



**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO
ENGENHARIA CIVIL**

RAYANNE DE FREITAS COSTA ALVES

**BIOCONSTRUÇÃO COMO ALTERNATIVA PARA
REDUÇÃO DO DÉFICIT HABITACIONAL E IMPACTOS AMBIENTAIS**

FORTALEZA

2021

RAYANNE DE FREITAS COSTA ALVES

BIOCONSTRUÇÃO COMO ALTERNATIVA PARA
REDUÇÃO DO DÉFICIT HABITACIONAL E IMPACTOS AMBIENTAIS

Esta monografia apresentada no dia 08 de dezembro de 2021 como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil no Centro Universitário da Grande Fortaleza – UNIFAMETRO – tendo sido aprovado pela banca examinadora composta pelos professores abaixo:

FORTALEZA

2021

A474b Alves, Rayanne de Freitas Costa.

Bioconstrução como uma alternativa para a redução do déficit habitacional e impactos ambientais. / Rayanne de Freitas Costa Alves. – Fortaleza, 2021.

48 f.; 30 cm.

Monografia - Curso de Graduação em Engenharia Civil, Unifametro, Fortaleza, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Pereira Ribeiro.

Coorientadora: Profa. Dra. Carla Bastos Vidal.

1. Construção civil – Bioconstrução. 2. Meio-ambiente - Sustentabilidade. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Título.

CDD 363.7

RAYANNE DE FREITAS COSTA ALVES

BIOCONSTRUÇÃO COMO ALTERNATIVA PARA
REDUÇÃO DO DÉFICIT HABITACIONAL E IMPACTOS AMBIENTAIS

Esta monografia apresentada no dia 08 de dezembro de 2021 como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil no Centro Universitário da Grande Fortaleza – UNIFAMETRO – tendo sido aprovado pela banca examinadora composta pelos professores abaixo:

BANCA EXAMINADORA

Orientador - Prof^o. Dr. Jefferson Pereira Ribeiro
Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza

Coorientadora - Prof^a. Dra. Carla Bastos Vidal
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

Membro Interno - Prof^o. Dr. Otacílio Leandro de Menezes Neto
Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza

Membro Externo - Prof^o. Dr. Ari Clecius Alves de Lima

NUTEC

FORTALEZA

2021

AGRADECIMENTOS

Chega ao fim mais uma etapa da minha vida, foi uma caminhada difícil, mas felizmente fui sempre bem acompanhada e bastante incentivada por diversas pessoas que se cruzaram na minha vida, e às quais tenho de agradecer:

Dedico este trabalho em primeiro lugar a Mãe Natureza, que meu deus saúde e forças para superar todos os momentos difíceis a que eu me deparei ao longo da minha graduação, ao meu pai José Alves, minha mãe Rozineide Alves, minha irmã Rihanna Alves e a minha irmã de coração Adriana Frota por serem essenciais na minha vida e a todos meus familiares e amigos por me incentivarem a ser uma pessoa melhor e não desistir dos meus sonhos.

A minha companheira Dejjane Pereira pela compreensão e apoio em todos os fins de semana e feriados dedicados aos estudos e também a uma grande amiga Thuany Asevedo pelos sábios conselhos que me ajudaram a chegar até esta etapa da minha vida e aos meus grandes amigos da faculdade, que permitiram que essa caminhada fosse mais alegre.

Ao meu querido professor Jefferson Pereira Ribeiro, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade, sempre me incentivando e demonstrando confiança no meu desempenho. A minha querida professora Carla Bastos, por ter sido minha coorientadora e pelos conselhos e incentivo no tema escolhido. Aos demais professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso. O meu muito obrigada!

"Se você tivesse um espaço para viver onde a água fosse captada da chuva, a energia viesse do sol e dos ventos e o alimento pudesse ser produzido dentro da sua própria casa, o que você faria com seu tempo?"

Michael Reynolds.

RESUMO

Ao avaliar o planeta como um todo, podemos conceituar que quanto mais se busca soluções para os principais problemas da modernidade, como o déficit habitacional, insalubridade dos centros urbanos e a degradação ambiental, mais somos levados a perceber que eles não podem ser resolvidos isoladamente. O presente trabalho faz uma revisão bibliográfica acerca de alternativas construtivas que confrontam o atual modelo adotado na construção civil, uma vez que essa atividade vem causando grandes impactos ambientais, sendo também um contribuinte para o aumento do déficit habitacional. Aliada a essa realidade, a atenção à preservação ambiental fez surgirem soluções que atendam ambas as demandas e que podem resultar em um meio mais saudável para todos os seres. O termo Bioconstrução é, principalmente, projetos de residências que procuram incorporar o conceito moderno de desenvolvimento sustentável, visando o ideal “off-grid”, que significa a quase total independência dos moradores em relação à moradia, produção de energia, e até mesmo alimentação. Esses projetos abordam alternativas construtivas que refletem a diversidade dos contextos sociais, econômicos e ecológicos, dando ênfase ao uso de materiais primas naturais locais, recicláveis ou reutilizáveis. Dentre as variadas técnicas temos o uso de materiais como a terra crua, madeira de reflorestamento ou reuso, pneus, garrafas de vidro e pet e latinhas de alumínio. Esses projetos são capazes de integrar a solução para dois grandes problemas atuais, como a redução do déficit habitacional e os impactos ambientais.

Palavras-chave: Bioconstrução; déficit habitacional; desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

When evaluating the planet as a whole, we can conceptualize that the more solutions are sought for the main problems of modernity, such as the housing deficit, unhealthy urban centers and environmental degradation, the more we are led to realize that they cannot be solved in isolation. The present work makes a bibliographical review about constructive alternatives that confront the current model adopted in civil construction, since this activity has been causing great environmental impacts, being also a contributor to the increase of the housing deficit. Allied to this reality, attention to environmental preservation has given rise to solutions that meet both demands and that can result in a healthier environment for all beings. The term Bioconstruction is mainly residential projects that seek to incorporate the modern concept of sustainable development, aiming at the “off-grid” ideal, which means the almost total independence of residents in relation to housing, energy production, and even food. These projects address constructive alternatives that reflect the diversity of social, economic and ecological contexts, emphasizing the use of local natural raw materials, recyclable or reusable. Among the various techniques we have the use of materials such as raw earth, wood from reforestation or reuse, tires, glass and pet bottles and aluminum cans. These projects are capable of integrating the solution to two major current problems, such as reducing the housing deficit and environmental impacts.

Key words: Bioconstruction; Housing Deficit; Sustainable Development.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 –	Estalagem existente nos fundos do prédio - cortiço	12
Figura 2 –	Favela Morro da Providência no Rio de Janeiro	13
Figura 3 –	Cadeia Produtiva Simplificada da Construção Civil	20
Figura 4 –	Charge do Gilmar: Lei do Lixo.....	21
Figura 5 –	Materiais utilizados nas Bioconstruções	28
Figura 6 –	Construção com uso da Terra Ensacada.....	29
Figura 7 –	Construção com estrutura de madeira e massa de COB.....	30
Figura 8 –	Casas de pedra Nono Luigi Bratti – Santa Catarina.....	31
Figura 9 –	Alvenaria com troncos de madeira pela Técnica <i>CordWood</i>	32
Figura 10 –	Vedação e isolamento com fardos de palha.....	33
Figura 11 –	Alvenaria feita com Tijolo-Pneu.....	35
Figura 12 –	Fundação a base de pneus velhos.....	36
Figura 13 –	Alvenaria com utilização do Tijolo-Garrafa.....	37
Figura 14 –	<i>Earthship House</i> no deserto de Taos – Novo México.....	37
Figura 15 –	<i>Earthship Basics</i> – componentes da Técnica <i>Eartship</i>	38
Figura 16 –	Fundação a base de pneus e terra.....	39
Figura 17 –	Uso de Materiais Recicláveis para Construção da Escola.....	40
Figura 18 –	Parte Interna da <i>Escuela Sustentable</i>	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Déficit Habitacional componentes Brasil – 2016 a 2019.....	17
Tabela 2 –	Déficit Habitacional componentes (%) Brasil – 2016 a 2019.....	17
Tabela 3 –	Técnicas Bioconstrutivas e seus Componentes.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIPET	Associação Brasileira da Indústria PET
CadÚnico	Cadastro Único
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CEMPRE	Compromisso empresarial para Reciclagem
CIB	Conselho Internacional para Pesquisa e Inovação na Construção
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FJP	Fundação João Pinheiro
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHEA	Instituto de Desenvolvimento da Habitação Ecológica
IPEC	Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado
IPEMA	Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica
IPEP	Instituto de Permacultura e Ecovilas de Pampa
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PnadC	Pesquisa Nacional de Amostras de Domicílio Contínua
PNH	Política Nacional de Habitação
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
SNH	Secretária Nacional de Habitação
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
UNICEF	Fundo de Emergência Internacional das Nações Unidas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Problematização e Justificativa	9
1.2 Hipótese	9
2 OBJETIVOS	10
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
3.1 Movimento Habitacional no Brasil	11
3.2 Déficit Habitacional	13
3.3 Construção Civil e Meio Ambiente	19
4 METODOLOGIA	23
5 BIOCONSTRUÇÃO	24
5.1 Materiais Utilizados	26
5.2 Principais Técnicas Construtivas	35
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Declaração Universal dos Direitos Humanos (UNICEF, 2011), fundada desde 1948 pela Organização das Nações Unidas (ONU), afirma que toda pessoa tem direito a um padrão de vida que seja capaz de assegurar a si e a sua família saúde e bem-estar, incluindo habitação e os serviços sociais indispensáveis. Já no Brasil, o direito à moradia somente passou a ser considerado um direito, quando a Emenda Constitucional nº 26, do dia 14 de fevereiro de 2000 foi incorporada à Constituição Federal. Um dos motivos fundamentais para a inclusão desse direito na Constituição é a associação direta com o princípio da dignidade da pessoa humana. Conforme,

Art.06º - são direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição (Brasil, 2000, p.3).

As questões habitacionais no país envolvem características complexas que colocam este tema num campo essencialmente multidisciplinar, abrangendo desde sistemas econômicos até as estruturas sociais que condicionam a forma de utilização dos materiais disponíveis no mercado, localização e produção das moradias. Afirma Matos (2001, p.2) que a habitação possui dimensão e função social não negligenciáveis e que

A Habitação satisfaz, na sociedade que está integrada, um conjunto de funções, como a de abrigo e reprodução da família, sendo, ainda um elemento fundamental na construção da personalidade individual, de integração social e de socialização, para além de ser um espaço de consumo, de produção de bens e serviços, de ócio e comunicação.

Na segunda metade do século XX, inúmeros países em desenvolvimento assistiram ao crescimento desordenado de suas populações urbanas sem a necessária expansão de infraestrutura e dos serviços públicos. Foi em decorrência do crescimento industrial, que a maioria das pessoas que migraram do campo para a cidade, na tentativa de melhorar de vida, tiveram acesso apenas a moradias precárias. A dimensão deste problema ainda é bastante presente, seja nos grandes centros urbanos, com os elevados contingentes de população morando em favelas, ou nas regiões mais pobres do interior do país, onde a ausência de boas

estruturas de moradias são um fator agravante na qualidade de vida dos moradores (SURIANO, 2013).

Essas questões, não somente potencializadas pelas constantes crises econômicas, como também pela evidente injustiça social, esquecimento de técnicas ancestrais de construção, dizimação da biodiversidade natural e das bruscas mudanças climáticas. Como observou Shrivastava (1995, p.936 – tradução livre),

O desenvolvimento industrial dos últimos 200 anos trouxe imensurável riqueza e prosperidade. No entanto, também causou degradação ecológica não intencional. Como resultado, o Planeta enfrenta inúmeros problemas ambientais, incluindo o aquecimento global, destruição da camada de ozônio, desmatamento e desertificação, declínio da biodiversidade, chuva ácida, acidentes industriais e resíduos tóxicos.

As primeiras discussões sobre a necessidade de construções com menor impacto ocorreram já na década de 70, com a primeira crise do petróleo. Entretanto, a temática só ganhou força na 2ª Conferência Mundial para o Desenvolvimento e Meio Ambiente, Rio 92. Com isso, surgiram investimentos em trabalhos e pesquisas que levassem um sistema de construção que também incluísse os conceitos de ecologia e desenvolvimento sustentável em seus processos e materiais utilizados (KRZYZANOWSKI, 2005).

Segundo Cantarino (2006), a Bioconstrução é um termo utilizado para se referir a construções onde a preocupação ecológica está presente desde sua concepção até sua ocupação. Na fase de concepção, as bioconstruções valem-se de materiais que não agriam o ambiente do entorno e com atitudes que potencializam a reciclagem de materiais e uso de materiais naturais. E durante a ocupação a cooperação dos futuros moradores é fundamental na manutenção do ciclo iniciado pela Bioconstrução e talvez seja um dos aspectos mais interessantes das bioconstruções em geral e de suas comunidades bioconstruídas.

1.1 Problematização e Justificativa

Os problemas habitacionais no Brasil estão diretamente ligados com a chegada da revolução industrial no país, o processo de abolição da escravidão e a desigualdade socioespacial. Aliada a essa realidade, a atenção à preservação ambiental fez surgirem soluções que podem resultar em um meio mais saudável para todos os seres. A primeira definição de desenvolvimento sustentável foi cunhada no Brundtland Report em 1987, afirmando que desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer o atendimento às necessidades futuras (BRUNDTLAND,1999). Para Brandão (2009), a Bioconstrução é um ramo da engenharia que propõe a utilização de materiais diversificados que proporcionam alternativas para a construção de baixo impacto ambiental e menor custo, dando ênfase ao uso de tecnologias eficientes, matérias-primas locais ou recicláveis. O desenvolvimento de técnicas construtivas atreladas ao uso de materiais reutilizáveis e de baixo custo, podem auxiliar na redução tanto do déficit habitacional como no impacto causado pelas ações do acelerado processo de urbanização. Sendo de suma importância procurar soluções que reflitam a diversidade dos contextos socioeconômicos e ecológicos, multiplicando, assim, as direções para o desenvolvimento de qualidade e sustentável.

1.1 Hipótese

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2020), o mundo atualmente se encontra com mais de 13 milhões de pessoas residindo em favelas e em situação de rua. De acordo com John P. Mohr (2012), precisamos pensar que a habitação é mais que um teto, que deveriam proporcionar mais vida na habitação e menos deslocamentos. Uma habitação com proposta sustentável deve ser projetada às necessidades dos moradores, tendo como principais objetivos atender aos anseios fisiológicos, psicológicos e socioculturais, considerando as limitações econômicas, utilizando de forma consciente materiais e tecnologias de construção menos impactantes. A hipótese aqui levantada é que, a partir do uso de materiais e técnicas construtivas alternativas ao atual modelo utilizado na construção civil é possível diminuir o déficit habitacional e impactos ambientais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

O objetivo geral deste trabalho é realizar uma revisão bibliográfica acerca dos conceitos sobre Bioconstrução, apresentando os principais materiais utilizados e as técnicas empregadas nesse tipo de método construtivo, voltados principalmente para a população de baixa renda. Relacionando o tema com uma alternativa para redução do grande déficit habitacional, assim como, na redução de impactos ambientais causados pelo setor da construção civil.

2.2 Objetivos Específicos

Para a obtenção dos objetivos gerais, foram realizados levantamentos bibliográficos e estudos de procedimentos específicos acerca da temática proposta. Dentre eles, se destacam:

- Um breve levantamento histórico sobre o movimento habitacional no país;
- Um levantamento da atual situação de déficit habitacional no país;
- Elencar a relevância da sustentabilidade nas construções;
- Relacionar a construção civil e os impactos ao meio ambiente;
- Elencar os principais materiais utilizados na Bioconstrução;
- Elencar as principais técnicas bioconstrutivas e suas características.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Movimento Habitacional no Brasil

O período da Revolução Industrial que teve início na Europa Ocidental, rapidamente se expandiu para os demais cantos do globo. As relações trabalhistas tiveram uma grande mudança, visto que, anteriormente os trabalhos eram artesanais, produzidos em baixa escala. Essa mudança trouxe a substituição de trabalhos braçais por grandes maquinários, eliminando algumas funções que antes eram exercidas por pessoas.

A classe trabalhadora movimentou uma grande transição demográfica do meio rural para os crescentes centros urbanos na busca por emprego nas grandes fábricas e melhoria da qualidade de vida. O grande impulso no processo de urbanização, aumentou significativamente a população nessas regiões centrais e essas transformações deram então origem à Modernidade. Para Lefebvre (1991, p.3),

A industrialização caracteriza a cidade moderna. [...] ainda que a urbanização e a problemática do urbano figurem entre os efeitos induzidos e não entre as causas ou razões indutoras, as preocupações que essas palavras indicam se acentuam de tal modo que se pode definir como sociedade urbana a realidade social que nasce a nossa volta.

No Brasil, durante a metade do século XIX até o começo do século XX, houve um intenso avanço em todos os setores. Com o desenvolvimento das indústrias, mais pessoas migraram de suas terras natais, fugindo da fome e da seca, em busca de um trabalho assalariado. Muitos não tinham condições de pagar por moradias melhores, logo, foram obrigados a optar por instalações populares coletivas, também conhecidas popularmente como cortiços, para ficarem mais próximas de seus empregos.

A Figura 1 ilustra as condições de vida nesses locais, sendo estes totalmente insalubres, por abrigar uma quantidade muito grande de pessoas em pequenos espaços, dos quais não tinham boas condições de infraestrutura, saneamento básico e nem áreas verdes, que resultava em diferentes epidemias. Com a proliferação das doenças para outros pontos da cidade, logo, a atenção do Poder Público voltou-se para intervir e legislar na melhora das edificações já existentes e decretar leis para regularizar as construções futuras.

Figura 1 - Estalagem existente nos fundos dos prédios - Cortiços



Fonte: Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro, foto por Augusto Malta ACGRJ, 1916.

Conforme mencionado por Azevedo e Andrade (2011), a principal preocupação do governo nesse sentido foi sanitária e não social. O intuito era isolar essas pessoas que residiam nessas instalações para evitar o crescimento das epidemias, como também, afastar a criminalidade e prostituição dos bairros mais nobres. Foi a partir dessa alteração que começaram a surgir grandes loteamentos, que deram origem aos Conjuntos Habitacionais, em sua maioria, sem infraestrutura suficiente para abrigar tamanha população. Apesar da boa aparência em seus lançamentos, muitos foram entregues inacabados, principalmente aqueles mais distantes do centro, onde predominavam os loteamentos clandestinos (DANTAS, DA SILVA; COSTA, 2009).

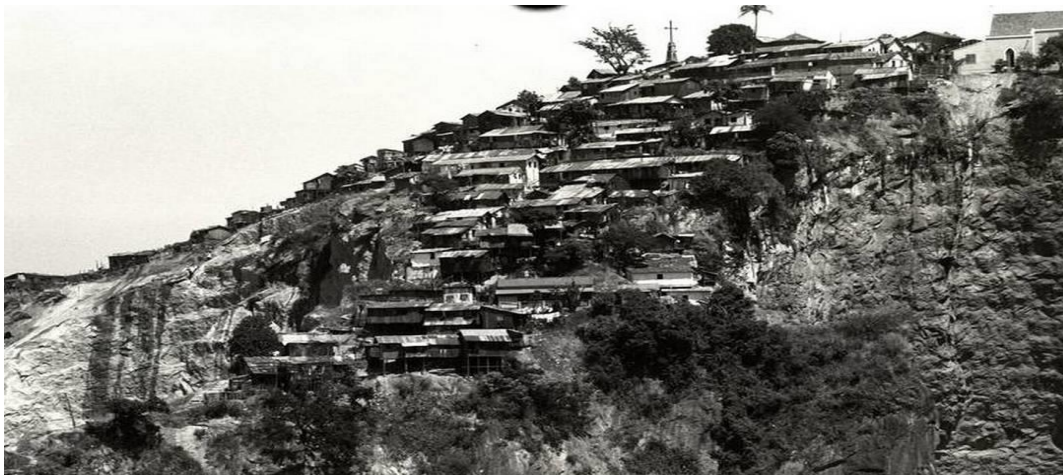
Ainda conforme Dantas, Da Silva e Costa (2009), nas áreas mais próximas dos centros das Cidades, onde apresentavam uma certa infraestrutura, pouco se construía, aumentando assim a segregação socioespacial da população mais pobre. Devido a utilização desses terrenos mais bem localizados como reserva de valor para especulação imobiliária, a integração da população marginalizada com as cidades foi totalmente dificultada, pois haviam verdadeiros vazios entre os novos loteamentos e os centros das capitais em todo o país.

A pressão populacional nos centros urbanos, associada à crise econômica, alta no desemprego, custos elevados do solo urbano e ausência de políticas habitacionais efetivas, forçaram aquelas famílias a buscarem por conta própria alternativas de moradia.

Segundo, Harvey (1980) e Souza (2002), entende-se como favela, habitações precárias, edificadas em áreas públicas ou privadas, sem uso aparente, cuja prática mais utilizada é a

autoconstrução de casas como solução imediata para a falta de habitações. A Figura 2 ilustra a primeira comunidade desse gênero do Brasil, o Morro da Providência, situada no Estado do Rio de Janeiro é testemunha de muitas memórias que fazem parte do passado do país.

Figura 2 - Favela Morro da Providência no Rio de Janeiro



Fonte: Agência O Globo, 1966.

De acordo com Vaz (1994) as favelas só tomaram forma e grande proporção no fim da década de 40. Outra teoria abordada por Queiroz Filho (2011), implica no surgimento das favelas já no fim do processo abolicionista, em 1888. Durante esse processo, não houve a inclusão da população recém liberta na sociedade, de modo que a única mudança em suas vidas foi de que poderiam sair das fazendas. Como consequência, sem ter para onde ir, aquela população migrou do campo para as cidades, acelerando a favelização, a ocupação irregular da periferia e de áreas de risco configurado, desta forma, os atuais problemas urbanos e sociais brasileiros.

3.2 Déficit Habitacional no Brasil

Os problemas habitacionais no país estão diretamente ligados com a intensificação da industrialização em meados do século XX, que acelerou o processo de urbanização brasileiro. Juntamente com a crise econômica das décadas de 80 e 90, essas questões, acentuaram a degradação ambiental, a segregação socioespacial e a periferização, onde têm suas origens sobretudo na privatização da terra e na emergência do trabalho “livre” (MARICATO, 2000).

Segundo o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM) essas disparidades no território nacional refletem a desigualdade e a necessidade de reversão dessa realidade. De acordo com Tavares (1978), a alta concentração da propriedade era acompanhada de extrema desigualdade na distribuição de renda no país. Diante desse cenário, a população pobre não teve muitas opções quanto ao regime de ocupação da moradia, dados os baixos níveis de renda das famílias e os altos preços das habitações e dos alugueis. O fenômeno de periferização e segregação social neste período são marcados pela divisão social do espaço, que, segundo Lipietz (1988), na cidade capitalista é caracterizada,

Pela localização de lugares específicos para produções manufatureiras, determinadas pela proximidade das matérias-primas e dos meios de comunicação. A cidade torna-se o terreno das externalidades. Ao mesmo tempo em que se constituem locais de comando dos negócios econômicos, financeiros e políticos. Uma enorme concentração de proletários, que se deslocam em função da oportunidade da continuação da reprodução de sua força de trabalho. Sua habitação é um “custo social da exploração” de seu trabalho, o que, ainda segundo o autor, gera duas consequências:

1. A divisão técnico-econômica do trabalho que se desdobra posteriormente em divisão técnico-econômica do espaço, onde se cria lugares distintos para a fábrica, o escritório, o depósito, entre outros;
2. A divisão social do trabalho que se desdobra em divisão social do espaço, também com locais distintos para habitação de empresários, engenheiros, patrões, trabalhadores, etc.

Antes de conceituar o déficit habitacional é necessário estabelecer quais são as reais necessidades habitacionais de uma sociedade, estabelecendo, portanto, parâmetros dos quais, possam ser mensurados o tamanho e a natureza dos problemas. Para mensurar de forma mais precisa é necessário definir o que se entende por moradia adequada. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU) para Assentamentos Humanos/HABITAT (Agência habitat, parágrafo 60, tradução livre, 1996), adota a seguinte definição:

Moradia adequada é mais do que um teto sobre a cabeça. Também significa privacidade adequada; espaço adequado; acessibilidade física; segurança da posse; estabilidade estrutural e durabilidade; iluminação; aquecimento e ventilação adequados; infraestrutura adequada, qualidade ambiental e fatores relacionados à saúde apropriados; bem como localização adequada e acessível ao trabalho e outros equipamentos básicos: tudo isso deve ser determinada conjuntamente com a população em questão, tendo em mente a perspectiva para o desenvolvimento gradual.

Dentre os fatores acima, a distribuição de renda é o mais importante aspecto na determinação do estoque de habitações, logo as alterações no poder aquisitivo afetam diretamente na quantidade desse estoque. Para Morais (2002), essas características, aliadas, ao fato de o elevado custo da moradia ultrapassar a capacidade de pagamento de boa parte da população e à ausência de um mercado de financiamento mais adequado, justificam a interferência do governo no mercado habitacional, com vistas a uma maior eficiência alocativa e justiça social.

De acordo com Lima (2007), até os anos 80, eram priorizadas para o dimensionamento do déficit habitacional a produção de novas unidades habitacionais, considerando o total de domicílios necessários para substituir todas as moradias julgadas inadequadas. Entretanto, a adoção desse método se dava de forma equivocada, resultando em dados incompatíveis com a realidade. Ainda segundo Lima (2007), argumentava, que essa distorção de dados atendia aos interesses corporativos envolvidos na questão imobiliária, que buscavam superdimensionar o déficit com o objetivo de influenciar o Estado na liberação de recursos públicos para a construção de novas edificações, ignorando as alternativas que estivessem vinculadas à melhoria das unidades habitacionais já existentes.

Nesse sentido Gonçalves, citado por Lima (2007), esclarece que formas alternativas de moradias da população de baixa renda, como autoconstrução, não eram consideradas pelo dimensionamento. Devido a essas incompatibilidades com a realidade nos centros urbanos, a partir de 1995 as intervenções na área habitacional passaram a se basear nos estudos elaborados pela Fundação João Pinheiro (FJP), que é um Instituto de Pesquisa, Estatística e Ensino em parceria com a Secretaria Nacional de Habitação (SNH) do Ministério das Cidades. Esta Secretaria é o órgão responsável por acompanhar e avaliar, além de formular e propor, os instrumentos para a implementação da Política Nacional de Habitação (PNH), com o objetivo de promover a universalização do acesso à moradia no país. A FJP (2008, p.18) entende que o déficit habitacional esteja,

Ligado diretamente às deficiências do estoque de moradias. Engloba tanto aquelas moradias sem condições de serem habitadas em razão da precariedade das construções e que devem ser repostas, quanto à necessidade de incremento do estoque, decorrente da coabitação familiar ou da moradia em locais destinados a fins não residenciais.

A nova metodologia de cálculo utilizada pela FJP é estimada por meio dos dados disponíveis da Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios Contínua (PnadC) realizadas pelos censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Cadastro Único para programas sociais (CadÚnico). A FJP divide o dimensionamento em dois segmentos distintos: o quantitativo e o qualitativo. O primeiro faz referência a quantidade de habitações que devem ser construídas e ofertadas mediante a crescente demanda da população. O último, corresponde ao número de unidades que apresentam algum tipo de carência, seja nos padrões construtivos ou acesso a serviços urbanos que precisam ser melhorados ou substituídos.

3.1.1 Método Quantitativo

Segundo os resultados obtidos na pesquisa realizada entre os anos de 2016 a 2019, pela FJP o cálculo do déficit habitacional total é dado a partir da soma dos seguintes componentes e subcomponentes, respectivamente, do método quantitativo, que são:

- Habitações precárias - domicílios improvisados e domicílios rústicos;
- Coabitação familiar - unidades domésticas convivente e cômodos;
- Ônus excessivo com aluguel urbano – gastos de 30% da renda familiar.

O componente que se refere a Habitação Precária é dividido nos subcomponentes: domicílios improvisados, que são os locais construídos sem fins residenciais, mas estão sendo utilizados como moradia. E os domicílios rústicos como taipas sem revestimento e madeira reaproveitada. O componente referente a Coabitação Familiar é subdividido nos subcomponentes: unidades domésticas conviventes, mínimo quatro pessoas, onde residem mais de um núcleo familiar com relação de parentesco e os cômodos, onde mais de uma família residem na mesma habitação. Por fim, o componente referente ao ônus excessivo com aluguel urbano corresponde ao número de famílias com renda domiciliar abaixo de três salários mínimos, que despendem mensalmente mais de 30% com aluguel. Este componente é selecionado a partir do grupo de domicílios não classificados como rústicos e nem como cômodos e que atendem aos critérios definidos de renda e gastos com o aluguel (FJP, 2021).

Tabela 1 - Déficit habitacional componentes Brasil entre 2016 - 2019

Componentes e Subcomponentes	Período - ano (und)			
	2016	2017	2018	2019
<i>Habitação Precária</i>	1.296.754	1.490.695	1.423.686	1.482.585
Rústico	760.264	801.668	711.303	696.849
Improvissados	536.490	689.027	712.383	785.736
<i>Coabitação</i>	1.546.103	1.527.259	1.400.701	1.358.374
Cômodos	137.223	117.378	99.546	96.968
Unidades Conviventes	1.408.880	1.409.882	1.301.155	1.261.407
<i>Ônus excessivo aluguel urbano</i>	2.814.391	2.952.708	3.045.653	3.035.739
Déficit Habitacional	5.657.249	5.970.663	5.870.041	5.876.699

Fonte: Adaptado da Fundação João Pinheiro e Diretoria de Estatística e Informações, 2020.

Tabela 2 - Déficit habitacional componentes (%) Brasil entre 2016 - 2019

Componentes e Subcomponentes	Período - ano (%)			
	2016	2017	2018	2019
<i>Habitação Precária</i>	22,90	25,00	24,30	25,20
Rústico	13,40	13,40	12,10	11,90
Improvissados	9,50	11,50	12,10	13,40
<i>Coabitação</i>	27,30	25,60	23,90	23,10
Cômodos	2,40	2,00	1,70	1,70
Unidades Conviventes	24,90	23,60	22,20	21,50
<i>Ônus excessivo aluguel urbano</i>	49,70	49,50	51,90	51,70
Déficit Habitacional	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Adaptado da Fundação João Pinheiro e Diretoria de Estatística e Informações, 2020.

Em acordo com os resultados apresentados pela análise realizada pela FJP e a Diretoria de Estatística e Informações no ano de 2020, como representado nas Tabelas 1 e 2, o déficit habitacional absoluto no país apresenta tendência de aumento, ainda que individualmente seus componentes não tenham seguido sempre a mesma tendência. No ano de 2019 a FJP, aponta como principal componente do déficit habitacional, o ônus excessivo com o aluguel urbano e nos anos anteriores esse componente também representa a maior porcentagem. Ao todo, somase cerca de 3.035.739 milhões de domicílios, cuja renda domiciliar era inferior a três salários mínimos, utilizaram desses mais de 30% com aluguel, o que representa 51,70% do total do déficit do país.

Em seguida, vieram as habitações precárias, com 1.482.585 milhão de unidades, o que corresponde a 25,20% do déficit, e, por último, a coabitação, com 1.358.374 milhão de domicílios, equivalente a 23,10% do déficit total. A habitação precária também apresentou incremento, crescendo de 1.296.754 em 2016 para 1.482.585 em 2019. Nesse componente, os domicílios improvisados, que representavam 9,50%, passaram a 13,40% em 2019. Em movimento contrário, os domicílios rústicos, antes com 13,40% do componente em 2016, caíram para 11,90% em 2019.

3.1.2 Método Qualitativo

O conceito de inadequação habitacional, segundo a FJP (2008), refere-se às construções que não oferecem condições aceitáveis ou desejáveis de moradia, refletindo negativamente na qualidade de vida dos seus moradores. Pelo conceito de moradias inadequadas são passíveis de serem identificadas somente aquelas em área urbana. O cálculo para o dimensionamento de domicílios urbanos inadequados, considera apenas moradias não classificadas no déficit habitacional em função da sua estrutura física.

Portanto, são excluídas as habitações precárias, improvisadas e rústicas, além dos domicílios do tipo cômodo. Essa obtenção, se dá pela soma dos domicílios com ao menos uma inadequação. Para evitar efeitos de dupla contagem, mesmo que um domicílio tenha mais de um tipo de inadequação, seu cômputo para o total só ocorre uma vez (FJP, 2021). Outros conceitos são importantes para compreensão, a FJP (2018, p.26) esclarece que:

Inexistência de Unidade Sanitária Domiciliar Exclusiva: domicílio que não dispõe de banheiro ou sanitário de uso exclusivo. Carência de Serviços de Infraestrutura: domicílios que não dispõem de ao menos um dos seguintes serviços básicos: iluminação elétrica, rede geral de abastecimento de água com canalização interna, rede geral de esgotamento sanitário ou fossa séptica e coleta de lixo.

O resultado da pesquisa demonstrou que mais de 23 milhões de domicílios apresentaram ao menos um tipo de inadequação no país em todos os anos. As regiões Norte e Nordeste foram as que mais se destacaram no percentual dos domicílios urbanos inadequados, com aproximadamente 50% do total.

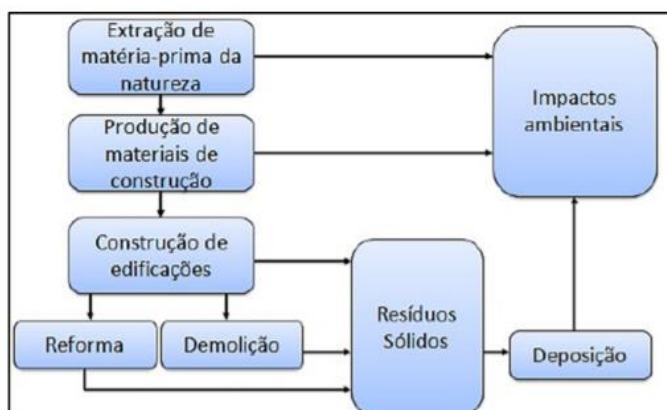
3.2 Construção Civil e Meio Ambiente

Após a expansão da industrialização, o setor da construção civil passou a utilizar materiais como o aço, cimento, concreto, plástico e vidro. Essa transformação ocasionou no esgotamento das fontes de materiais primários (DUARTE; MEIRELLES, 2017, p.3). Independe da abundância de materiais naturais, os insumos industrializados foram utilizados de modo generalizado, provocando um processo de esquecimento das técnicas ancestrais nos polos urbanos.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, nº 273, art.1, 1986, p.636) afirma que, impacto é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente resultante das atividades humanas. No Brasil, a inexistência de uma consciência ecológica neste setor, resultou em danos ambientais irreparáveis, que foram agravados pelo maciço processo de migração ocorrido na metade do século passado, que ocasionou uma enorme demanda por novas habitações (SCHENINI; BAGNATI; CARDOSO, 2004).

A dimensão do impacto que cada material proporciona depende das condições de cada região, como detalhes no processo produtivo, combustível utilizado, logística do transporte, condições de exposição durante o uso, manutenção da edificação e práticas a serem adotadas após o término de vida útil de cada material. Um dos grandes impactos do ciclo da construção civil é o consumo de energia, particularmente os edifícios utilizam entre 60% a 80% de toda a energia global (UNEP, 2018). A Figura 3 representa simplificada a cadeia produtiva da construção civil adotada em boa parte do país, demonstrando os altos impactos ambientais que essa atividade vem causando desde o seu desenvolvimento.

Figura 3 – Cadeia Produtiva Simplificada da Construção Civil



Fonte: GASQUEZ, 2015.

Segundo os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2019), mesmo com uma Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) o Brasil recicla apenas 2,1% do total de resíduos coletados no país e esse percentual permanece igual há pelo menos três anos. Os materiais que já não possuem a mesma função para qual foram criados, sendo, portanto, descartados no meio ambiente são vistos como “lixo”, entretanto, com a reciclagem surgem novos meios de reuso com iminente possibilidade de reaplicação na indústria da construção civil, tornando-se uma alternativa para a habitações de interesse social (VIEGAS, 2012).

A Figura 4 refere-se a uma charge do cartunista Gilmar Fraga, onde o mesmo ilustra os problemas recorrentes causados pelo excessivo consumo de produtos, que resultam, conseqüentemente no excesso de resíduos, onde, em sua maior parte é descartado incorretamente, acarretando em uma série de problemas socioambientais como poluição do ar, dos corpos hídricos, enchentes, entre outros.

Figura 4 – Charge do Gilmar: Lei do Lixo



Fonte: <https://www.humorpolitico.com.br/tag/lixo/>, 2021

Com o avanço tecnológico, novos tipos de materiais industrializados estão sendo ofertados no mercado e com o aumento da demanda por novas habitações, o atual sistema construtivo adotado em boa parte do país, aliado a exploração dos recursos naturais de forma compulsória, se mostra insustentável e incapaz de sanar os problemas ambientais e o déficit habitacional no Brasil. Diante deste fato, o conceito de construções sustentáveis vem sofrendo alterações ao longo dos últimos anos.

Até a década de 70 não havia uma grande preocupação em relação à sustentabilidade nas construções, pois, a esta altura, a escassez de recursos ainda não era um problema tão evidente quanto nos dias atuais (VIEIRA, 2014). O Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) apoia a construção sustentável, adotando medidas que reduzem os impactos ambientais, enquanto que agem promovendo um ambiente mais seguro, saudável e confortável para todos os seres.

De acordo com o Conselho Internacional para Pesquisa e Inovação na Construção (CIB, 2002, p.8), define a construção sustentável como o processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica. Ernest Schumacher, um economista inglês, introduziu o termo tecnologia apropriada em seu livro “Small is Beautiful”, enfatizando quatro critérios: pequeno, simples, barato e pacífico (Schumacher, 1973).

A tecnologia apropriada é um termo que representa um ponto de vista particular acerca da sociedade e da tecnologia. Diferentes grupos culturais e geográficos apropriam-se de tecnologias para a região a qual estão inseridos, a autodeterminação tecnológica é essencial para a formação de uma identidade cultural e para a independência política (DARROW E PAM, 1976). De acordo com Duarte e Meirelles (2017, p.5) “não se trata de eleger qual o melhor sistema construtivo, mas sim, o mais adequado para o projeto e sítio”. Para a aplicação desse conceito são necessárias pesquisas para melhoria dos processos construtivos, a utilização de técnicas vernaculares, a reabilitação de técnicas ancestrais e reciclagem dos materiais é uma excelente iniciativa.

O termo desenvolvimento sustentável, busca maneiras para que esta ascensão urbana e ambiental não seja interrompida, e que não renuncie ao progresso e adaptação de novas tecnologias que atendam às necessidades de seus usuários. De acordo com CBCS é possível observar algumas medidas propostas para tornar-se uma construção ecologicamente correta, tem-se a:

- a. Redução no consumo de materiais;
- b. Utilização de resíduos como matéria-prima;
- c. Consumo de recursos e energia no ciclo de vida;
- d. Seleção da madeira - reflorestamento;
- e. Segurança, saúde de usuários e trabalhadores;
- f. Durabilidade de vida útil.

Também, segundo o Instituto para Desenvolvimento da Habitação Ecológica (IDHEA) que é o primeiro instituto no Brasil para pesquisa, aplicação e uso de ecoprodutos e tecnologias sustentáveis fabricados industrialmente, nas áreas da Construção Civil, Design, Moveleira, Arquitetura, dentre outras (MANHÃES; ARAUJO, 2014, p.18), elencou nove passos para uma obra sustentável:

1. Planejamento sustentável da obra;
2. Aproveitamento passivo dos recursos naturais;
3. Eficiência energética;
4. Gestão e economia da água;
5. Gestão dos resíduos na edificação;
6. Conforto térmico-acústico;
7. Uso racional de materiais;
8. Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis;
9. Qualidade do ar e do ambiente interior.

Mesmo diante desses passos, alguns fatores ainda dificultam a execução de casas ecológicas, dentre eles podem ser citados a falta de mão de obra operária qualificada, a falta de políticas de incentivo, a falta de conhecimento, a dificuldade em abandonar o estilo de construção adotado atualmente e a falta de interesse dos profissionais da área, além de outros fatores. Há no segmento da construção civil um certo conservadorismo que gera grande resistência para a utilização de novas técnicas construtivas em crescimento no setor. O conservadorismo pode ser decorrente da ausência do pleno conhecimento da tecnologia alternativa ou ainda pelo fato de não querer perder a autonomia do sistema empregado atualmente.

A Bioconstrução é um método construtivo que alia o uso de diversos materiais e técnicas com o objetivo de causar o mínimo impacto ambiental para realizar uma edificação. Para que isso seja alcançado, as obras empregam metodologias de planejamento, execução e manutenção que gravitam em torno do princípio da sustentabilidade. Esse método também busca se integrar ao meio, tanto na paisagem como no ciclo natural do local da obra e é comum a interseção de outros tipos de metodologias como a permacultura e a arquitetura vernacular.

4 METODOLOGIA

A metodologia adotada para esta linha de pesquisa é o estudo bibliográfico, cujos, os dados foram obtidos através de estudos especializados em construção sustentável e uso de resíduos industriais, em teses, dissertações, pesquisas, revistas, artigos, sites de Entidades Públicas e fontes da internet para compor a base bibliográfica. A estrutura do trabalho foi dividida em duas partes, foram percorridos os seguintes procedimentos:

- a. Primeira Parte: foi realizada uma breve contextualização acerca do movimento habitacional, trazendo posteriormente, os conceitos e dados realizados da última pesquisa sobre o dimensionamento Déficit Habitacional no Brasil. Ainda nesta primeira parte são abordadas os impactos realizados pelo Setor de Construção Civil desde o início do período industrial, assim como, a necessidade de construir edificações com características das Construções Sustentáveis, sendo elencados passos para obtenção desse resultado;
- b. Segunda Parte: foi conceituado o termo Bioconstrução, sendo também realizada um levantamento sobre os principais materiais utilizados e as principais técnicas construtivas. Neste capítulo, também serão abordados uso de materiais naturais em conjunto com o reuso de materiais industrializados.

Os critérios utilizados para a revisão bibliográfica foram divididos em duas etapas, na primeira: identificação das fontes de dados, palavras-chave e tipos de trabalho. Neste trabalho foram utilizadas as seguintes fontes de pesquisa: Google Acadêmico, SCIELO e BDTD. As palavras-chaves utilizadas para a busca foram: bioconstrução, terra crua, construções sustentáveis, técnicas alternativas de construção e situação habitacional no país.

Os tipos de trabalhos considerados foram: artigos científicos, livros, teses, dissertações. Na segunda etapa, a partir da leitura dos resumos, foram selecionados trabalhos que apresentassem as abordagens temáticas: movimento habitacional; déficit habitacional; habitações sustentáveis; utilização de terra crua nas construções; bioconstrução, técnicas construtivas com terra, reutilização de resíduos sólidos para construção de habitações de baixo custo.

5 BIOCONSTRUÇÃO

A construção civil é um dos grandes setores que contribuem para o desenvolvimento das sociedades. Cada região do mundo evoluiu de formas diferentes ao longo da história, utilizando inicialmente, recursos e materiais locais e conforme a industrialização foi se expandindo, outras formas de construção foram disseminadas pelo globo. Este setor, além de responsável pelos grandes impactos ambientais e sociais ocasionados pela extração de matéria-prima, usinagem e geração de resíduos, também é responsável por grandes obras de infraestrutura e crescimento econômico.

Uma construção ecológica é uma forma de integrar a necessidade de construir uma edificação que tenha todo o desempenho esperado e ao mesmo tempo impacte o mínimo possível o meio ambiente. O material ecológico ou biodegradável é utilizado como forma de reduzir o consumo de energia, diminuir a poluição da água e do ar, incentivar a reciclagem e reutilização de materiais, dentre outros aspectos (SIMAS, 2009). O uso eficiente da energia elétrica não significa apenas uma redução nos custos, mas também redução nos impactos ambientais.

Além disso, a eficiência energética muitas vezes está ligada a melhoria na qualidade do ambiente das habitações. Na melhoria da eficiência energética das edificações, os projetos arquitetônicos devem proporcionar o melhor aproveitamento da climatização natural para proporcionar conforto térmico e geração de energia por meio de fontes alternativas. A Bioconstrução busca resgatar técnicas antigas, secularmente passadas de geração a geração, agregando a elas algumas características derivadas do desenvolvimento tecnológico, na tentativa de melhorar o desempenho dos materiais empregados nessas construções (SMITH et al., 2008).

A combinação de técnicas ancestrais com tecnologias inovadoras garante maior assertividade para sustentabilidade, tanto no processo construtivo, como também, no período pós-ocupação. Esse conceito não é uma descoberta do século XXI, porém, somente após as inúmeras conferências mundiais realizadas acerca dos impactos das atividades humanas no planeta, é que essa prática tomou a relevância adequada como uma alternativa na redução desses impactos. Para Mauricio (2017), entende-se construção sustentável como um termo para designar coisas diferentes e específicas.

O termo aponta para correntes diversas da construção sustentável, tais como bioarquitetura, construção ecológica, construção natural, bioconstrução, permacultura, entre outros. Seguindo esses conceitos, temos que, a Bioconstrução, portanto, estuda as relações globais do ser humano com sua habitação e o entorno, que consistem no sistema construtivo que se apropria de materiais naturais e a reciclagem ou reaproveitamento de materiais industrializados, analisando o impacto ambiental gerado em todo seu ciclo de vida.

Esse método construtivo não se resume somente à construção em si, podendo incluir diferentes tipos de materiais, busca por uma maior eficiência energética, reaproveitamento da água e destinação adequada dos resíduos. Também utiliza de forma criativa tais materiais para produção de mobília e o uso de agentes biológicos para prover condições de habitação, como no caso dos telhados verdes, tratamento dos resíduos e a melhoria da qualidade de vida.

De acordo com o permacultor André Soares (2005), o termo Bioconstrução foi usado pela primeira vez no país no evento “Bioconstruindo”, em 2001, que ocorre anualmente, afim de discutir temas relacionados a construções naturais, no Ecocentro do Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado (IPEC), em Pirenópolis, Goiás. O que diferencia a Bioconstrução das demais técnicas ou métodos construtivos são a ênfase no uso de recursos naturais locais, com a aceitação de recursos eventualmente industrializados em contextos como o de reuso ou reciclagem, e a associação à ideia de "autoconstrução", que significa que o futuro morador participa ativamente da obra em todas as suas etapas e, muitas vezes, envolve a família e a comunidade na qual está inserido na construção.

Para Costa (2010) a Bioconstrução busca uma transferência das várias técnicas construtivas aos proprietários, garantindo a eles uma autonomia na configuração do terreno, e desta maneira tendo uma menor dependência da industrialização e de materiais com altos custos. Segundo Henderson (2012), a Bioconstrução tem como objetivo o estímulo ao uso de tecnologias que causem o menor impacto ambiental nas construções e, desta maneira, estimular também as técnicas de arquitetura que valorizem a utilização dos materiais encontrados no local, respeitando o conhecimento e os saberes de técnicas empíricas que foram disseminadas ao longo do tempo.

Para o permacultor e fundador do Ecocentro IPEC André Soares (2005), a Bioconstrução apresenta métodos naturais de construção que buscam alinhar o homem com o ambiente através da:

- Valorização dos materiais locais e naturais;
- Análise do ciclo de vida de cada material utilizado;
- Não utilização de materiais tóxicos e descartáveis;
- Utilização de técnicas inteligentes de materiais de mercados industriais;
- Gerenciamento do uso de água pluvial e potável;
- Promover tratamentos naturais dos efluentes (esgoto) – reciclagem e reuso;
- Busca pela utilização de fontes de energias renováveis e trabalhar com eficiência energética através de desenhos arquitetônicos bioclimáticos.

Com isso, percebe-se a importância de realizar uma escolha mais consciente dos materiais que serão utilizados nas etapas da obra. Isto se deve ao fato de que grande parte da energia e recursos consumidos na construção civil é em razão dos tipos de materiais empregados.

5.1 Materiais Utilizados

Os critérios para a escolha dos materiais devem seguir a seguinte ordem: materiais locais e materiais naturais. À primeira vista pode soar estranho, já que, se imagina que os materiais locais serão sempre os naturais, entretanto, na Bioconstrução não implica na utilização de produtos industrializados, porém, buscando sempre soluções mais ecológicas e eficientes. Enquanto que a construção convencional opta sempre pelos usos de materiais processados, por vários motivos, dentre eles a praticidade para a construção em série e a própria pressão advinda do monopólio industrial, a construção com elementos naturais, por sua vez, utilizará materiais industriais apenas nas situações em que não houver outra alternativa por necessitar das propriedades que só estes materiais fornecem.

Os materiais naturais podem ser facilmente incorporados a natureza através da destinação correta, ao contrário do que acontece com os resíduos da construção civil convencionais, que apresenta elevado volume e ainda não possuem coleta e descartes corretos. Segundo Ackermann (2018), o uso desses materiais, também coloca os elementos utilizados pela Bioconstrução mais distantes do monopólio industrial existente no país.

O uso frequente do cimento Portland, aço, concreto, alumínio, aditivos químicos e tijolos cerâmicos passaram a ser ofertados no mercado como uma forma moderna e eficaz de

se construir, sendo apoiadas por interesses econômicos, onde se fortaleceu ao longo dos anos a ideia de que a única forma de se construir é utilizando esses materiais e este formato se transformou em um símbolo de status social dentre as camadas da sociedade.

A Bioconstrução não se trata da negação ao sistema convencional, entretanto, os materiais aplicados nessas construções são mais acessíveis, uma vez que boa parte dos problemas habitacionais no país está vinculado com a desigualdade de renda, cujo, o acesso a materiais construtivos de melhor qualidade, são mais difíceis de adquirir devido ao seus altos custo de mercado, o que contribui para a aquisição de materiais de baixa qualidade, acarretando na inadequação e insalubridade nas habitações da população de baixa.

Os principais materiais utilizados na Bioconstrução são terra, madeira, pedra, palha e reciclados, ou seja, materiais facilmente disponíveis. A Figura 5 demonstra em forma esquemática e ilustrativa os materiais e algumas de suas inúmeras aplicações que serão detalhadas mais à frente.

Figura 5 – Materiais utilizados nas Bioconstruções



Fonte: Autor, fotos retiradas do google imagens, 2021.

5.1.1 Terra

A terra é um dos materiais naturais mais abundantes na maior parte das regiões do planeta, sendo este um material constantemente utilizado em construções desde os tempos pré-históricos. As construções com terra crua parecem ter sido, historicamente, as mais antigas,

com início na Região Mesopotâmica e no Antigo Egito, possivelmente devido à facilidade de obtenção da argila de boa qualidade, formada a partir da sedimentação de material por um processo geológico de milhares de anos.

No Brasil, segundo Silva (2000), as construções em terra foram trazidas pelos colonizadores europeus e, mais tarde, pelos africanos, já que os índios não empregavam esse material para a construção de suas casas. Alves Filho (1998, p.19), ao historiar as construções do início da colonização brasileira, explica que a casa de taipa foi “a grande manifestação cultural mestiça do Brasil”, uma vez que modificou a planta tradicional de casa de taipa europeia, retangular e compartimentada, para um número menor de repartições internas, assim como diferiu por empregar cobertura de palha, que era um elemento tradicional da cultura indígena, e foi absorvido pela “cultura mestiça” para construção de casas. A Figura 6 ilustra uma habitação realizada pela técnica de terra ensacada, também conhecida como superadobe.

Figura 6 – Construção com uso de terra ensacada



Fonte: <https://www.ugreen.com.br/bioconstrucao-utilizando-reciclagem-nas-construcoes/>.

Segundo Pontes (2012) o solo é um material ecológico, econômico, resistente ao fogo e capaz de prover conforto térmico, acústico e higroscópio ao interior de uma edificação. A versatilidade, durabilidade e qualidade das construções com uso de terra são comprovadas pelas inúmeras edificações construídas que resistiram ao longo de milhares de anos, como os presentes na Mesopotâmia e em vários lugares do continente africano (CARVALHO; LOPES, 2012). O uso desse material é indispensável para a Bioconstrução, sendo base para várias

técnicas, tais como, superadobe, adobe, cob, taipa de pilão, entre outros. Além dessa massa podem ser agregados à mistura, aditivos naturais para garantir uma maior resistência.

A Figura 7 representa uma construção com estrutura de madeira, incluindo a cobertura, com vedação feita pela massa de COB e com vitrais de garrafa de vidro.

Figura 7 – Construção com estrutura de madeira e a massa de COB



Fonte: Arquivo Lowconstructores Descalzos, 2019.

Os principais aditivos são: esterco que são estabilizantes químicos; grãos, fibras, folhas secas e palhas que estabilizam a massa e “amarram” internamente as partículas de areia e solo; cimento e cal que garantem uma liga mais resistente e mais durável; óleos vegetais, seivas e látex que servem para garantir uma maior impermeabilidade na massa, ficando mais resistentes as intempéries. (KAREN, 2011).

5.1.2 Pedra

Existem muitos locais com solo rico em pedras, podendo ser utilizadas para diversos fins como construção alvenaria, partes internas, muros, fornos, calçamentos, pavimentação e fundações. A escolha de uma rocha natural como material de construção depende dos critérios técnicos e econômicos. Os critérios econômicos referem-se ao custo do material e a sua disponibilidade no local de utilização. Os critérios técnicos referem-se à características que os diferentes tipos de rochas possuem que atendem às finalidades da aplicação pretendida.

Esse material confere maior resistência, razão pela qual era utilizada principalmente nas fortificações, igrejas monumentais, calçamentos, pavimentações e nas construções oficiais. Os tipos de pedras são bem variados, as mais comuns são calcárias, arenitos ou pedra de rio e granitos e mesmo a pedra-sabão e a argamassa pode ser a mesma, de cal, areia ou de barro. A Figura 8 ilustra um conjunto de casas feitas de pedra que se tornaram Patrimônio Histórico Nacional e Patrimônio de Arquitetura de Santa Catarina na região Sul do Brasil.

Figura 8 – Casas de pedra Nono Luigi Bratti – Santa Catarina



Fonte: <https://www.dedmundoafora.com.br/o-que-fazer-em-nova-veneza-casas-de-pedra-sc/>

5.1.3 Madeira

A madeira foi um dos primeiros materiais de construção utilizados pelo homem, registros apresentam seu uso a partir do período Neolítico, principalmente devido à facilidade com que era encontrada e a fácil extração. Ao longo deste período foram desenvolvidas muitas técnicas construtivas utilizando a madeira como elemento estrutural chave, tais como, enxaimel, taipa de mão, *cordwood*, entre outras e nas demais técnicas é utilizado como estrutura de cobertas, pilares e vigas, formas, mobília e esquadrias, como mostra na Figura 9.

Dentre suas principais características estão a boa relação resistência-peso, versatilidade para industrialização; custo competitivo com o aço e o concreto; material 100% renovável; melhor conforto térmico e acústico. Para que esse material seja utilizado de forma renovável é necessário uso responsável e consciente, com exploração adequada nas florestas, sendo de extrema importância o reflorestamento e sempre que possível realizar seu reaproveitamento.

Figura 9 – Alvenaria de troncos de madeira construída pela Técnica *Cordwood*



Fonte: corwoodconstruction.org, 2017.

5.1.4 Palha

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2008) a palha é um material de construção muito útil, e podemos usa-la de diversos tipos de palmeiras para construção de cobertas. E como os resíduos das plantações de arroz, aveia, centeio e trigo podem ser usados para realizar as vedações de uma estrutura habitacional. Algumas das vantagens da construção com fardos de palha é a sua natureza renovável, o baixo custo, a fácil disponibilidade e o alto valor de isolamento térmico e acústico. A construção com esse material normalmente consiste em empilhar fileiras de fardos sobre uma fundação, com uma barreira de humidade ou quebra de capilaridade entre os fardos e sua plataforma de apoio.

Figura 10 – Vedação e isolamento com fardos de palha



Fonte: Archdailly, 2017.

A Figura 8 ilustra como os fardos de palha são utilizados para vedação e isolamento das edificações. Existem dois tipos de fardos de palha vulgarmente utilizados, uns que são ligados com duas cordas e outros com três, sendo que o fardo de três cordas é maior em todas as três dimensões. As paredes de fardos podem ser amarradas com pinos de bambu, madeira ou ainda com malhas de arame de superfície sendo, em seguida, estucadas com um preparado à base de cal, ou rebocadas com uma massa de terra ou argila.

5.1.5 Reciclados

A reciclagem é o processo de reaproveitamento do resíduo descartado, que dá origem a um novo produto ou a uma nova matéria-prima, com o objetivo de diminuir a produção de rejeitos e o seu acúmulo na natureza, reduzindo, assim, o impacto ambiental. De acordo com dados de um estudo realizado pela Associação Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), o Brasil produz mais de 240 mil toneladas de lixo por dia, dos quais 45% é reciclável, entretanto, o país recicla apenas 2,1% do total de lixo urbano produzido.

A importância da reciclagem está ligada diretamente ao desenvolvimento sustentável, que envolve, o meio ambiente e também aspectos socioeconômicos. Para Naime e Abreu (2010) a reciclagem geralmente traz benefícios ambientais, portanto, deve se levar em consideração a análise do ciclo de vida do produto para se ter uma visão clara das vantagens e eventuais desvantagens ambientais envolvidas nesse processo. Mas, quando descartamos um produto de forma adequada, agregamos valor ao processo e ao material, uma vez que, melhora-se os índices de reaproveitamento, barateando o custo de produção e estimulando empregos nessa área. O Conceito de reciclagem é:

Tornar a usar o que já foi usado - até, em alguns casos, infinitas vezes. Assim, não é preciso tirar da natureza, novamente, aquilo que ela já nos deu. Reciclar é combater o desperdício. É garantir o futuro, copiando a sabedoria da própria natureza (CMRR, 2008, p.5).

Dentro do conceito de sustentabilidade foi concebida a ideia dos 3 Rs, que seriam: Reduzir, Reutilizar e Reciclar, cujas, ações visam minimizar o desperdício de materiais e produtos, além de poupar a natureza da extração inesgotável de recursos. Esta ideia foi adotada nos processos construtivos da Bioconstrução, das quais se usam materiais como garrafas plásticas ou de vidro, latinhas de alumínio, restos de madeira ou outros materiais e pneus velhos

para construção ou vedação de habitações a baixo custo. Dentre as técnicas utilizadas temos o uso da parede-pneu, tijolo-garrafa, *Ecobrick* e o *Earthship*, sendo este último uma integração de vários materiais e técnicas construtivas.

5.1.5.1 Tijolo-Pneu

No Brasil, a preocupação com o descarte adequado do pneu foi intensificada a partir resolução do Conama nº 416, de 30 de setembro de 2009. Nessa resolução consta aos fabricantes e importadores de pneus novos, com peso unitário superior a dois quilos, a coletarem e destinarem adequadamente os pneus inservíveis existentes no território nacional. Além disso, estabelece a implementação de pontos de coleta de pneus inservíveis em todos os municípios com população superior a 100 mil habitantes (IBAMA, 2018).

A construção com Tijolo-Pneu é com uso de pneus velhos compactados com terra, construído em seu local definitivo. Após a conclusão da estrutura os pneus são preenchidos com terra, existem outras formas de utilizar esse material como na fabricação de tijolos de borracha, mas para Bioconstrução o reuso desse material sem passar por outros processos é mais eficiente, tanto pela facilidade de utilização, quanto pelo custo final do produto. As Figuras 11 e 12 ilustram as formas de utilização que pode servir como alvenaria de vedação, muros externos, muros de contenção, mobília entre outros.

Figura 11 – Alvenaria feita com parede-pneu



Fonte: <https://reciclaflores.wordpress.com/2010/12/15/como-fazer-parade-de-pneu/>

Figura 12 – Fundação feita com pneus velhos



Fonte: <https://erohovastitch.ru/pt/kredit-pensioneram/kak-avtomobilnye-pokryshki-primenit-v-stroitelstve-fundament-iz.html>

5.1.5.2 Tijolo-Garrafa

Segundo a Associação Brasileira da Indústria do PET (ABIPET, 2016), o Brasil coleta, recicla e utiliza o PET, gerando trabalho e riqueza dentro do país; colaborando efetivamente para a preservação ambiental e aumentando o número de cooperativas pelo território nacional. Esse emprego do PET advém de vários aspectos como: viabilidade econômica; durabilidade em relação às características físicas e químicas do material; conforto térmico, acústico, luminoso, entre outros.

A técnica do emprego do PET reduz os custos da obra e promove a reciclagem das garrafas, um grande benefício ecológico e evita que haja emissão de carbono com a etapa de queima dos tijolos convencionais. Além do benefício ambiental referente, vale destacar a relação deste processo construtivo com a eficiência energética, o desempenho térmico e estrutural, considerando que uma parede revestida com garrafa pet possui comportamento mecânico semelhante às paredes de alvenaria convencional.

Podendo esse material ser utilizado também para como forro, lajes, pisos, impermeabilizante e reboco, resultando em um custo reduzido significativo quando comparado às opções convencionais do mercado. Vale ressaltar seu desempenho superior em relação ao conforto acústico e a maior carga de ruptura, tornando-se mais resistente estruturalmente que a alvenaria revestida com tijolos (VIEGAS, 2012). A Figura 13 ilustra o processo de construção de uma alvenaria com uso de tijolo-garrafa.

Figura 13 – Alvenaria com utilização de tijolo-garrafa



Fonte: <https://jardimdomundo.com/confira-como-sao-feitas-as-casas-com-garrafa-pet/>

5.2 Principais Técnicas Construtivas

Atualmente, no Brasil, algumas técnicas alternativas de construção têm recebido atenção tanto de pesquisadores quanto de profissionais da área agrônoma e da construção civil, haja vista as entidades, redes de pesquisa e os eventos especializados no tema tais como:

- Secretária de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável;
- Rede PROTERRA;
- Programa Nacional Terra Brasil;
- Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado (IPEC);
- Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica (IPEMA);
- Instituto de Permacultura e Ecovilas de Pampa (IPEP);
- Instituto de Empreendedorismo Socioambiental Auá;
- Eco Aldeia Flecha da Mata;
- Instituto Pindorama;
- Instituto Çarajura,
- Instituto Tibá.

Dentre as mais variadas técnicas alternativas de construção com diversos tipos de materiais, a Bioconstrução como mencionado anteriormente, foca na construção com materiais

locais e reaproveitáveis. Segue na Tabela 3 algumas das principais técnicas e seus componentes utilizados nesse método construtivo.

Tabela 3: Técnicas Bioconstrutivas e suas composições

Material Principal	Técnicas Bioconstrutivas	Composição
Terra	Abobe	tijolo de terra crua, areia, água, estrume e fibras vegetais
	Superadobe	saco de rafia com terra local
	Cob	massa de terra crua, areia, água e fibras vegetais
	Taipa de Pilão	terra socada com pilão, madeira e pregos
	Solocimento	tijolo de areia, argila e cimento
Pedra	Alvenaria de Pedra	alvenaria de pedra variadas com argamassa de cimento
Madeira	Cordwood	alvenaria com lenha, areia, cimento, cal e óleo de linhaça
	Enxaimel	alvenaria treliçada com preenchimento de abobe, pedra,
	Tabique	alvenaria delgada feita com materiais diferentes do cerâmico
	Pau-a-Pique	estruturas de madeira entrelaçadas preenchidas com barro
Palha	Straw-Bale	fardos de palha (trigo, arroz, centeio ou aveia)
Reciclados	Eartship	materiais variados (garrafa, pneu, madeira, terra, pedra)
	Ecobrick	tijolo feito por diversos materiais reciclados (plástico, borracha, tecidos)
	Parede de Garrafa	tijolo-garrafa de vidro, alumínio ou plásticas

Fonte: Autor, 2021.

Nas técnicas construtivas que utilizam materiais recicláveis como matéria-prima, temos a *Earthship*, criada há mais de 45 anos pelo arquiteto norte americano Michael Reynolds, especializado em construir com materiais que são considerados como lixo pela maioria das pessoas, incluindo em seus projetos o conceito de reutilizar e reciclar garrafas, latas, pneus e também o uso de materiais naturais, como pedra, madeira e terra. Sustentabilidade e autonomia, essas são as duas características básicas quando nos deparamos com essa ideia inovadora do conceito de *Earthships* (Earthship Bioteecture, 2014).

Essa técnica, considerada como um mix de vários métodos e materiais, abrange um sistema integrativo que vai além da própria construção em si. Os espaços são projetados para receberem áreas verdes para plantio de pequenas hortas, assim como também é pensado para

realizar a captação da água da chuva, dos ventos e energia solar. Um projeto com o método Earthship aborda seis princípios ou necessidades humanas:

- Aquecimento e resfriamento termo solar;
- Eletricidade solar e eólica;
- Tratamento de esgoto independente;
- Construção com materiais naturais e reciclados;
- Coleta de água e armazenamento a longo prazo e capacidade interna de produção de alimentos.

Esse novo conceito de arquitetura e da forma de conceber uma residência começou a tomar forma ainda nos anos 70. As *Earthships* são projetadas para coletar e armazenar sua própria energia e a maior parte da energia elétrica é colhida do sol e do vento. Com uso de painéis fotovoltaicos e turbinas eólicas geram eletricidade que é armazenada em baterias que estão alojadas em uma sala especialmente construída no telhado (Earthship Biotecture, 2014). Em 2007 foi lançado o documentário *Garbage Warrior* (Guerreiro do Lixo) que conta um pouco do trabalho do arquiteto na região de Taos no Novo México, conforme ilustra a Figura 14. As casas projetadas têm 50% de sua área destinada ao cultivo de alimentos, o que faz com que atinjam índices de conforto naturalmente em um ambiente com clima bastante extremo.

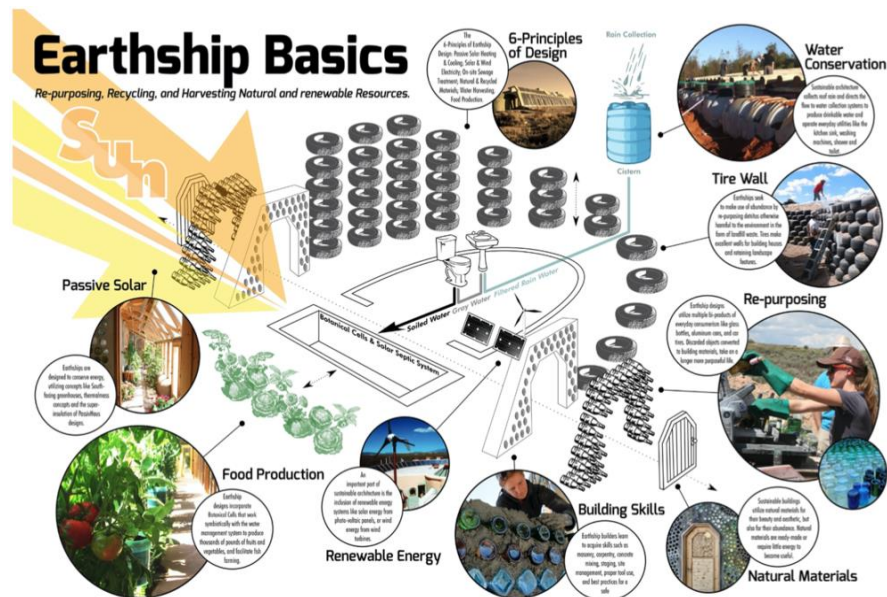
Figura 14 – *Earthship House* no deserto de Taos - Novo México



Fonte: <https://www.earthshipglobal.com/design-principles>, 2021

A Figura 15 ilustra as bases que esse sistema construtivo utiliza, visando uma autonomia para seus habitantes com o conceito “OFF-GRID” que utilizar outras formas de energia que não a produzida pelo sistema tradicional. A solução é utilizada em locais remotos que não possuem ligação com distribuidoras de energia. Logo, a energia produzida é armazenada em baterias ao invés de ser enviada à rede elétrica, assim essas baterias garantem o abastecimento em períodos sem sol. Esse sistema entra em ação se o local onde pretende-se instalar não for atendido pela rede elétrica. Vale ressaltar que o sistema requer um cômodo separado, que possa ser fechado para armazenar o banco de baterias.

Figura 15 – *Earthships Basics* – componentes da técnica *Earthship*



Fonte: <https://www.earthshipglobal.com/design-principles>, 2021

Dentre os materiais utilizados pelo arquiteto, temos, especificamente a utilização de pneus, onde os mesmos são recheados de terra prensada manualmente. Desta forma cria-se uma espécie de muro de pneus e terra tem com uma capacidade incrível de deixar a temperatura interior agradável devido à inércia térmica dos materiais. Michael Reynolds ainda afirma que após rodarem 40 mil quilômetros os pneus não emitem mais toxinas nocivas ao ser humano. Em alguns testes realizados por ele, as casas estruturadas com esses materiais e terra, apresentaram alta resistência a terremotos e enchentes.

Uma de suas obras primas é a *Una Escuela Sustentable*, localizada na porção costeira de Jaureguiberry em Canelones no Uruguai. A escola possui cerca de 270m² de área construída,

sendo finaliza em apenas sete semanas. A iniciativa por conjugar a educação tradicional com o respeito ao meio ambiente, o uso responsável dos recursos e o desenvolvimento de relações humanas sustentáveis, fez surgir a primeira escola pública sustentável da América Latina. Sua construção é composta de aproximadamente 60% de materiais reciclados, com cobertura feita de garrafas de plástico e vidro, latas e papelão e 40% de materiais tradicionais como madeira, cimento e terra. Esse projeto foi apresentado desde 2014, os moradores da região que fizeram o possível para torná-lo real. Assim, 200 voluntários do Uruguai e de outros países colocaram a mão na massa durante as sete semanas intensas de construção, aprenderam o método de Reynolds e poderão replicá-lo pelo mundo.

Para construção da escola Michael Reynolds projetou para que a estrutura (pilares, vigas e coberta) fosse feita de madeira de reflorestamento, e a vedação das paredes foi realizada com uso de terra, papelão, latas de alumínio, garrafas de vidro e PET. O uso desses materiais auxilia tanto no baixo custo da obra, como na rapidez de construção da mesma, contanto ainda com a facilidade de manuseio e de proporcionar formas curvas para a edificação. Para as tubulações hidráulicas e sanitárias foi utilizado material convencional, assim como, os eletrodutos e fiações elétricas. A sequência de imagens a seguir, Figuras 16 e 17, ilustra o processo de construção da escola, onde sua base foi feita com pneus velhos e a finalização da obra com uma mistura de vários materiais.

Figura 16 – Fundação a base de pneus e terra



Fonte: Una Escuela Sustentable, 2014.

Para a construção da escola foram utilizados dois mil pneus velhos, cinco mil garrafas de vidro de tamanhos médios, dois mil metros quadrados de papelões usados, oito mil latas de alumínio. A obra teve uma duração de apenas 35 dias, equivalente a sete semanas, com custo total de gastos de apenas 300 dólares (*Earthship Bioteecture*, 2014).

Figura 17 – Uso de materiais reciclados para construção da escola



Fonte: Una Escuela Sustentable, 2014.

A eficiência energética das edificações sustentáveis também visa em seus projetos o melhor posicionamento das janelas para o aproveitamento da luz solar, ou seja, quando bem projetados as edificações não precisam utilizar luz elétrica nos cômodos devido a entrada de raios solares, o que ocasiona uma redução no uso de eletricidade. Ficando assim, a utilização da mesma para os eletrodomésticos e quando não tiver mais luz solar.

Figura 18 – Parte interna da *Escuela Sustentable*



Fonte: Una Escuela Sustentable, 2014.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para enfrentar as carências que surgiram ao longo do desenvolvimento das cidades, é indispensável a busca por uma abordagem com teor mais criativo e coletivo das questões habitacionais e ambientais. A Engenharia, Arquitetura e Entidade Tecnológica vêm buscando alternativas que proporcionem menor impacto ambiental e social para reverter os problemas gerados nas últimas décadas. A reabilitação e modernização das técnicas bioconstrutivas são maneiras de dar continuidade ao desenvolvimento sustentável, sendo, portanto, necessários incentivos da parte Governamental para auxiliar com programas habitacionais voltados para construção com técnicas bioconstrutivas, alinhados com o uso de materiais recicláveis.

Conforme apresentado, a Bioconstrução é uma maneira de construir que vincula diversas técnicas com o objetivo de causar o mínimo impacto ambiental necessário para realizar uma obra. Outro objetivo é prover as comunidades com ferramentas e conhecimentos necessários para construir com conforto, eficiência energética, segurança e integração ao meio-ambiente de maneira acessível e democrática. Certamente, o desenvolvimento de uma sociedade sustentável passa por uma série de transformações de pensamento, padrões de consumo e processos de produção. A união da comunidade e a formação de vilas ecológicas é fundamental na manutenção do ciclo iniciado pela Bioconstrução e talvez seja um dos aspectos mais interessantes das bioconstruções em geral e de suas comunidades bioconstruídas.

REFERÊNCIAS

ARCHDAILY. **Una Escuela Sustentable.** Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/791524/conheca-a-escola-sustentavel-de-michael-reynolds-em-jaureguiberry-uruguai>. Acesso em: 09 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Cidadania. **Cadastro Único:** universo, data de extração da base: 15/12/2018 e 14/11/2020. Brasília, DF: Ministério da Cidadania, 2018/2020.

CDHU. **Planejamento do dimensionamento dos cortiços no Município de São Paulo:** plano de pesquisa para estudo de caso sobre as relações entre a população encortiçada, os proprietários e os intermediários. São Paulo, Diretoria Técnica/Superintendência de Planejamento e Desenvolvimento Tecnológico, abr. 1988, 33 p.

CONEXÃO PLANETA. **Ecobrick.** Disponível em: <https://conexaoplaneta.com.br/blog/ecobric-garrafas-pet-recheadas-com-lixo-plastico-viram-tijolo-ecologico-nas-filipinas/>. Acesso em: 07 nov. 2021.

EARTHSHIP. **Eartship Basics.** Disponível em: <https://www.earthshipglobal.com/design-principles>. Acesso em: 09 nov. 2021.

EROHAVASTITCH. **Fundação de pneu.** Disponível em: <https://erohovastitch.ru/pt/kredit-pensioneram/kak-avtomobilnye-pokryshki-primenit-v-stroitelstve-fundament-iz.html>. Acesso em: 07 nov. 2021.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Diretoria de Estatística e Informações. Metodologia do déficit habitacional e da inadequação de domicílios no Brasil – 2016 - 2019.** Belo Horizonte: FJP, 2021. 76 p. Relatório.

GUELBERT, T. F., et al. **A embalagem Pet e a reciclagem:** uma visão econômica sustentável para o planeta. XXVII ENEGEP, Foz do Iguaçu, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – PNAD Contínua: microdados: 2016, 2017, 2018, 2019:** visita 1. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloadsestatisticas.html?Caminho=Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_continua/Anual/Microdados/Visita. Acesso em: 20 ago. 2021.

JARDIM DO MUNDO. **Casas de Garrafa PET.** Disponível em: <https://jardimdomundo.com/confira-como-sao-feitas-as-casas-com-garrafa-pet/>. Acesso em: 07 nov. 2021

MARCOS, Patrícia Rossi. **A distribuição de resíduos e a sustentabilidade ecossistêmica.** In ALVES, Elizete Lanzoni; BIRNFELD, Carlos André Huning; BENACCHIO, Marcelo (coords). Direito e sustentabilidade II: CONPEDI/UFPB. Florianópolis. CONPEDI, 2014.

MAURICIO, Cauê C., **Bioconstrução**. Estudo de caso: Projeto e construção da casa ecológica modelo. 2017. p. 43. Pesquisa de iniciação científica (Pós-Graduação) – FATECS - Faculdade de Tecnologias e ciências sociais e aplicadas, Brasília

Moradia e pobreza: Habitação sem saúde. Tese de Doutorado. São Paulo, Faculdade de Saúde Pública da USP, 1982, mimeo

ONTE, Maria M. C. C. **ARQUITETURA DE TERRA**: O desenho para a durabilidade das construções. 2012. p. 316. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Departamento de Arquitetura, Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra, Coimbra

Origens da habitação social no Brasil. *Análise Social*, Vol. XXIX, nº 127, pp. 711- 732, 1994. POUJO, Carin Kutchma. **Acessibilidade e Construção Sustentável**: Um Paradigma na Habitação de Interesse Social. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

SANTOS, Clarissa A. **Construção Com Terra No Brasil: Panorama, Normatização E Prototipagem Com Terra Ensacada**. 2015. p. 290. Dissertação (Mestre em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SJÖSRRÖM, C. **Service life of the building**. CIB: Tel Aviv, 1996. v. 2, p. 6-1; 6-11 apud JOHN, Vanderley M. Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. p. 113. Tese (Livre Docência). – Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo.

UGREEN. **Bioconstrução utilizando reciclagem**. Disponível em: <https://www.ugreen.com.br/bioconstrucao-utilizando-reciclagem-nas-construcoes/>. Acesso em: 08 nov. 2021.