

## MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL NA ZONA URBANA

*Mirla Rafaela Torres Pinto Soares<sup>1</sup>, Elizangela Cabral dos Santos<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Graduanda do Curso Bacharelado de Ciência e Tecnologia, UFRSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. Fone (84) 991095718. E-mail: mirla.rafaela@hotmail.com

<sup>2</sup> Professora doutora em Fitotecnia, UFRSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. Fone (84) 987811782. E-mail: elizanelacabral@hotmail.com

**Resumo:** A sustentabilidade é um modelo de desenvolvimento baseado na conservação e preservação do meio ambiente, assim, alternativas que reduzam a utilização de recursos naturais são desenvolvidas, a fim, de intensificar a preservação ambiental. Logo, com o crescimento do setor de construção civil, inúmeros são os impactos causados a natureza. Deste modo, para atender ao aumento das obras urbanas foi necessário realizar a reciclagem dos resíduos utilizados nas construções. O plástico encontrado na garrafa PET é uma alternativa viável para a produção do tijolo sustentável. Também, o plástico pode ser usado no processo produtivo da madeira plástica. Outro material alternativo é a borracha, que já está sendo utilizada para a pavimentação dos asfaltos, trazendo maior resistência e durabilidade. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo abordar as vantagens e desvantagens, mostrar como é feita a escolha dos materiais e analisar se são economicamente e ambientalmente viáveis.

**Palavras-chave:** sustentabilidade; reciclagem; plástico; borracha; madeira.

**Abstract:** Sustainability is a development model based on the conservation and preservation of the environment, so alternatives that reduce the use of natural resources are developed in order to intensify environmental preservation. Therefore, with the growth of the civil construction sector, innumerable impacts are caused to nature. Thus, in order to meet the increase in urban works, it was necessary to carry out the recycling of waste used in construction. The plastic found in a PET bottle is a viable alternative for the production of sustainable brick, also, plastic can be used in the plastic wood production process. Another alternative material is rubber, which is already being used for paving the asphalt, bringing greater strength and durability. In this way, the present work aims to address the advantages and disadvantages, to show how the materials are chosen and to analyze if they are economically and environmentally viable.

**Keywords:** sustainability; recycling; plastic; rubber; wood.

### 1. INTRODUÇÃO

A participação da construção civil na economia mundial é cerca de 40% [1]. Logo, o uso da tecnologia ocorre de forma excessiva seja na exploração das matérias primas, como na transformação das paisagens ou na geração de resíduos que acabam produzindo impactos ambientais para a sociedade.

Devido aos grandes impactos causados a natureza, durante, principalmente, o período das revoluções industriais, em que, as nações tinham um alto poder tecnológico e exploravam demasiadamente os recursos naturais. No entanto, foi em 1962 que surgiu a obra “Primavera Silenciosa” da americana Rachael Carson, ela foi uma bióloga e escritora responsável pela maior revolução ecológica nos Estados Unidos. Logo depois, em 1972, durante a primeira conferência das Nações Unidas realizada em Estocolmo, na Suécia sobre o meio ambiente e desenvolvimento, surgiu a ideia de desenvolvimento sustentável. E o seu conceito baseia-se na conservação dos recursos naturais para garantir a sobrevivência das futuras gerações [2].

Depois do surgimento da ideia de sustentabilidade, a mesma, passou a ser o centro das discussões no mundo todo e em diversos setores. No Brasil, várias iniciativas são criadas como o IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica que tornou-se pioneiro nas construções sustentáveis, o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) que através da preservação ambiental, pretende melhorar a qualidade de vida dos indivíduos entre outros [3]. Deste modo, todas essas iniciativas provêm soluções que atendam às necessidades das pessoas e consolidem o seu papel de empresas ecologicamente corretas no mercado brasileiro.

Além disso, as emissões mundiais de gases que causam o efeito estufa, constituindo cerca de 5 a 7%, são produzidas pela indústria cimenteira e tendem a triplicar ao longo dos anos [4]. Desta forma, empresas na área da construção civil incorporaram práticas sustentáveis para atenuar as emissões de gases nocivos, a extração

---

inadequada da matéria prima e a geração demasiada de resíduos que devem ser reutilizados e depositados nos locais corretos para não causar impacto ao meio ambiente.

No setor civil para realizar uma construção sustentável, é necessário optar por materiais alternativos nas edificações. Entre os elementos mais utilizados, é possível encontrar cimento e tijolos ecológicos. Logo, do ponto de vista financeiro, o custo desses elementos é maior. Porém, pensando no impacto ambiental, deve-se aliar a seleção dos materiais ao processo de fornecimento e da retirada dos mesmos, o estudo do ciclo de vida, uma reciclagem adequada, aproveitar o máximo possível de todos os recursos naturais e um uso consciente da água e da energia [3]. Desse modo, são maneiras de baratear a produção e o manejo dos materiais sustentáveis.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi conhecer os materiais alternativos para construção civil utilizados na zona urbana. Portanto, o uso de tijolos, cimentos ecológicos, agregados, metais vem aumentando como uma forma de contribuir para uma construção ambientalmente correta.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1. Metodologia**

A indústria da construção é o setor que mais consome recursos naturais, o que gera grandes impactos ambientais. Deste modo, cerca de 50 % dos resíduos sólidos são provocados pelas atividades humanas no processo da construção [5].

À vista disso, as empresas do setor civil buscam minimizar os impactos causados, principalmente na escolha inadequada dos materiais de construção. Ademais, a escolha por materiais de construção alternativos teve como premissa a diminuição dos custos nas obras.

Dessa forma, a pesquisa foi imprescindível para mostrar que um dos primeiros passos a serem realizados é a análise do ciclo de vida dos materiais. Logo, tornou-se possível conhecer os materiais de construção que são utilizados na zona urbana, as suas vantagens, desvantagens e aplicações.

A metodologia da coleta de informação foi feita através de uma revisão bibliográfica, a consulta em torno de diversos autores em produções científicas, monografias, livros, sites e revistas teve o objetivo de proporcionar um maior conhecimento sobre o tema, buscado torna-lo mais explicativo e claro, mostrar novas formas de produção dos materiais que já se conhece.

### **2.2. Materiais alternativos**

Materiais alternativos são substâncias cujas suas propriedades devem ser usadas para diversos fins, principalmente na construção civil, em que eles são utilizados desde a infraestrutura as edificações. Eles tem uma importante função que é substituir os materiais convencionais que já são usados no setor civil. No entanto, diferente destes, os materiais alternativos possibilitaram um menor impacto ambiental e apresentarão vantagens tanto econômicas como físicas superior aos demais. Logo, seu uso é imprescindível para a realização de construções sustentáveis.

#### **2.2.1. Tijolo de garrafa pet**

A Teoria da Força Vital, também conhecida por Vitalismo foi proposta por Berzelius e que defendia que somente era possível utilizar polímeros produzidos naturalmente, eles não poderiam ser sintetizados, pois não havia tecnologia disponível[6].

Logo depois, a Teoria foi provada por Friedrich que não pode ser aplicada. Diante disso, em 1860, houve a moldagem industrial de plásticos naturais reforçados com fibras, como a goma-laca e a gutta-percha e os plásticos sintéticos começaram a surgir no mercado [6].

Finalmente, no ano de 1941 nos Estados Unidos, dois químicos britânicos, John Rex Whinfield e James Tennant Dickson desenvolveram o PET, um polímero termoplástico. O mesmo foi formado devido a reação entre o etileno glicol e o ácido tereftálico. No entanto, a fabricação das garrafas PET deu início no ano de 1970. Logo depois, em 1980, o Canadá e os Estados Unidos reciclaram as garrafas que eram coletadas para utiliza-las no enchimento de almofadas. Mais tarde, em 1990, o seu uso tornou-se popular no mundo e surgiram diversas aplicações para o polímero [7].

Deste modo, o PET com sua vasta utilização no mercado, tornou-se mais presente no cotidiano, porém, nos últimos anos, houve um crescimento populacional e um aumento na qualidade de vida dos indivíduos, gerando uma produção maior do polímero no mundo, mas a reciclagem não acompanhou a produção.

Vale ressaltar que, a garrafa PET pode permanecer no meio ambiente por 400 anos, se não for reciclada, por isso, é importante a sua reutilização para o seu uso na produção do tijolo, além de que, a retirada da garrafa da natureza é realizada por cooperativas de catadores, possibilitando uma maior geração de emprego e renda para diversas famílias [8].

O Polietileno tereftalato é 100% reciclável, são leves e usam o mínimo de matéria prima na sua fabricação, são inertes e não geram chorume em lixões e aterros [9]. Atualmente, o polietileno tereftalato também são usados na fabricação de tintas, vassouras, cordas, tapetes e embalagens alimentícias.

Dentro desse contexto, as discussões a respeito do desenvolvimento sustentável sugeriram com a produção exacerbada do PET, polímero termoplástico. Logo, buscou-se alternativas para atenuar a geração de toneladas de resíduos que são lançados ao meio ambiente, além de reduzir os custos, a produção de energia, agilizar o processo de produção dos materiais e gerar renda e empregos.

Além disso, a maior porcentagem das embalagens PET se encontram no estado do Sudeste, cerca de 53%. Portanto, na mesma região, 28 universidades e centros de pesquisas desenvolveram investigações relacionadas a reciclagem e reutilização desses resíduos [10].

Em virtude dos pontos positivos do PET, na construção civil, os materiais convencionais estão sendo substituídos pela utilização dos materiais poliméricos. Seja nas instalações prediais de água, esgoto sanitário e captação e condução de água pluviais, nas instalações elétricas, na fabricação de esquadrias e portas, como na produção de telhas e tijolos. Os polímeros são fundamentais para a construção civil, em virtude, da grande reutilização desses materiais.

Nesse sentido, devido as diversas aplicações na produção industrial e devido as suas propriedades como leveza, resistência mecânica e preço baixo, o Polietileno tereftalato, ou PET sofre um processo de reciclagem química que converte o resíduo plástico em matéria prima, importante para a produção do tijolo.

Desta forma, o engenheiro químico Neilton da Silva Tapajó criou um tijolo sustentável que foi apresentado na sua tese de graduação. Ele resolveu combinar individualmente a PET com o gesso, cimento, resina cristal e caroço moído de açaí, porém, na produção do tijolo, o cimento foi o material que obteve mais êxito [11].

O processo de fabricação constituiu na formação de um monobloco plástico que foi envolto por uma camada de um centímetro e meio de cimento, dentro de uma forma de madeira. O cimento ficou curado, após 12 horas, adquirindo um aspecto de tijolo de paredes lisas, com saliências e reentrâncias nas laterais para encaixe de outros tijolos. Ademais, diferentemente do tijolo comum, o pré-moldado ficou mais resistente que os demais devido a formação do monobloco em seu interior [11].

O tijolo se enquadra como um bloco de vedação, ele pode ser aplicado em paredes, porque suporta a própria carga. No entanto, ao ser usado na estrutura de vigas e pilares, o seu uso não é viável por não ter uma aplicação segura.

Portanto, inúmeras vantagens das garrafas PET na produção dos tijolos foram observadas, desde a projeção com saliências e reentrâncias para se encaixarem, o que dispensa a utilização de cimento entre eles, reduzindo os custos [11]. São matérias primas fáceis de serem encontradas no meio ambiente, a sua produção e aplicação é mais simples, são leves, resistentes ao fogo, tem uma maior capacidade de isolamento e além de tudo, são sustentáveis. Estudantes do ensino médio do Instituto Federal do Mato Grosso do Sul (IFMT), realizaram outros testes e pesquisas e utilizaram junto com a garrafa PET, a areia. Eles perceberam que o tijolo produzido é um ótimo isolante térmico, além de notarem que a resistência é igual ao tijolo comum. O tijolo produzido pode ficar entre 40% e 60 % mais barato que o tijolo comum [12].

Assim, fica clara a importância do Polietileno tereftalato ou PET no setor de construção civil, aproveitando-se de suas características e adequando-as às insuficiências de cada aplicação. Portanto, é imprescindível a reciclagem desses materiais, visto que, apresentam vantagens econômicas e físicas superior aos materiais clássicos, que se forem extraídos de forma correta, diminuiram os impactos causados ao meio ambiente.

Na Figura 1, mostra os estudantes do ensino médio do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), criando um tijolo com garrafa pet e areia. O tijolo é produzido com material reciclado, por isso, consiste em um produto sustentável.



Figura 1. Tijolo produzido com garrafa PET. Fonte: <http://g1.globo.com/mato-grosso/noticia/2015/12/estudantes-criam-tijolo-sustentavel-com-garrafa-pet-e-areia-em-mt.html>

---

### 2.2.2. Borracha de pneu em asfalto

O pneu antes era produzido a partir de aro de ferro e madeira, depois passou a ser produzido de borracha. No entanto, a mesma derretia facilmente no calor e endurecia no frio. Logo, em 1839, Charles Goodyear resolveu o problema ao descobrir que o processo de vulcanização da borracha misturada com enxofre mantinha as condições e a borracha não se alteraria devido a mudança de temperatura. O processo foi patenteado por Goodyear, após dois anos. Em 1845, os irmãos Michelin patentearam o pneu [13].

A borracha natural que é a matéria prima para a fabricação do pneu é um polímero obtido por meio de cortes no caule da seringueira, onde realiza-se o processo de coagulação do látex. Depois, o material é aquecido e transformado junto com outras substâncias químicas na borracha.

O Brasil produziu cerca de 1,5 % da borracha natural extraída no mundo. A extração do látex que é realizada, principalmente, na região Norte do país é uma importante fonte de renda para várias famílias [14].

De fato, os pneus podem acumular água da chuva e servirem de moradia para insetos causadores de doenças, como, a dengue, a febre amarela, a malária, entre outras, também são depositados em lixões e se forem queimados; liberam gases tóxicos, contaminando o ar, os lençóis d'água e o solo. Portanto, é necessário que as empresas que fabricam e os consumidores dos mesmos sejam responsáveis pela destinação correta dos pneus inúteis [15].

A reciclagem e o reaproveitamento dos pneus no Brasil corresponde a cerca de 30 mil toneladas. Deste modo, inúmeras são as vantagens do processo de reciclagem, uma delas é a economia de energia, visto que, para cada meio quilo de borracha produzida por meio de materiais reaproveitados, cerca de 75% a 80% de energia são economizadas, o petróleo que corresponde a 30% da produção dos pneus também é economizado; no final, o custo é reduzido em mais de 50% [16].

Partindo dessa ideia, o pneu também pode ser usado na construção civil, devido a composição de fibras de aço de alta resistência na borracha. Pode ser utilizado desde a pavimentação de vias, como nas fundações das habitações populares, no contrapiso, painéis de paredes etc.

Cerca de 35 milhões de carcaças de pneus são geradas anualmente e há mais de 100 milhões de pneus abandonados no Brasil. Logo, um dos pontos positivos da inserção da borracha na pavimentação é a retirada desses materiais de aterros e de locais inapropriados. Outra vantagem é durabilidade do pavimento que varia com as condições da estrada, de temperatura e clima, podendo apresentar uma vida útil superior ao asfalto comum. Ademais, o asfalto-ecológico apresenta uma maior resistência as deformações plásticas, porém, acredita-se que devido aos poucos investimentos em pesquisa para a ampliação do asfalto-borracha, o mesmo ainda é uma tecnologia cara e pouco difundida no mercado. E um dos seus pontos negativos é que custa 50% a mais do que o asfalto comum [17].

O termo asfalto-ecológico é erroneamente usado, porque a produção exige temperaturas altas, gerando mais poluição atmosférica, assim, as empresas utilizam o termo como uma forma de marketing. No entanto, se forem tomados os cuidados necessários, as temperaturas usadas para aquecer o asfalto não causaram mal à saúde dos operários, tampouco, gerará poluição mais do que o convencional. Para isso, deve ocorrer uma fiscalização por parte do poder público e da licença ambiental [17].

O processo de fabricação consiste na coleta dos pneus inservíveis, o pneu é triturado e transformado em pó por meio de um processo mecânico e, depois, o material é caracterizado por uma mistura descontínua com ligante asfáltico e compactado a quente. Ao terminar o procedimento, a mistura já pode ser aplicada nas pavimentações. Logo, quanto maior o teor de borracha aplicado, mais eficiente o pavimento [18].

Acredita-se que para efetivar a obra com o asfalto-borracha, é necessário elaborar um laudo técnico por um engenheiro civil ou por um técnico de pavimentação, a fim de que, no futuro o projeto aumente a durabilidade das estradas e ruas.

Portanto, a utilização da borracha de pneu na pavimentação de estradas é importante tanto economicamente como socialmente, visto que, as borrachas inservíveis vão ter um destino correto e serão reutilizadas. Logo, se houver um controle por parte do poder público e dos órgãos de licenças ambientais, a produção proporcionará sustentabilidade na construção civil.

Conforme mostrado na Figura 2, a empresa Greca Distribuidora de Asfaltos Ltda, foi uma das primeiras a usar o asfalto-borracha. Essa obra de pavimentação em linha liga Belo Horizonte ao aeroporto de Confins.



Figura 2. Obra de pavimentação em asfalto-borracha. Fonte:

[http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-23942007000300008&lng=pt&nrm=is](http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942007000300008&lng=pt&nrm=is)

### 2.2.3. Madeira Plástica

Com o esgotamento dos recursos minerais e os índices elevados de poluição, hoje procura-se materiais alternativos que visem atenuar a degradação ao meio ambiente. Cada vez mais, a sociedade busca a utilização do plástico, principalmente, na construção civil. Em virtude disso, tornou-se importante recicla-lo para o seu uso de forma sustentável.

A madeira convencional sempre foi muito aproveitada pelo homem, era usada para o ser humano se aquecer, cozinhar, na fabricação de armas e utensílios domésticos. Depois, passou a ser empregada na construção de casas, forros, pisos, revestimentos de paredes e divisórias, esquadrias, perfis de janelas ou como decoração, no formato de mesa, cadeira, etc. Devido à variedade dos tipos de madeira e suas técnicas, que ao longo do tempo, foram se aperfeiçoando, o mercado de venda e extração da mesma, principalmente, o mercado ilegal foi intensificado [21].

O uso da madeira comum na construção civil decorre de algumas razões como a sua fácil trabalhabilidade, ótima relação entre densidade e resistência, suficiente disponibilidade, possibilidade perene de renovação e baixo custo energético em sua produção. No entanto, a madeira de origem arbórea está sendo substituída pela madeira plástica [19].

Hoje, com a grande demanda pela madeira, intensificou-se também, a preocupação com o meio ambiente, diante disso, a madeira plástica é um produto desenvolvido em 1970 e que lida com uma alta tecnologia, o seu processo produtivo consiste na transformação dos resíduos plásticos em peças de madeiras, semelhantes às de madeira convencional [19].

A madeira plástica em relação a madeira comum apresenta vantagens, tais como, não é atacada por cupins, é resistente a agentes químicos, resistente a água, tem uma durabilidade maior do que a madeira natural, não apresenta trincas sob a ação de chuva e sol, tem fácil instalação e além de tudo, é um produto 100% reciclado e reciclável. A sua produção contribui com a retirada de uma quantidade de lixo plástico do meio ambiente e evita a derrubada de árvores. Ademais, é possível perceber que a madeira plástica apresenta uma vantagem econômica em relação a madeira tradicional, a mesma, não precisa ser lixada ou envernizada, o que diminui os gastos com manutenção. Logo, o alto valor de investimento inicial devido a utilização de uma tecnologia avançada é a grande desvantagem do seu uso [20].

Dentro deste contexto, vários estudos foram realizados para transformar lixo, neste caso o plástico, em madeira. Foi desenvolvida a madeira plástica feita a partir de resíduos sólidos urbanos, constituídos de sacos plásticos, conhecida como IMAWOOD, a mesma é ideal para batentes, treliças e superfícies que receberão parafusos e dobradiças [19].

No processo produtivo da madeira plástica deve ser analisado o fornecimento da matéria prima, materiais utilizados na fabricação, os aditivos, umidade do material a ser extrudado, tipo de equipamento e suas dimensões entre outros aspectos. Logo depois, realiza-se a primeira etapa da produção que é a reciclagem, por meio dela obtém-se o plástico. Os plásticos mais utilizados são o polietileno de alta densidade e o de baixa densidade. O material, após ser reciclado, é fragmentado visando homogeneizar a mistura; o produto é higienizado para neutralizar qualquer produto químico e retirar as impurezas, em seguida, no misturador, realiza-se a adição de insumos. Além disso, é necessário fazer um controle de qualidade com a carga de entrada, para que a mesma atenda as especificações, após as especificações serem exigidas, ocorre o processo de extrusão, intrusão e pultrusão nos equipamentos e depois é feito um segundo controle de qualidade para saber se as exigências foram atendidas e por fim, obtém-se a madeira plástica [20].

Além disto, vários equipamentos são necessários para que a produção de madeira seja eficiente, como, o emprego de lavadores e secadores de plásticos que aceleram o processo de secagem dos plásticos. Outros equipamentos são os granuladores, responsáveis pela separação dos materiais que são levados ao bocal da máquina extrusora e por fim, a máquina extrusora, que consiste em alimentar o funil com o material moído ou granulado,

depois sofrem pressões e temperaturas que são convenientes para ganhar a forma da peça com um comprimento contínuo e uma seção transversal predefinida [21].

De fato, grande parte da população ainda desconhece sobre a importância econômica e sustentável que a madeira plástica oferece. Percebe-se isso em um levantamento que foi realizado, apenas 27 empresas foram mapeadas no Brasil [20]. No mesmo levantamento, mostra que nos Estados de São Paulo e o Rio de Janeiro, as empresas estão mais concentradas, devido aos incentivos do governo para a inserção das mesmas na região. É possível perceber, que a menor concentração está na região Norte, principalmente, no Estado do Amazonas, onde a exploração ilegal da madeira ocorre de forma veemente.

A produção de lixo no Brasil é, aproximadamente, 193.642 toneladas por dia. No entanto, 24 mil toneladas são descartadas de forma irregular nos bueiros, rios e no mar. Devido ao descarte inadequado dos resíduos, o Brasil perde 8 bilhões de reais por ano. Assim, percebe-se que o reaproveitamento do lixo, favorece tanto a economia do país como acarreta na diminuição dos danos causados ao meio ambiente [22].

Acredita-se que a maior dificuldade do processo de produção da madeira plástica seja a falta da coleta seletiva, que é um dos pilares da reciclagem e apresenta-se em defasagem no Brasil. Cerca de 18% dos municípios oferecem programas de coleta seletiva [23]. Dados que cresceram consideravelmente em relação ao ano de 2013 que 14% dos municípios ofereciam programas de coleta seletiva.

Na construção civil, a madeira plástica vem ganhando espaço tanto pela sua importância para a preservação do meio ambiente como para a sociedade, enquanto que, a madeira tradicional sofre com o alto custo das licenças ambientais para a derrubada das árvores. Assim, o novo processo de reciclagem da madeira cresce cerca de 30% a 40% ao ano [21].

Desta forma, o produto tende a ser uma grande promessa, devido as suas vantagens, principalmente, no setor de construções, além disso, é imprescindível que a população seja informada da produção da madeira plástica e dos seus benefícios, que hoje, ainda são poucos divulgados. Portanto, com os altos índices de poluição causados pelo desmatamento, a preservação ambiental torna-se uma prioridade na construção de um futuro melhor.

A Figura 3, exibi um deck, consiste em plataformas utilizadas em áreas externas, nesse caso, foi aplicada na área da piscina pela empresa ECOCASA. Optou-se pelo uso da madeira plástica por apresentar vantagens, como, a resistência a umidade e não necessitar de manutenção, diferentemente, da madeira convencional.



Figura 3. Deck. Fonte: <http://www.ecocasa.com.br/madeira-plastica>

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na busca para a minimização da degradação causada ao meio ambiente, o conceito de construção sustentável surgiu, visto que, a sociedade explora os recursos naturais de forma exacerbada, sem que haja a reposição dos mesmos no ambiente.

Deste modo, o mercado de construção civil cresceu consideravelmente na economia mundial, devido ao grande poder tecnológico presente no mundo. Logo, tornou-se necessário a fiscalização quanto a retirada dos recursos do meio ambiente, uma vez que, em um futuro próximo poderão se esgotar.

Assim, materiais como a madeira, o aço, o cimento e o tijolo tradicionais são substituídos por materiais alternativos. O plástico, por exemplo, obtido da garrafa PET é usado na produção do tijolo que torna-se economicamente e ambientalmente mais viável do que o comum.

Ademais, a madeira plástica, material abordado no presente artigo, torna-se uma excelente opção quando comparada a convencional, uma vez que, os custos de manutenção, a inexistência de fiscalizações ambientais e o não desmatamento de regiões arbóreas são algumas vantagens do uso da madeira plástica nas obras urbanas.

Por fim, a borracha de pneu é adicionada a ligantes asfálticos e utilizada em obras de pavimentação de estradas, tornando – se uma técnica que apresenta mais durabilidade e uma ótima relação custo/benefício.

Portanto, pretendeu-se neste artigo uma apresentação dos materiais alternativos que são utilizados nas construções civis da zona urbana, mostrando suas vantagens e os modos de produção. Logo, a escolha dos materiais deve ser realizada de forma sustentável, possibilitando melhorias tanto social como econômica.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] OLIVEIRA, T. Y. M. **Estudo sobre o uso de materiais de construção alternativos que otimizam a sustentabilidade em edificações**. 2015. 17 p. Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014837.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2017.
- [2] ECycle. **Sustentabilidade: origens históricas para a criação do conceito**. 2010. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/63/3010-sustentabilidade-origens-historicas-para-a-criacao-do-conceito-homem-natureza-desenvolvimento-revolucao-industrial-eletricidade-homem-sociedade-humano-consequencias-ambientais-debates.html>>. Acesso em: 03 out. 2017.
- [3] FARIA, C. **Construção Sustentável**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/ecologia/construcao-sustentavel/>>. Acesso em: 16 jul. 2017.
- [4] LÊDO, S. **O Conceito de Construção Sustentável na Engenharia Civil**. Disponível em: <<https://revistasustentabilidade.wordpress.com/2015/06/30/o-conceito-de-construcao-sustentavel-dentro-da-engenharia-civil/>>. Acesso em: 17 jul. 2017.
- [5] OLIVEIRA, T. **Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas**. 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/index.php/comunicacao/agencia-informma?view=blog&id=585>>. Acesso em: 02 out. 2017.
- [6] CARDOSO, M. **Teoria da Força Vital**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica-organica/teoria-da-forca-vital/>>. Acesso em: 02 out. 2017.
- [7] SOUZA, A. **A GARRAFA PET (POLITEREFTALATO DE ETILENO)**. 2013. Disponível em: <<http://acheimesmo.blogspot.com.br/2013/05/a-garrafa-pet-politereftalato-de-etileno.html>>. Acesso em: 06 out. 2017.
- [8] HAIDAR, Cris. **Garrafa pet demora 400 anos para se decompor; que tal reciclar?**. 2017. Disponível em: <<http://www.boavontade.com/pt/ecologia/garrafa-pet-demora-400-anos-para-se-decompor-que-tal-reciclar>>. Acesso em: 06 out. 2017.
- [9] ARAGON, A. T.; GHIRALDELLO, L. **Produtos a base de polietileno (PET) na construção civil: Um estudo diagnóstico no município de Poços de Caldas**. 2014. 2 p. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Campus Poços de Caldas, 2014. Disponível em: <[https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/Artigo03\\_2014.pdf](https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/Artigo03_2014.pdf)>. Acesso em: 02 out. 2017.
- [10] JUNIOR, J.B.S. et al. **Utilização de garrafas PET na confecção de tijolos**. 2012. 61 p. Universidade Tiradentes, Sergipe, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernoexatas/article/viewFile/246/125>>. Acesso em: 03 out. 2017.
- [11] PINTO, W. et al. **Pesquisa cria tijolos de garrafas pet para a construção de casas**. 2016. Disponível em: <<http://www.jornalbeiradorio.ufpa.br/novo/index.php/2003/90-edicao-10/869-pesquisa-cria-tijolos-de-garrafas-pet-para-a-construcao-de-casas>>. Acesso em: 02 out. 2017.
- [12] **Estudantes criam tijolo sustentável com garrafa pet e areia em MT**. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mato-grosso/noticia/2015/12/estudantes-criam-tijolo-sustentavel-com-garrafa-pet-e-areia-em-mt.html>>. Acesso em: 02 out. 2017.
- [13] **A HISTÓRIA DO PNEU**. 2015. Disponível em: <<https://planetacaminhao.com.br/a-historia-do-pneu/>>. Acesso em: 02 out. 2017.
- [14] REDAÇÃO. **Pensamento Verde. A história da seringueira: árvore que produz a borracha natural**. 2014. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/historia-da-seringueira-arvore-que-produz-borracha-natural/>>. Acesso em: 02 out. 2017.
- [15] SILVA, C. E. S. et al. **O USO DA BORRACHA ENQUANTO UM ELEMENTO QUE PROPORCIONA A SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2014. 6 p. Faculdade Integrada Tiradentes - FITS, Maceió, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/index.php/fitsexatas/article/view/1237>>. Acesso em: 03 out. 2017.
- [16] RECICLOTECA. **Pneu e Entulho: produção, descarte e reciclagem**. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br/material-reciclavel/outros-pneu-e-entulho/>>. Acesso em: 03 out. 2017.
- [17] DI GIULIO, G. **Vantagens ambientais e econômicas no uso de borracha em asfalto**. 2007. 12-13 p. Inovação Uniemp, Campinas-SP, 2007. Disponível em:

---

<[http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-23942007000300008&lng=pt&nrm=is](http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942007000300008&lng=pt&nrm=is)>. Acesso em: 03 out. 2017.

[18]MAZZONETTO, Caroline. **Asfalto-borracha** . 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/11/asfalto-borracha-a-adicao-de-po-de-borracha-extraido-de-245173-1.aspx>>. Acesso em: 21 out. 2017.

[19]PAULA, R. M; COSTA, D. L. **MADEIRA PLÁSTICA: ALIANDO TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE**. 1,2 p. Universidade do Vale do Sapucaí - Univás, Pouso Alegre-MG. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2008/anais/arquivosEPG/EPG01083\\_04\\_O.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosEPG/EPG01083_04_O.pdf)>. Acesso em: 03 out. 2017

[20]GUIMARÃES,L.F.C. **AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PLÁSTICA POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS RECICLADOS**. 2013. 35,41,45 p. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, Minas Gerais, 2013. Disponível em: <[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9KSJ28/disserta\\_\\_o\\_de\\_mestrado\\_revf.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9KSJ28/disserta__o_de_mestrado_revf.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 03 out. 2017.

[21]CABRAL, S.C. et al. **Características comparativas da madeira plástica com a madeira convencional** . 2016. 3,9,14 p. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Minas Gerais, 2016. Disponível em: <<http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/files/2016/09/Stenio22.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2017.

[22]RIVAS, K. **Cempre divulga dados inéditos sobre a reciclagem de embalagens pós-consumo no Brasil** . 2013. Disponível em: <<http://envolverde.cartacapital.com.br/cempre-divulga-dados-ineditos-reciclagem-embalagens-pos-consumo-brasil/>>. Acesso em: 03 out. 2017.

[23]CEMPRE. **CICLOSOFT 2016** . 2016. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclossoft/id/8>>. Acesso em: 03 out. 2017.