[CÚPULA]



[COUNTRYLIFE DREAMS, 2022]

DUPLA CURVATURA SINCLÁSTICA
[CÚPULA]



[KIRK NIELSEN, 2022]

DUPLA CURVATURA ANTICLÁSTICA
[PARABOLOIDE HIPERBÓLICO]



DUPLA CURVATURA ANTICLÁSTICA
[PARABOLOIDE HIPERBÓLICO]



DUPLA CURVATURA ANTICLÁSTICA
[PARABOLOIDE HIPERBÓLICO]



DUPLA CURVATURA ANTICLÁSTICA
[PARABOLOIDE HIPERBÓLICO]



[ARCHDAILY, 2022]

DUPLA CURVATURA ANTICLÁSTICA
[PARABOLOIDE HIPERBÓLICO]

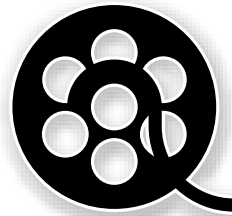


- VANTAGENS DA MADEIRA COMO MATERIAL ESTRUTURAL RENOVÁVEL

- ECONOMIA NO INVESTIMENTO EM MATERIAIS NO LONGO PRAZO
- BAIXO CONSUMO DE ENERGIA DE PROCESSAMENTO
- ALTA RESISTÊNCIA ESPECÍFICA
- BOM ISOLAMENTO TÉRMICO E ELÉTRICO
- POSSIBILIDADE DE TRABALHAR COM PLANOS AMPLOS, FUNCIONAIS E OTIMIZADOS

- E NO BRASIL ?

- TOMANDO O CENÁRIO NACIONAL COMO EXEMPLO, A MATÉRIA-PRIMA TROPICAL LOCAL EM MUITO SUPERA A DE OUTROS PAÍSES, PORQUE ...
 - a. ... A DENSIDADE É PRÓXIMA OU SUPERIOR A $1,0 \text{ t/m}^3$ EM DIVERSAS ESPÉCIES
 - b. ... A RESISTÊNCIA ÀS INTEMPÉRIES E AOS ATAQUES BIOLÓGICOS POR INSETOS E FUNGOS É CONSIDERAVELMENTE MAIOR QUE AQUELA VERIFICADA EM OUTRAS PARTES DO PLANETA
 - c. ... HÁ ELEVADA VARIEDADE DE CORES E DE TEXTURAS

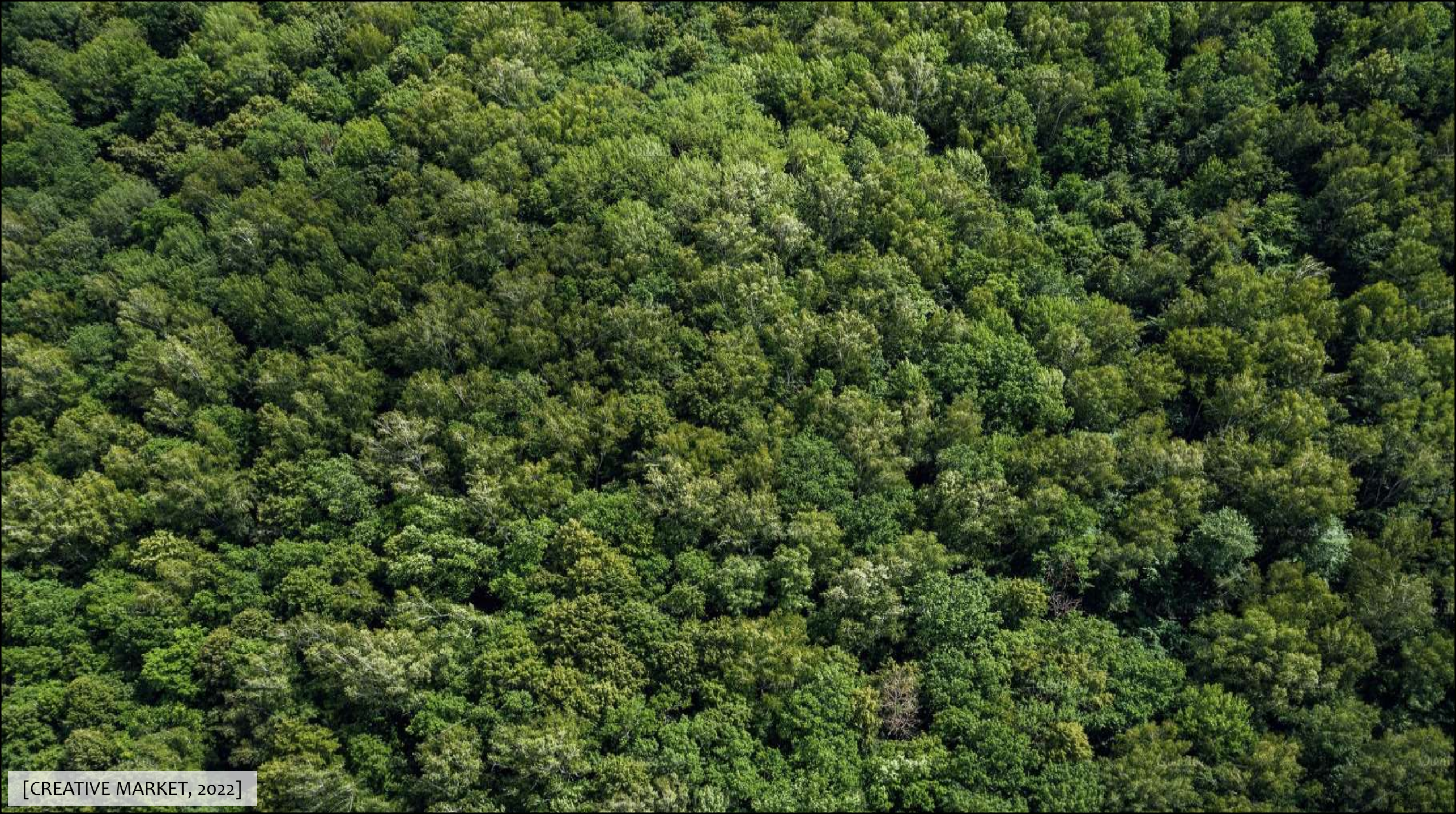


MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

[“POR QUE USAR MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL?”, EM: <https://www.youtube.com/watch?v=N7a1aJ3D-jl>]



[SEU DINHEIRO, 2022]



[CREATIVE MARKET, 2022]

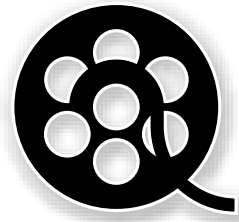




[THE SALINAS CALIFORNIAN, 2022]



[DEARE, 2022]



MÁQUINA FLORESTAL

[“HARVESTER JOHN DEERE 2144G”, EM: <https://www.youtube.com/watch?v=KWZzRCmRBoU>]





[BRACELL, 2022]



[DIGITAL MUSEUM, 2022]



[FLEETPHOTO, 2022]

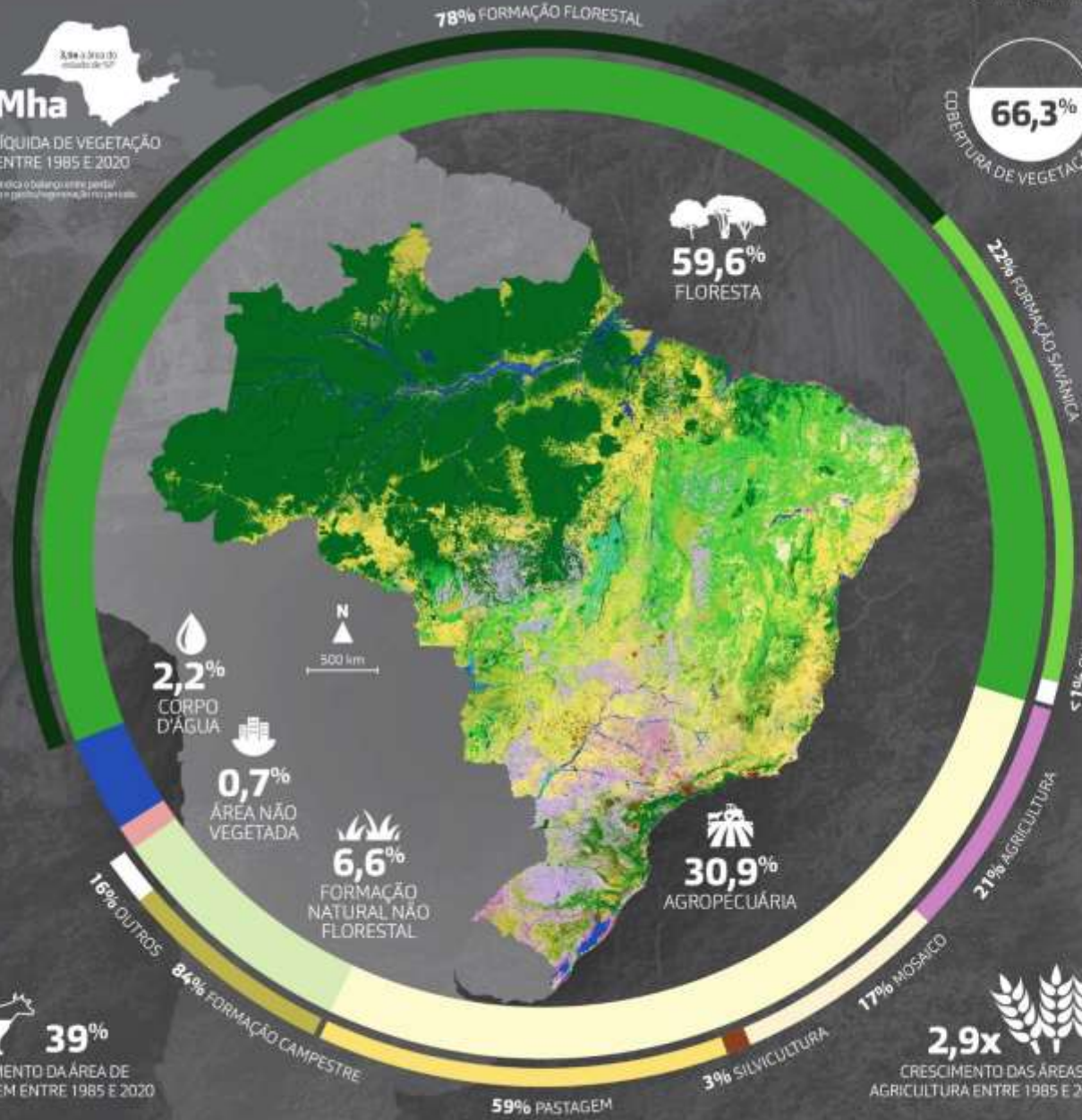


INFOGRÁFICOS BRASIL / AMAZÔNIA

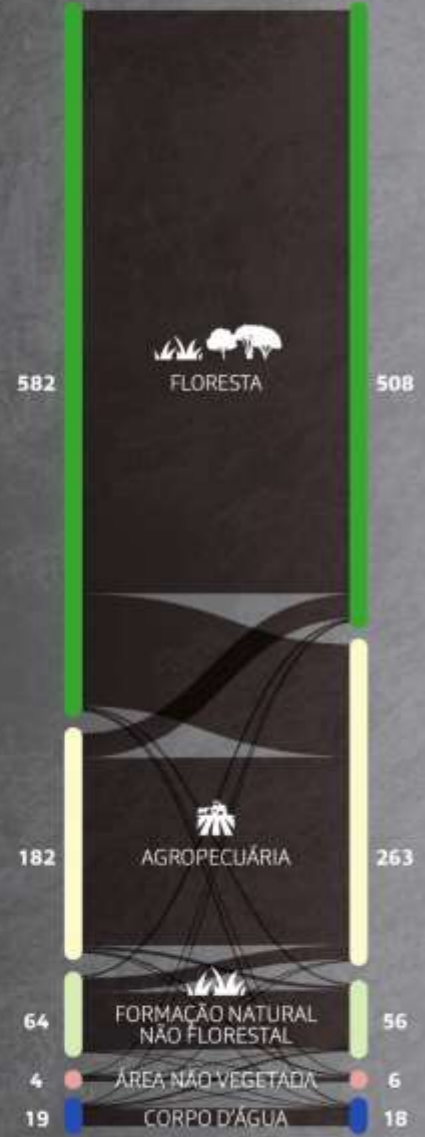
BRASIL

Evolução anual da cobertura e uso da terra (1985-2020)

82 Mha
 PERDA LÍQUIDA DE VEGETAÇÃO NATIVA ENTRE 1985 E 2020
Perda líquida indica o balanço entre perda/ destruição e regeneração natural.



1985 — Unidades em Mha —> 2020



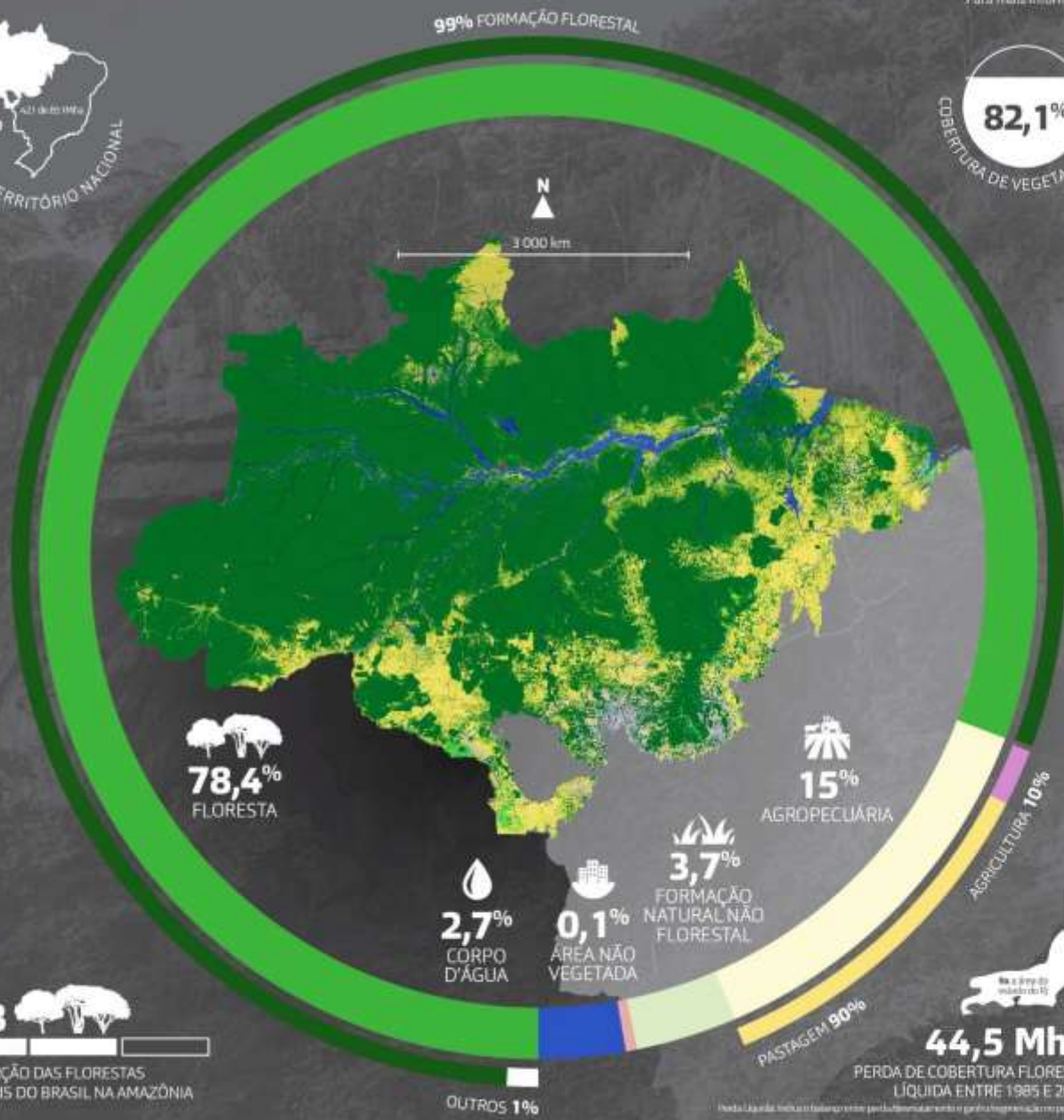
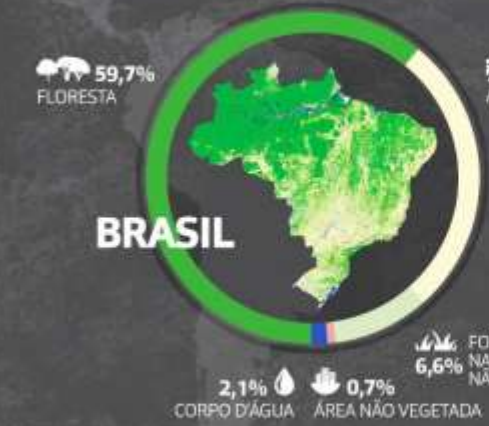
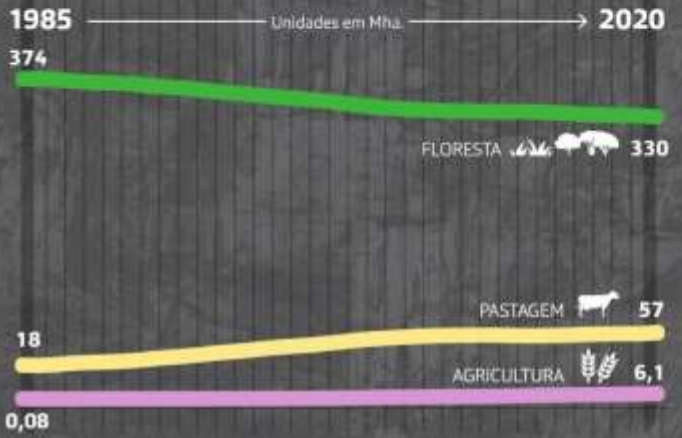
39%
 CRESCIMENTO DA ÁREA DE PASTAGEM ENTRE 1985 E 2020

2,9x
 CRESCIMENTO DAS ÁREAS DE AGRICULTURA ENTRE 1985 E 2020

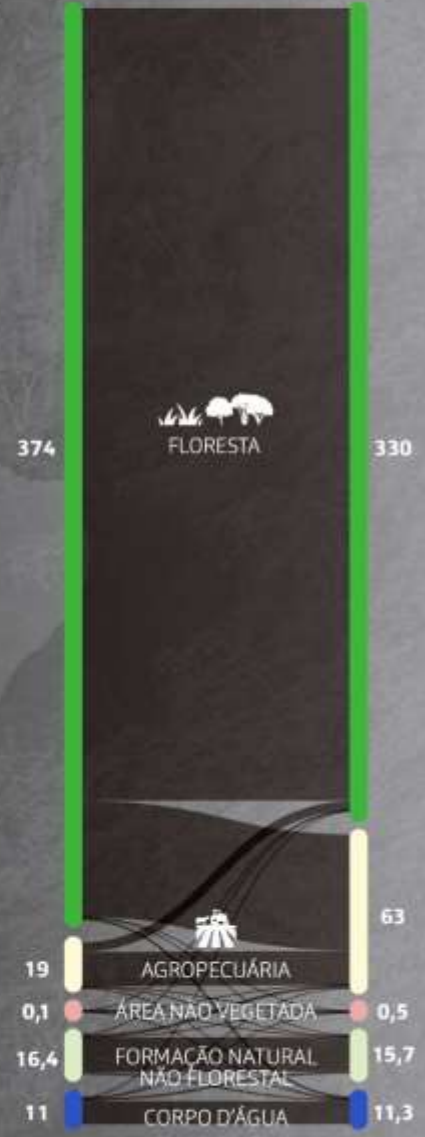
[MAPBIOMAS, 2022]

AMAZÔNIA

Evolução anual da cobertura e uso da terra (1985-2020)



1985 — Unidades em Mha —> 2020



[MAPBIOMAS, 2022]

DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA EM 2020

58.946 alertas
IDENTIFICADOS, REFINADOS E
EVALIDADOS NO BIOMA
24% de aumento em relação a 2019

99,9%
ALERTAS COM INDÍCIOS
DE ILEGALIDADE
Alertas cruzados com autorização de supressão de vegetação registrada no Sinav/IBAMA, Reservas Legais, APP, raiocentes e áreas protegidas

Área desmatada nos biomas ha

- 1 **AMAZÔNIA** 842.983
 - 2 **CAATINGA** 61.373
 - 3 **CERRADO** 432.183
 - 4 **M. ATLÂNTICA** 23.873
 - 5 **PAMPA** 1.279
 - 6 **PANTANAL** 23.652
- BRASIL** 1.385.343
Ha = Hectares



842.983 ha
DESMATADOS,
9% DE AUMENTO EM
RELAÇÃO A 2019

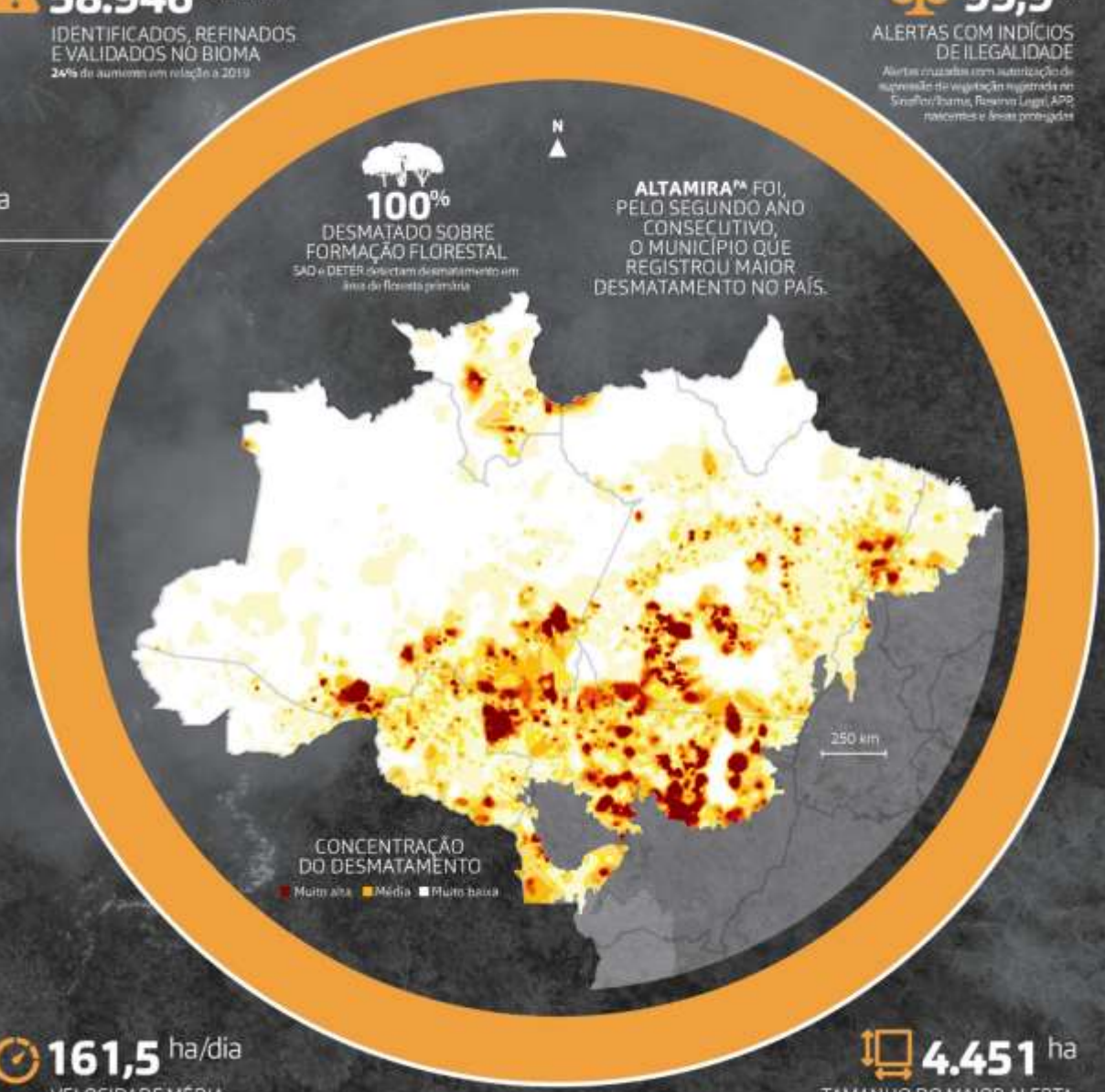
Estados e municípios com maior desmatamento no bioma ha



Desmatamento diário na Amazônia ha/dia



161,5 ha/dia
VELOCIDADE MÉDIA DO DESMATAMENTO



100%
DESMATADO SOBRE
FORMAÇÃO FLORESTAL
SAD e DETER detectam desmatamento em área de floresta primária

ALTAMIRA FOI, PELO SEGUNDO ANO CONSECUTIVO, O MUNICÍPIO QUE REGISTROU MAIOR DESMATAMENTO NO PAÍS.

CONCENTRAÇÃO DO DESMATAMENTO
■ Muito alta ■ Média ■ Muito baixa

4.451 ha
TAMANHO DO MAIOR ALERTA SENDO A MÉDIA DE **14,3** ha

REFLORESTAMENTO

■ O QUE É REFLORESTAMENTO ?

- QUASE UM TERÇO DA SUPERFÍCIE TERRESTRE É FORMADA POR FLORESTAS. ELAS SÃO O LAR DE MAIS DE 80,0% DAS CRIATURAS TERRESTRES. ALÉM DISSO, AS FLORESTAS SÃO FUNDAMENTAIS PARA A REGULAÇÃO DO CLIMA, A FIXAÇÃO DE CARBONO E O COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
- PODE-SE DIZER QUE O REFLORESTAMENTO SEJA A TÉCNICA DE FORMAR NOVAS FLORESTAS EM ÁREAS QUE FORAM DESMATADAS. ESSA PRÁTICA É REALIZADA EM SITUAÇÕES ESPACIAIS QUE NÃO POSSUEM MAIS CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO NATURAL DA VEGETAÇÃO NATIVA

- POR QUE O REFLORESTAMENTO É IMPORTANTE ?

- O REFLORESTAMENTO TAMBÉM CONTRIBUI PARA A SAÚDE DO SOLO DE DIVERSAS MANEIRAS:
 - É UM HABITAT PARA MICRORGANISMOS DO SOLO QUE PARTICIPAM NA DECOMPOSIÇÃO, AUMENTANDO A FERTILIDADE DA TERRA
 - FOLHAS E RAMOS CAÍDOS FORMAM NOVA E CONSTANTE MATÉRIA ORGÂNICA DISPONÍVEL PARA “ALIMENTAR” O SOLO ANTERIORMENTE PREJUDICADO PELO DESMATAMENTO
 - AS ÁRVORES AJUDAM A IMPEDIR A EROÇÃO E OS DESLIZAMENTOS DE TERRA
 - AO REDUZIR OS ESCOAMENTOS DE ÁGUA, AS ÁRVORES TAMBÉM CONTRIBUEM PARA A CONSERVAÇÃO DOS NUTRIENTES NO SOLO

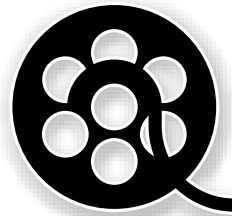




[FLICKR, 2022]

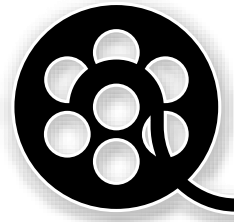


[SYNGENTA, 2022]



FLORESTAS PLANTADAS NO BRASIL

[“FLORESTAS PLANTADAS NO BRASIL”, EM: <https://www.youtube.com/watch?v=UPPJY4MJdkc>]



MANEJO FLORESTAL

[“MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL”, EM: <https://www.youtube.com/watch?v=g-4d8UN7ZyE>]

ESTRUTURA E CRESCIMENTO DA MADEIRA

- AS ÁRVORES PRODUTORAS DE MADEIRA DE CONSTRUÇÃO SÃO DO TIPO EXOGÊNICO, OU SEJA, CRESCEM PELA ADIÇÃO DE CAMADAS EXTERNAS, SOB A CASCA
- A SEÇÃO TRANSVERSAL DE UM TRONCO DE ÁRVORE QUE SE ENQUADRA NESSA CATEGORIA REVELA AS SEGUINTEs CAMADAS PRINCIPAIS (SEMPRE DE FORA PARA DENTRO):
- **CASCA:**
 - É A PROTEÇÃO EXTERIOR DA ÁRVORE, FORMADA POR UMA CAMADA EXTERNA MORTA, DE ESPESSURA VARIÁVEL COM A IDADE E COM AS ESPÉCIES E UMA FINA CAMADA INTERNA, DE TECIDO VIVO E MACIO, QUE CONDUZ O ALIMENTO PREPARADO NAS FOLHAS PARA AS PARTES EM CRESCIMENTO

- **ALBURNO (OU BRANCO):**

- CAMADA FORMADA POR CÉLULAS VIVAS QUE CONDUZEM A SEIVA DAS RAÍZES PARA AS FOLHAS. TEM ESPESSURA VARIÁVEL CONFORME A ESPÉCIE – GERALMENTE DE 3,0cm A 5,0cm

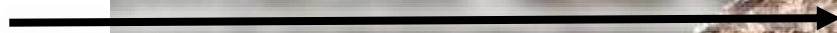
- **CERNE (OU DURÂMEN):**

- COM O CRESCIMENTO, AS CÉLULAS VIVAS DO ALBURNO TORNAM-SE INATIVAS E CONSTITUEM O CERNE, DE COLORAÇÃO MAIS ESCURA, PASSANDO A TER APENAS A FUNÇÃO DE SUSTENTAÇÃO DO TRONCO

- **MEDULA:**

- TECIDO MACIO EM TORNO DO QUAL SE VERIFICA O PRIMEIRO CRESCIMENTO DA MADEIRA, NOS RAMOS MAIS NOVOS

CASCA



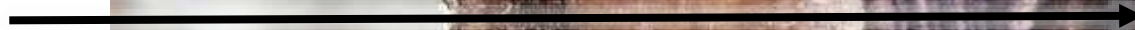
ALBURNO



CERNE



MEDULA



CASCA

ALBURNO

CERNE

MEDULA



CASCA

ALBURNO

CERNE

MEDULA



- AS MADEIRAS DE CONSTRUÇÃO DEVEM SER DERIVADAS, DE PREFERÊNCIA, DO CERNE (PARTE MAIS DURÁVEL E RESISTENTE DO TRONCO DA ÁRVORE)
- A MADEIRA DO ALBURNO É MAIS HIGROSCÓPICA QUE A DO CERNE, OU SEJA, ABSORVE MAIS UMIDADE. PORTANTO, É MAIS SENSÍVEL À DECOMPOSIÇÃO POR FUNGOS
- POR OUTRO LADO, O PRÓPRIO ALBURNO ACEITA MELHOR A PENETRAÇÃO DE AGENTES PROTETORES (COMO O ALCATRÃO E CERTOS SAIS MINERAIS)
- NÃO EXISTE, ENTRETANTO, UMA RELAÇÃO DIRETA E 100,0% CONSISTENTE ENTRE AS RESISTÊNCIAS DESSAS DUAS PARTES DO TRONCO NAS DIVERSAS ESPÉCIES VEGETAIS

CLASSIFICAÇÃO

- MADEIRAS DURAS

- DERIVADAS DE ÁRVORES FRONDOSAS (DICOTILEDÔNEAS, DA CLASSE ANGIOSPERMA, COM FOLHAS ACHATADAS E LARGAS), DE CRESCIMENTO LENTO
- AS MADEIRAS DURAS DE MELHOR QUALIDADE SÃO TAMBÉM CHAMADAS DE “MADEIRAS DE LEI”
- SÃO EXEMPLOS DE MADEIRAS DURAS ...



... A PEROBA



[ALCHETRON, 2022]

...A AROEIRA



[NATUREZA BELA, 2022]



- MADEIRAS MACIAS

- SÃO PROVENIENTES, EM GERAL, DAS ÁRVORES CONÍFERAS (DA CLASSE GIMNOSPERMA, COM FOLHAS EM FORMA DE AGULHAS OU ESCAMAS E SEMENTES AGRUPADAS EM FORMA DE CONES)
- APRESENTAM RÁPIDO CRESCIMENTO, EM ALGUMAS ESPÉCIES ATINGEM GRANDE ALTURA E NO GERAL AS COPAS NÃO TRAZEM GRANDES DIMENSÕES
- SÃO EXEMPLOS DE MADEIRAS MACIAS ...





... O PINHEIRO-
BRAVO

[AGRITERRA, 2022]

... O CEDRO



[INDEFENSE OF PLANTS,
2022]



... O ABETO

- **IMPORTANTE !**

- AS ÁRVORES FRONDOSAS GERALMENTE PERDEM SUAS FOLHAS NO OUTONO, ENQUANTO AS CONÍFERAS MANTÊM SUAS FOLHAS VERDES O ANO TODO
- ESSAS CATEGORIAS DISTINGUEM-SE PELA ESTRUTURA CELULAR DOS TRONCOS, E NÃO PROPRIAMENTE PELA RESISTÊNCIA
- POR EXEMPLO: ALGUMAS ÁRVORES FRONDOSAS PRODUZEM MADEIRAS MENOS RESISTENTES QUE AS MACIAS MAIS BÁSICAS, COMO O PINHO, POR EXEMPLO!

IMPERFEIÇÕES E DEFEITOS

- NÓS
 - IMPERFEIÇÕES DA MADEIRA NOS PONTOS DOS TRONCOS ONDE ANTES EXISTIAM GALHOS
 - OS GALHOS AINDA VIVOS NA ÉPOCA DO ABATE DA ÁRVORE PRODUZEM NÓS FIRMES, ENQUANTO OS GALHOS MORTOS ORIGINAM NÓS SOLTOS
 - OS NÓS SOLTOS PODEM CAIR DURANTE O CORTE COM A SERRA (AO LONGO DO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DA MADEIRA), PRODUZINDO ORIFÍCIOS NESSE MATERIAL
 - NOS NÓS, AS FIBRAS LONGITUDINAIS SOFREM DESVIOS DE DIREÇÃO, OCASIONANDO, COMO CONSEQUÊNCIA, REDUÇÃO NA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

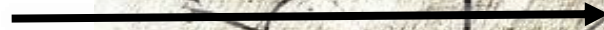




- FENDAS

- SÃO ABERTURAS NAS EXTREMIDADES DAS PEÇAS, PRODUZIDAS PELA SECAGEM MAIS RÁPIDA DAS SUPERFÍCIES, NESSAS REGIÕES
- LOCALIZAM-SE EM PLANOS LONGITUDINAIS RADIAIS, ATRAVESSANDO OS ANÉIS DE CRESCIMENTO
- O APARECIMENTO DAS FENDAS PODE SER EVITADO MEDIANTE A SECAGEM LENTA E UNIFORME DA MADEIRA

FENDA



GRETA





[IMAGE AFTER, 2022]

- GRETAS

- SÃO REPRESENTADAS PELA SEPARAÇÃO ENTRE OS ANÉIS ANUAIS DAS ÁRVORES
- SÃO PROVOCADAS POR TENSÕES INTERNAS:
 - DERIVADAS DO CRESCIMENTO LATERAL DA ÁRVORE
 - FEITAS POR AÇÕES EXTERNAS (COMO AS DOS VENTOS, POR EXEMPLO)
 - CRIADAS PELO FATO DE OS TRONCOS, DEPOIS DE ABATIDOS, PERDEREM TODA A SUA UMIDADE INTERNA

FENDA

GRETA





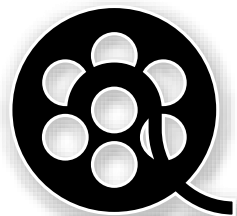
COMPROMETIMENTO E TRATAMENTO DA MADEIRA

■ COMPROMETIMENTO PELA AÇÃO DO FOGO

- POR SER COMBUSTÍVEL, A MADEIRA FREQUENTEMENTE É CONSIDERADA UM MATERIAL DE PEQUENA RESISTÊNCIA ÀS CHAMAS
- PORÉM, AO CONTRÁRIO DO QUE SE PENSA, AS ESTRUTURAS DE MADEIRA, QUANDO ADEQUADAMENTE PROJETADAS E CONSTRUÍDAS, APRESENTAM ELEVADO DESEMPENHO SOB AÇÃO DO FOGO
- QUANDO SUJEITAS A ALTAS TEMPERATURAS, AS PEÇAS ROBUSTAS DE MADEIRA POSSUEM ALTA RESISTÊNCIA, POIS OXIDAM LENTAMENTE EM FUNÇÃO DA BAIXA CONDUTIVIDADE DE CALOR, GUARDANDO UM NÚCLEO DE MATERIAL ÍNTEGRO (E COM PROPRIEDADES MECÂNICAS INALTERADAS), POR LONGOS PERÍODOS

- COMPROMETIMENTO PELA AÇÃO DO FOGO

- AS PEÇAS ESBELTAS DE MADEIRA E AS PEÇAS METÁLICAS DAS LIGAÇÕES REQUEREM PROTEÇÃO CONTRA A AÇÃO DO FOGO
- POR MEIO DE TRATAMENTO QUÍMICO, PODE-SE AUMENTAR A RESISTÊNCIA DA MADEIRA TANTO AOS ATAQUES DE AGENTES BIOLÓGICOS QUANTO CONTRA AS CHAMAS
- ESTE TRATAMENTO, EM GERAL, CONSISTE EM IMPREGNAR A MADEIRA COM PRESERVATIVOS QUÍMICOS (COMO O CREOSOTO) E RETARDADORES DE FOGO



MANUTENÇÃO DA MADEIRA

[“WWF-BRASIL - PROGRAMA MADEIRA É LEGAL - MANUTENÇÃO”, EM: https://www.youtube.com/watch?v=_X7tIT5lujg]

- COMPROMETIMENTO PELOS AGENTES BIOLÓGICOS

- A VULNERABILIDADE DA MADEIRA AOS ATAQUES BIOLÓGICOS DEPENDE:

- DA CAMADA DO TRONCO DE ONDE FOI EXTRAÍDA A MADEIRA (COMO VISTO, O ALBURNO É MAIS SENSÍVEL À BIODEGRADAÇÃO DO QUE O CERNE)
- DA ESPÉCIE DA MADEIRA (ALGUMAS ESPÉCIES SÃO MAIS RESISTENTES À BIODETERIORAÇÃO QUE OUTRAS)
- DAS CONDIÇÕES FÍSICAS E AMBIENTAIS LOCAIS, CARACTERIZADAS PELOS CICLOS DE REUMIDIFICAÇÃO, PELO CONTATO COM O SOLO, COM ÁGUA DOCE OU SALGADA.

- TRATAMENTO DA MADEIRA

- NO SEU ESTADO NATURAL, A MADEIRA É UM MATERIAL SUJEITO AO ATAQUE CONSTANTE DE AGENTES QUE ACELERAM SUA DETERIORAÇÃO, OS QUAIS NORMALMENTE SÃO CONHECIDOS COMO ORGANISMOS XILÓFAGOS, QUE POPULARMENTE “COMEM A MADEIRA”
- ESTES AGENTES ACELERADORES DA DETERIORAÇÃO PODEM SER FÍSICOS, QUÍMICOS OU BIOLÓGICOS, E PODEM SER EVITADOS COM TRATAMENTOS PREVENTIVOS QUE PERMITEM AUMENTAR, SIGNIFICATIVAMENTE, A VIDA ÚTIL DA MADEIRA

- TRATAMENTO DA MADEIRA

- O TRATAMENTO DA MADEIRA PODE SER FEITO ENTÃO POR MEIO DO PROCESSO DE VÁCUO-PRESSÃO EM UNIDADES INDUSTRIAIS DENOMINADAS AUTOCLAVES
- DE ACORDO COM A NBR 16.143:2013 (PRESERVAÇÃO DE MADEIRAS — SISTEMA DE CATEGORIAS DE USO), O CONSERVANTE USADO NA AUTOCLAVE É O “CCA” (SOLUÇÃO DE COBRE, CROMO E ARSÊNIO) QUE PENETRA NAS FIBRAS DA MADEIRA REVESTINDO-AS COM COBRE (AÇÃO FUNGICIDA), CROMO (AÇÃO FIXADORA) E ARSÊNIO (AÇÃO INSETICIDA), LOGO PROTEGENDO-A DE FUNGOS, INSETOS (CUPINS E BROCCAS) E ATÉ DE ORGANISMOS MARINHOS

ALGUMAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA AUTOCLAVE

DESCRIPTIVO TÉCNICO:

O Processo de autoclave é o tratamento onde a madeira é depositada em uma câmara e submetida a vácuo para abrir os poros da madeira e a pressão de até 12 Kgf/cm² para impregnar os inseticidas e fungicidas.

DIMENSIONAIS DO EQUIPAMENTO:

- Diâmetro de 1,00 m até 2,00 m;
- Comprimento de 7,00 m até 15 m.

VANTAGENS DO USO DA AUTOCLAVE:

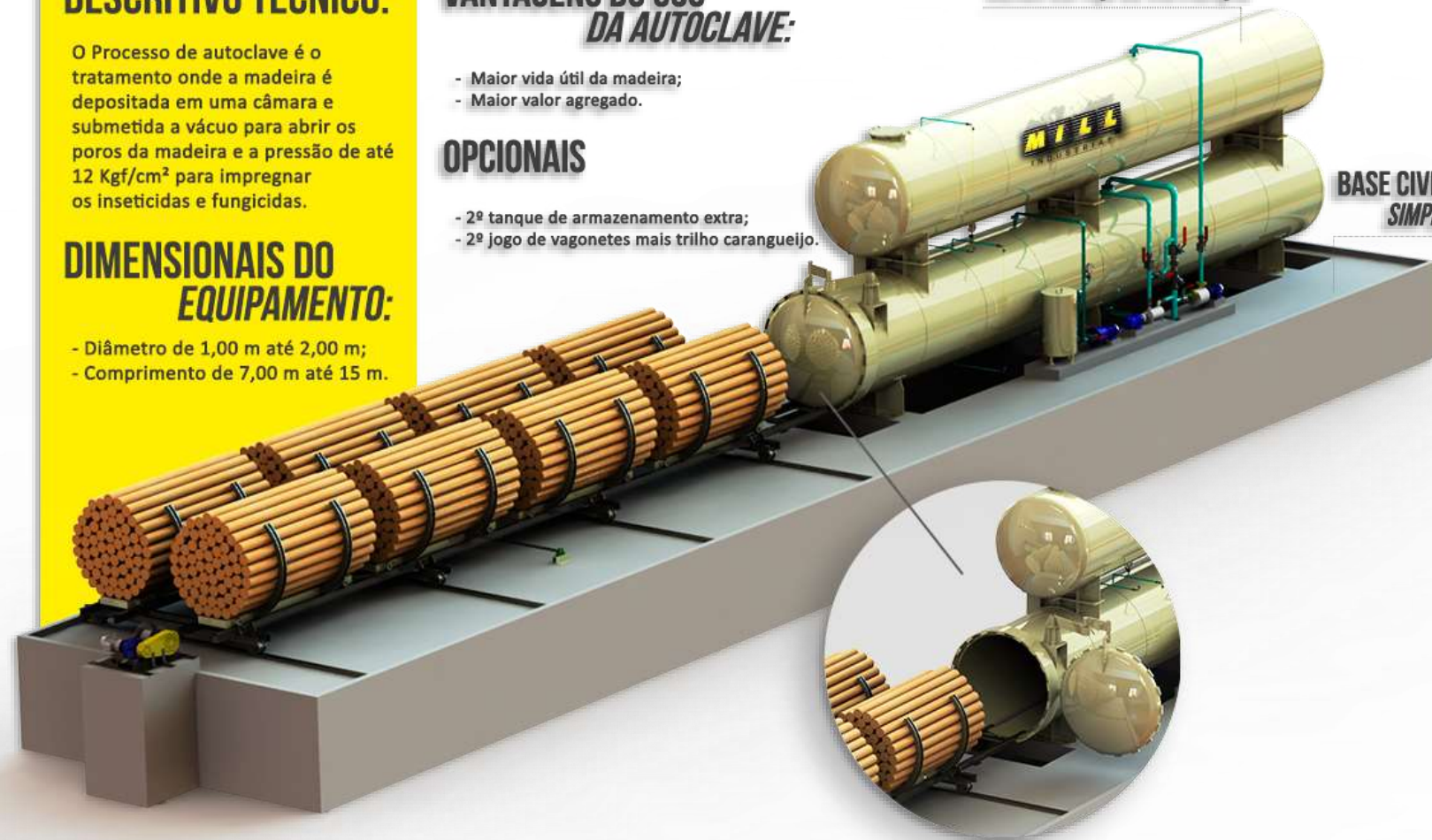
- Maior vida útil da madeira;
- Maior valor agregado.

OPCIONAIS

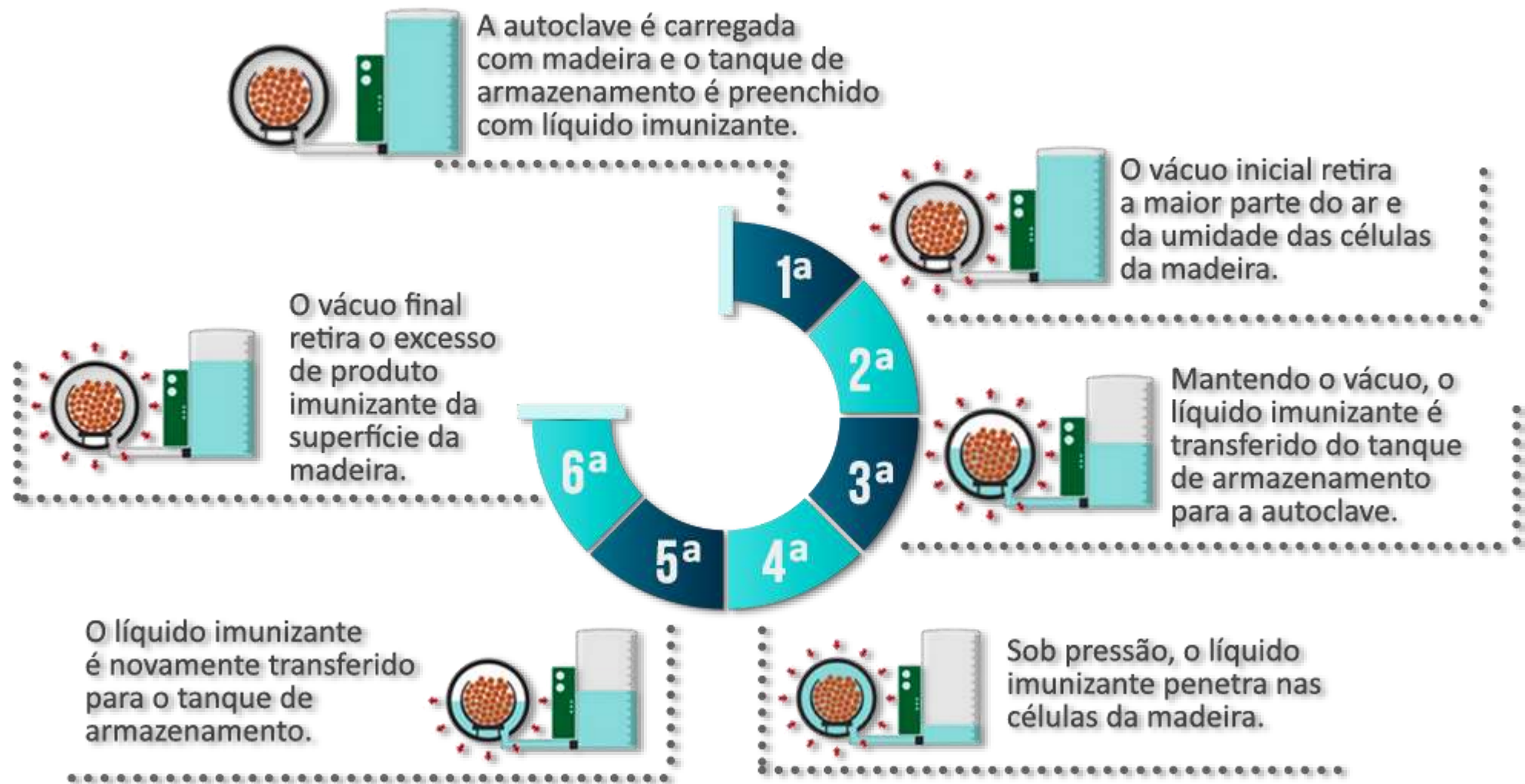
- 2º tanque de armazenamento extra;
- 2º jogo de vagonetes mais trilho carangueijo.

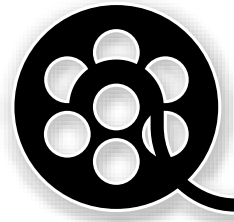
TANQUE SUPERIOR
MENOR ESPAÇO DE INSTALAÇÃO

BASE CIVIL
SIMPLES



PRINCIPAIS ETAPAS DO PROCESSO DE TRATAMENTO DA MADEIRA COM AUTOCLAVE





TRATAMENTO DE MADEIRA EM AUTOCLAVE

[“COMO FUNCIONA O TRATAMENTO DA MADEIRA”, EM: <https://www.youtube.com/watch?v=z3sQGup7qOM>]

COMO CITAR ESTE MATERIAL

MARTINS, ALEXANDRE AUGUSTO. **ESTRUTURAS DE MADEIRA: UMA ABORDAGEM INTRODUTÓRIA [1/3]**. MATERIAL DIDÁTICO. SÃO PAULO: FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE; MARÇO DE 2022. DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.GPARQCON.COM.BR/](http://www.gparqcon.com.br/). ACESSO EM: _____

REFERÊNCIAS TEXTUAIS

AFLALO, M. **MADEIRA COMO ESTRUTURA. A HISTÓRIA DA ITA.** SÃO PAULO: ED. PARALAXE, 2005.

BAIXAS, IGNÁCIO JUAN. **FORMA RESISTENTE.** SANTIAGO DO CHILE: EDICIONES ARQ, 2005.

ECOWOOD. **REFLEXÕES SOBRE O USO DE MADEIRA TRATADA COM CCA.** DISPONÍVEL EM: <HTTPS://ECOWOOD.COM.BR/REFLEXOES-SOBRE-O-USO-DE-MADEIRA-TRATADA-COM-CCA/>. ACESSO EM: 09.JUL.2022.

FINNFOREST. SITE OFICIAL. DISPONÍVEL EM: <WWW.FINNFOREST.COM/COMPANY>. ACESSO EM 22.DEZ.2010.

FORESTRY INNOVATION INVESTMENT (FII). **SUSTAINABLE FORESTS MANAGEMENT.** DISPONÍVEL EM: WWW.NATURALLYWOOD. ACESSO EM: 23.OUT.2009.

GAUZIN-MÜLLER, D. **ITA E A ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA NO BRASIL.** IN MADEIRA COMO ESTRUTURA: A HISTÓRIA DA ITA. SÃO PAULO. ED. PARALAXE, 2005.

GONÇALVES, D. **APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE ALGUMAS OBRAS RESIDENCIAIS BRASILEIRAS RECENTES EXECUTADAS EM MADEIRA.** DISSERTAÇÃO (MESTRADO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 2001/2002). FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE. SÃO PAULO, 2002.

MARQUES, L. E. M. M. **O PAPEL DA MADEIRA NA SUSTENTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO.** DISSERTAÇÃO (MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL, 2007/2008). DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL, FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO. PORTO, PORTUGAL, 2008. DISPONÍVEL EM: <HTTPS://HDL.HANDLE.NET/10216/58999>. ACESSO EM: 05.JUL.2022.

NEOENERGIA. **REFLORESTAMENTO: O QUE É, COMO FUNCIONA E QUAL A IMPORTÂNCIA.** DISPONÍVEL EM: <HTTPS://WWW.NEOENERGIA.COM/PT-BR/TE-INTERESSA/MEIO-AMBIENTE/PAGINAS/REFLORESTAMENTO.ASPX>. ACESSO EM: 09.JUL.2022.



Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo



1952 – 2022



ESTRUTURAS DE MADEIRA: UMA ABORDAGEM INTRODUTÓRIA [1/3]

PROF. DR. ALEXANDRE AUGUSTO MARTINS

[2022]