

FOCO: Caderno de Estudos e Pesquisas

ISSN 2318-0463

AVALIAÇÃO DE CUSTOS E QUALIDADE DE DOIS MATERIAIS CONSIDERADOS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

MARTINS, Débora Fernanda¹

Faculdades Integradas Maria Imaculada (FIMI)
debora_femartins@hotmail.com

LEME, Mariane Alves de Godoy²

Faculdades Integradas Maria Imaculada (FIMI)
professora.mariane@hotmail.com



RESUMO

A construção civil, ao longo dos anos, apresentou um crescimento perceptível, porém esse crescimento pode sofrer alterações devido às condições do país. Quando há o crescimento, este se torna importante para o desenvolvimento econômico e social do país. No entanto, o setor da construção civil é um grande consumidor de recursos naturais e de energia, além de ser responsável pela geração e disposição de resíduos sólidos. Devido a essas questões, há uma preocupação com os impactos negativos no desenvolvimento atual. Na busca de minimizar os impactos ambientais oriundos da construção civil, surge o conceito da construção sustentável. O presente trabalho tem o objetivo de identificar os danos causados pela construção civil convencional, apresentando a construção sustentável como uma solução minimizadora dos danos, levantando também a diferença nos custos e nos benefícios que essa segunda opção de construção nos traz. Visto que a opção de construção sustentável ainda não é tão relevante no Brasil como nos países desenvolvidos, foi realizado um levantamento de custos e de características de dois materiais ecologicamente corretos para que

¹ Graduada em Engenharia Civil pelas FIMI

² Engenheira Ambiental e Sanitarista, atuando como docente em cursos de Engenharia Civil e Ambiental. Possui Mestrado em Engenharia Civil na área de Saneamento e Ambiente pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. E, atualmente, é doutoranda em Engenharia Civil, também pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, trabalhando em projeto de resíduos sólidos urbanos.

uma avaliação fosse feita quando comparados à materiais convencionais, materiais esses com as mesmas características, ou seja, o mesmo princípio material. Quando comparado preços e características dos materiais em questão, nota-se uma grande diferença, porém o sustentável ainda tem suas vantagens e economias a longo prazo.

Palavras-chave: Construção civil. Impactos ambientais. Construção sustentável.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é o setor que mais consome material em todas as sociedades (JHON et al., 2001). Segundo Metha (1999 apud MOTTA; AGUILAR, 2009), o desenvolvimento do país é baseado em um grande consumo de recursos naturais, que por sua vez gera uma poluição ambiental. O mesmo autor descreve que o aumento no consumo desses recursos é proveniente tanto dos países industrialmente ricos, quanto dos países em desenvolvimento. Jhon (2001) afirma que, com esse crescimento, o setor da construção torna-se responsável pelo consumo de parte significativa de energia, água e pela geração de poluentes.

Nossa sociedade e, portanto, nossa vida e das gerações futuras, dependem do funcionamento da natureza, do meio ambiente. Isto é, de sua qualidade e capacidade de produzir, além do alimento, matérias-primas e energia (MANZINI E VEZOLLI, 2011).

A construção civil sempre existiu para atender às necessidades básicas e imediatas do homem. O homem pode ser qualificado diferencialmente dos demais seres vivos por inúmeras características, entre elas se inclui o dinamismo de produzir e transformar continuamente suas técnicas através de aperfeiçoamento e estudo contínuo dos resultados. A constituição das cidades exigiu qualificação e técnicas mais apropriadas e vantajosas para se construir edifícios cada vez mais sustentáveis. Surgem as edificações concebidas com responsabilidade social (CORREA, 2009).

De acordo com Araújo (2015), a construção sustentável é um processo construtivo que promove alterações, atendendo as necessidades da edificação, habitação e uso do homem, preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as futuras gerações, diferentemente da construção convencional, cujo processo construtivo não tem preocupação com os impactos ambientais.

Segundo Manzini e Vezzoli (2011), com o crescimento do campo da construção civil, comprometendo assim o ambiente, surge a preocupação com a sustentabilidade ambiental, que é um objetivo a ser atingido e não, como hoje muitas vezes é entendido, uma direção a ser seguida.

Assim, o presente artigo tem como objetivo apresentar os impactos causados pela construção convencional, a fim de apresentar a construção sustentável ou o uso de certos materiais sustentáveis nas construções, como solução para minimizar esses impactos, apresentando uma relação de custos para os materiais de ambas as construções e comparando suas características construtivas e suas vantagens.

2 CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção civil é o setor que mais consome recursos naturais e utiliza grande quantidade de energia, gerando assim grandes impactos ambientais. Além desses impactos relacionados ao consumo intensivo de energia e matéria, há também os que são causados pela geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados das atividades humanas sejam gerados pela construção civil (CONSELHO INTERNACIONAL DA CONSTRUÇÃO – CIB apud MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

Segundo o *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* (apud CASAGRANDE, 2015), as atividades da construção civil fazem parte de um modelo de produção gastador. Além dos resíduos sólidos, a construção civil é responsável por:

- 12% a 16% do consumo de água;
- 25% no uso da madeira florestal;
- 30% a 40% de energia;
- 20% a 30% na produção de gases nocivos, aumentando assim o efeito estufa.

Casagrande (2015) afirma que para a produção de uma tonelada de cimento, são emitidos aproximadamente 800 Kg de dióxido de carbono (CO₂). Já a queima de tijolos cerâmicos, muito utilizados na construção civil, também é responsável por uma grande emissão de CO₂ e outros gases poluentes.

Devido esse mercado ser um grande consumidor de recursos naturais e energéticos, além de gerador de resíduos, essa situação tem impulsionado a sociedade para uma tomada de consciência no sentido de adotarmos processos produtivos e práticas que visam a sustentabilidade (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008).

3 SUSTENTABILIDADE

Segundo Costa Júnior (2015), o desenvolvimento sustentável não se opõe ao desenvolvimento econômico, pois o mesmo é indispensável para que as necessidades da sociedade e também das gerações futuras sejam atendidas, mas para que isso ocorra de maneira eficaz, é necessário bom planejamento para maximizar os serviços e produtos, reduzindo o consumo de energia e de recursos ambientais.

O conceito de sustentabilidade é originário do debate sobre desenvolvimento sustentável, cujo marco inicial é a primeira Conferência Internacional das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (*United Nations Conference on the Human Environment*), que foi realizada em 1972 em Estocolmo (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008).

Segundo a CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (2008), a definição mais utilizada para a sustentabilidade foi anunciada em 1987 pela Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Comissão Brundtland, que diz: “Desenvolvimento sustentável é o tipo de desenvolvimento que atende às necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem suas próprias necessidades”.

O conceito de sustentabilidade se apoia sobre três pilares (Figura 1), que em conjunto, fundamentam a ideia de se construir uma sociedade sem que esta agrida o meio ambiente (PENSAMENTO VERDE, 2014).

Segundo o Laboratório de Sustentabilidade da USP, para que um empreendimento seja sustentável, o mesmo deve atender a três quesitos: social, ambiental e econômico.

A imagem do pilar da sustentabilidade é perfeita para que esse conceito seja entendido, pois estão contidos nele os aspectos acima citados, sociais, ambientais e

econômicos, que interagem de maneira holística, para complementar o conceito. Sem esses três pilares a sustentabilidade não se sustenta (LABORATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE DA USP, 2015).

Figura 1 – Pilares da Sustentabilidade



Fonte: “Adaptado de” RW Engenharia, 2015.

- ✓ **Benefícios sociais:** a sustentabilidade desenvolve a economia local através da geração de empregos e renda, gerando assim benefícios através dos impostos que são pagos. Promove ainda a integração dos ocupantes do empreendimento com as pessoas ao seu redor (vizinhança). Neste item, há a preocupação com as pessoas envolvidas no processo de desenvolvimento, como ambiente de trabalho agradável, pensando na saúde e no bem estar do trabalhador (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008; LABORATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE DA USP, 2015).

- ✓ **Benefícios ambientais:** os empreendimentos sustentáveis devem ser realizados e planejados para que agridam menores áreas de vegetação, gerem menos resíduos, consumam menos água e energia durante as operações, otimizem o uso de materiais. Os materiais utilizados devem ser flexíveis, ter boa durabilidade e serem de fácil reaproveitamento, podendo assim ser reutilizados. Os benefícios ambientais geram ganhos econômicos, pois há a redução nos gastos da construção, uso, operação e

manutenção das edificações (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008).

- ✓ **Benefícios econômicos:** gera o aumento na eficiência de recursos financeiros na construção. De acordo com o dicionário, econômico significa em resumo “que gasta pouco dinheiro; que gasta pouco; que gasta pouco ou controla os gastos”. Contudo, são analisados os assuntos ligados à produção, consumo de bens e serviços, e distribuição, além de levar em conta os outros dois aspectos acima descritos, ou seja, não adianta obter lucro, gerando devastações (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008; LABORATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE DA USP, 2015).

Quanto à sustentabilidade ambiental, Manzini e Vezzoli (2001) afirmam que a nossa sociedade e das gerações futuras, dependem do funcionamento à longo prazo do ecossistema, conhecido como natureza ou meio ambiente. Devido à essa questão, surge então o conceito de sustentabilidade ambiental.

Segundo Fiuza (2006), a sustentabilidade ambiental responde pela preservação e conservação do ambiente, de maneira que o desenvolvimento não agrida e prejudique o meio ambiente. Para que a sustentabilidade em si se aplique, a mesma deve ser entendida como um processo e não apenas uma ação pontual, como reciclar materiais, por exemplo. A sustentabilidade deve estar integrada à sociedade, como uma cultura ambiental.

4 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

A construção sustentável surgiu de um gênero rústico e foi relacionada a uma cultura alternativa e uma ideia de “aperto de cintos”. Contudo, essa ideologia foi mudada quando as construções sustentáveis do século XXI começaram a fazer sentido, assim como as máquinas, as invenções de alto padrão, os eletrodomésticos, ou seja, hoje essas construções são invenções de alto desempenho (KEELER; BURKE, 2010).

Segundo Araújo (2015), este modelo de construção é um sistema construtivo baseado no desenvolvimento de um modelo que propõe soluções para os principais

problemas ambientais, sem abrir mão de novas tecnologias, para a criação de edificações que atendam às necessidades de seus usuários.

As construções sustentáveis, além de apresentarem menor impacto ambiental, também garantem a melhor qualidade de vida às pessoas que optam por essa alternativa, pois estes não ficam expostos a substâncias tóxicas encontradas nos materiais convencionais (CASAGRANDE, 2015).

Keeler e Burke (2010) afirmam ainda que para ser sustentável, uma edificação deve:

- ✓ Tratar das questões de demolição no terreno e dos resíduos da construção;
- ✓ Buscar a eficiência na utilização dos recursos, ou seja, minimizar o impacto da mineração e da extração na produção de materiais, contribuindo assim para a recuperação dos recursos naturais. Outra questão é reduzir o consumo de água e energia durante a construção das edificações, além de planejar uma baixa energia incorporada durante o transporte dos materiais ao local da obra.

4.1 Tijolo Ecológico

Um dos grandes desafios do setor da construção civil é fazer caminhar juntos processos construtivos otimizados, custos baixos e melhor qualidade de vida. O desenvolvimento de materiais ambientalmente corretos, vem de encontro à essa proposta (MORAES, 2012).

O tijolo comum, ou tradicional, vem perdendo pontos com os adeptos à sustentabilidade, por se tratar de um material extremamente impactante. Com isso, a técnica conhecida como solo-cimento ganhou destaque por ter um baixo consumo de água e nenhuma madeira, ao contrário do método convencional, prejudicada por conta das olarias que cozinham os tijolos fazendo uso da lenha. Embora o tijolo ecológico apresente benefícios ambientais, ele ainda é pouco utilizado (ANDRÉ, 2007).

Segundo Machado e Araújo (2014), esses tijolos correspondem a uma grande inovação no setor de materiais de construção, provocando assim uma revolução nas estruturas de alvenaria. Essas peças visam sustentabilidade e a preservação do meio ambiente.

Moraes (2012) complementa ainda que o tijolo ecológico é um material que vem atender à essa proposta, pois o mesmo é produzido através da mistura de um tipo de solo, cimento e água, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 – Composição do tijolo ecológico



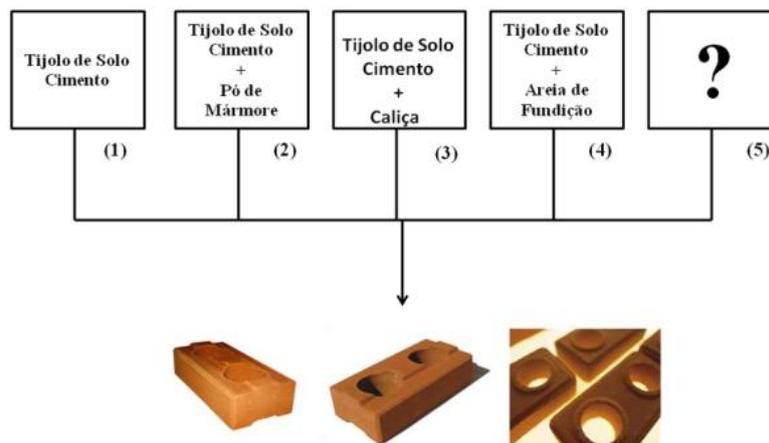
Fonte: Tellus – Arquitetura e Construção, 2012.

Segundo o SEBRAE (2015), foi na década de 1940 que a tecnologia do tijolo ecológico foi desenvolvida. No Brasil, esses tijolos começaram a ser produzidos após a década de 1970.

O tijolo ecológico substitui o tijolo convencional sem prejudicar o meio ambiente, pois na sua concepção não há o processo de queima, podendo assim, serem produzidos com os restos de outros materiais oriundos da construção, conforme Figura 3 (CARDOSO; DETRO; CANGIHLIERI JÚNIOR, 2011).

Produzido através da mistura de um tipo de solo, cimento e água, o tijolo ecológico atua em conjunto com projetos sustentáveis, além de trazer mais agilidade e resistência à obra (MORAES, 2012).

Figura 3 – Materiais que podem ser utilizados na fabricação do tijolo ecológico



Fonte: Cardoso; Detro; Cancigliieri Júnior, 2011.

(1) O tijolo ecológico de solo-cimento é o mais comum, com a composição de solo, cimento e água. Sua resistência à compressão é semelhante à do tijolo convencional, porém a qualidade final é superior (MOTA et al, 2010 apud CARDOSO; DETRO; CANCEGLIERI JUNIOR, 2011).

(2) A utilização do pó de mármore nos tijolos reduz o custo dos mesmos, pois na sua confecção o consumo de cimento é menor (CARDOSO; DETRO; CANCEGLIERI JUNIOR, 2011).

(3) O entulho também pode ser utilizado como agregado. O uso destes resíduos melhora a característica do tijolo, além de oferecer um destino aos resíduos vindos da construção civil (FERRAZ e SEGANTINI, 2004 apud CARDOSO; DETRO; CANCEGLIERI JUNIOR, 2011).

(4) A areia de fundição é gerada pelas indústrias de fundição e também é utilizada na fabricação dos tijolos ecológicos (PABLO; SICHIERI; IZELI, 2009 apud CARDOSO; DETRO; CANCEGLIERI JUNIOR, 2011).

(5) Segundo Cardoso, Detro e Cancigliieri Junior (2011) estão sendo desenvolvidos outros tipos de materiais para a fabricação destes tijolos, como por exemplo, cinzas de bagaço de cana de açúcar e cascas de arroz.

Segundo Moraes (2012), o tijolo ecológico pode ser utilizado em qualquer tipo de construção, pois o mesmo apresenta características como isolamento acústico, resistência e impermeabilidade.

De acordo com Galvo (apud MORAES, 2012), esse tipo de tijolo pode ser utilizado em edificações de seis andares, além de estruturas industriais, muros, dentre outros.

Além de não envolver o processo de queima na sua fabricação, esse sistema produtivo traz para a obra uma economia entre 20% e 40%, comparado ao sistema construtivo convencional (SEBRAE, 2015).

Embora o milheiro do tijolo ecológico custe mais caro que o milheiro do tijolo convencional, essa economia é dada pelo fato dos tijolos ecológicos serem regulares, ou seja, esse tijolo apresenta as faces planas e lisas, necessitando assim de pouca argamassa. Essa economia ainda continua, pois dependendo do projeto, o uso de revestimento é dispensável, havendo também a dispensa do reboco, pois devido ao encaixe, as paredes mantêm o nivelamento (MORAES, 2012).

Na Figura 4, ilustra-se uma casa construída com tijolos ecológicos.

Figura 4 – Casa construída com tijolos ecológicos

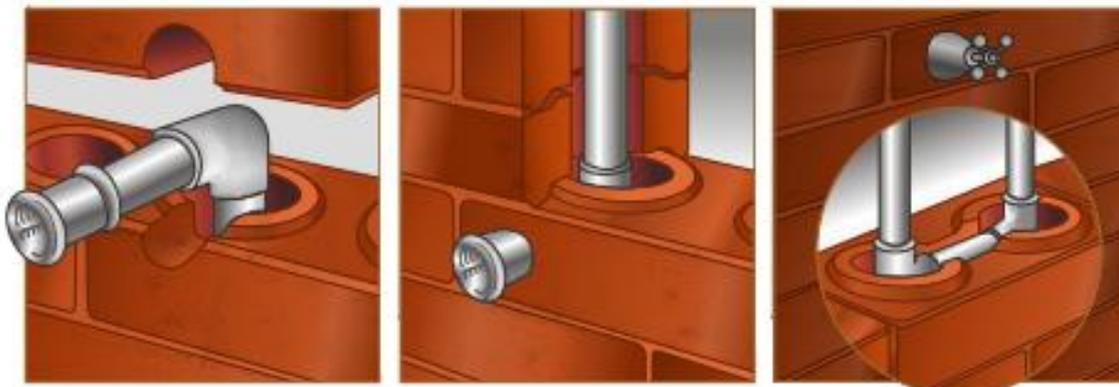


Fonte: Eco Produção Tijolos Ecológicos, 2015.

Para Neto (2010 apud SEBRAE, 2015), existem tantas outras vantagens desse sistema construtivo, nos quais se pode citar:

- ✓ O tempo da construção pode ser reduzido em até 30%, comparado ao sistema convencional;
- ✓ Com relação à estrutura, as colunas são embutidas no próprio furo do tijolo, distribuindo a carga sobre as paredes;
- ✓ Há a redução no uso de madeiras nas caixarias das vigas e pilares;
- ✓ Economia de concreto e argamassa de assentamento em 70%;
- ✓ Maior durabilidade;
- ✓ Alivia o peso sobre as fundações, evitando gastos com estacas profundas e grandes sapatas;
- ✓ É de fácil acabamento;
- ✓ O assentamento de azulejos, por exemplo, é feito diretamente sobre os tijolos;
- ✓ Há geração de menos entulho comparado aos tijolos convencionais;
- ✓ No que se diz respeito às instalações hidráulicas e elétricas, toda a tubulação e fiação é embutida nos furos. Com o auxílio da serra copo e da furadeira, faz-se a instalação das tomadas, interruptores, canos e etc., como pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 – Exemplo de passagem hidráulica



Fonte: Monte seu projeto, 2015.

4.2 Madeira de Demolição

Madeira de demolição é uma denominação nobre utilizada na realização de projetos arquitetônicos, desde o mais simples, até o mais sofisticado, pois o contraste entre o antigo e o moderno é muito evidenciado, obtendo ótimos trabalhos, com elegância e responsabilidade ambiental (MADEIRA DE DEMOLIÇÃO, 2015).

Segundo o mesmo autor, a madeira de demolição mais utilizada no Brasil é a peroba rosa, uma matéria prima vinda da região sul do país, onde essa madeira era comumente empregada na construção civil, tanto na parte de estruturação quanto nos revestimentos (pisos, por exemplo), além de serem utilizadas também no fechamento de paredes internas e externas.

Os pisos em madeira de demolição, na maioria das vezes, são feitos com a madeira peroba rosa (Figura 6) ou canela (Figura 7). Os pisos são preparados com tábuas, onde a madeira é beneficiada e encaixes são feitos para travamento do piso (MADEIRA DE DEMOLIÇÃO, 2015).

Um dos mais importantes benefícios da madeira de demolição tem relação com a questão da preservação do meio ambiente e ao uso de produtos e materiais sustentáveis (MADEIRA DE DEMOLIÇÃO, 2015).

Outro benefício que se pode destacar é a facilidade e a possibilidade no desenvolvimento e execução de projetos fazendo uso de madeira de lei, como móveis, revestimento, pisos, portas, dormentes, cruzetas, painéis, dentre tantas outras opções (MADEIRA DE DEMOLIÇÃO, 2015).

Figura 6 – Madeira Peroba Rosa



Fonte: “Adaptado de” Madeira de Demolição, 2015

Figura 7 – Madeira Canela



Fonte: “Adaptado de” Madeira de Demolição, 2015

5 MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um levantamento dos preços de materiais sustentáveis e dos convencionais, para uma comparação com relação aos custos dos materiais de modo a fazer uma avaliação quanto ao custo/benefício das construções.

Realizou-se ainda uma avaliação quanto à qualidade dos materiais envolvidos, a fim de se obter uma comparação quanto à qualidade construtiva dos materiais, podendo essas serem positivas ou negativas em relação ao material sustentável.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas tabelas 1 e 2 a seguir, demonstram-se as relações de preços do tijolo cerâmico de 8 furos e do ecológico. A escolha pelo tijolo cerâmico de 8 furos se deu por ser da mesma origem material (a argila) e por ser mais comum em obras residenciais, permitindo uma melhor comparação.

Tabela 1 – Relação de custo do tijolo comum (cerâmico)

Autor/Ano	Custo tijolo cerâmico (milheiro)	Rendimento/milheiro	Rendimento/m²	Dimensão – L x A x C (cm)
Casa Verde Mat. de Construção/2015	R\$ 460,00	36m ²	Aproximadamente 28 tijolos	9x19x19 (8 furos)
JR Manera Mat. Construção/2015	R\$ 460,00	36m ²	Aproximadamente 28 tijolos	9x19x19 (8 furos)
Terra Mat. de Construção/2015	R\$ 430,00	36m ²	Aproximadamente 28 tijolos	9x19x19 (8 furos)

FONTE: Autor, 2015

Tabela 2 – Relação de custo do tijolo ecológico

Autor/Ano	Custo tijolo ecológico (milheiro)	Rendimento/milheiro	Rendimento/m²	Dimensão – L x A x C (cm)
Tijolo Eco/2015	R\$ 920,00	21m ²	Aproximadamente 48 tijolos	15x7x30
Eco Produção–Tijolos Ecológicos/2015	R\$ 770,00	18m ²	Aproximadamente 57 tijolos	12,5x7x25
Trindade Tijolos Ecológicos/2015	R\$ 700,00	16m ²	Aproximadamente 64 tijolos	12,5x6,2x25

FONTE: Autor, 2015

Observando as tabelas 1 e 2, nota-se que o tijolo convencional tem realmente um preço mais acessível quando comparado ao tijolo ecológico, porém, a longo prazo, o tijolo ecológico gera economia, isso se explica ao observarmos as suas vantagens, como cita o Sebrae (2015):

- Há uma diminuição no tempo de construção em até 30% com relação à alvenaria convencional. Isso ocorre devido aos encaixes que favorecem o alinhamento e prumo da parede, gerando uma economia de 70% do concreto e argamassa de assentamento;
- Redução de quase 100% no uso de madeiras nas caixarias dos pilares e vigas;
- É de fácil acabamento, podendo-se dispensar o reboco e a pintura, gerando assim maior economia. Isto se dá pelo fato de o tijolo ser maciço e de bom acabamento, não sendo necessário gastar com revestimento, deixando a construção com uma característica rústica. Pede-se apenas o uso de impermeabilizante.
- Obra mais limpa comparada ao método convencional, pois toda tubulação hidráulica e elétrica é passada pelos furos do próprio tijolo, enquanto a parede vai sendo erguida, não sendo necessário quebrar a parede depois de pronta para passagem de eletrodos, canos; faz-se apenas uso de uma “serra copo” e furadeira, para instalação de tomadas, interruptores, canos de hidráulica, quadros de energia, canos de esgoto, registros.

No entanto, olhando para essas vantagens, em especial, quando se trata de geração de entulhos e/ou resíduos, a opção pelo tijolo ecológico não extingue a geração de resíduos, este gera apenas uma quantidade menor dos mesmos. Outra vantagem, essa por sua vez, ambiental, é de que o tijolo ecológico não passa pelo processo de queima.

Assim sendo, ao final de uma obra, por exemplo, embora fazendo um investimento inicial maior ao optar pelo tijolo ecológico, há uma economia nos gastos com argamassa, cimento, madeiras para as caixarias, justificando assim a economia de 20% a 40%, como apresenta o Sebrae (2015).

Nas tabelas 3 e 4 a seguir, apresentam-se as relações de preço da madeira comum e da madeira de demolição, ambas com a finalidade de serem utilizadas como piso.

Tabela 3 – Relação de custo da madeira comum

Autor/Ano	Descrição	Custo madeira comum (m²)
Madeira Madeira/2015	Jatobá Castanho	R\$ 122,90
Madeira Madeira/2015	Cumaru do Campo	R\$ 143,90

FONTE: Autor, 2015

Tabela 4 – Relação de custo da madeira de demolição

Autor/Ano	Descrição	Custo madeira de demolição (m²)
Madeira de Demolição/2015	Peroba rosa de demolição	R\$ 75,00

FONTE: Autor, 2015

Diferentemente do caso dos tijolos, a madeira de demolição, no caso a madeira de reuso/sustentável é mais vantajosa economicamente do que a madeira comum, tratando-se da questão do uso da madeira para piso, isso se dá, pois o piso de madeira comum passa por todo um processo, processo esse em que a madeira é extraída de forma legal, passando por várias etapas até que a madeira esteja pronta para uso, o que a encarece. No caso do piso de madeira de demolição, esta apenas é retirada de galpões, casarões, construções antigas de casas e utilizadas na forma com que foram extraídas. Essas madeiras também passam por um processo de higienização, mas não perdem suas características iniciais, ficando então com características rústicas.

Tanto o piso de madeira comum como o de madeira de demolição tem o mesmo sistema de colocação, ou seja, são encaixados, não tendo diferença alguma na aplicação. A maior característica é mesmo a aparência, pois o tratamento do piso de madeira comum fica livre de ranhuras, ou seja, fica com aparência regular, com brilho, já o de demolição tem sua característica rústica, com ranhuras, diferença de textura, preservada, o que não significa que esta não possa ter seu aspecto mudado, com um polimento e uma pintura, mas para o objetivo do trabalho, é trabalhar com materiais sem impactar o ambiente e sem fazer uso de outros materiais, afinal, deve ser levada em consideração a questão do “economicamente viável”.

Na tabela 5, apresentam-se as características construtivas de tijolos cerâmicos e tijolos ecológicos.

Tabela 5 – Relação das características construtivas do tijolo ecológico e do tijolo convencional

	Tijolo Ecológico	Tijolo Convencional (cerâmico)
Compressão (FONTE: NBR 8491/2012; NBR 15270-1/2015)	1,7 MPA (individual)	1,5 MPA (individual)
Qualidade Final (FONTE: MOTA et al, 2010 apud CARDOSO; DETRO; CANCIGLIERI JUNIOR, 2014)	Superior ao tijolo comum	Inferior ao tijolo ecológico
Tipo de Construção (FONTE: MORAES, 2012)	Edificações de até seis andares, estruturas industriais, muros, dentre outros	Semelhante ao ecológico. Porém, para edificações e construções maiores, deve ser levado em conta as considerações de projeto

FONTE: Autor, 2015

Observando os dados da tabela 5, nota-se que com relação à resistência à compressão, ambos os tijolos apresentam um valor bem próximo, ou seja, a resistência à compressão é bem semelhante.

Quanto à qualidade final, o do tijolo ecológico acaba sendo superior, pois as faces dos tijolos são regulares, e dispensam revestimento. Porém, deve-se levar em consideração que essa qualidade está ligada à manter a aparência rústica, pois caso seja aplicado algum revestimento, ambos ficaram com a aparência parecida.

Outra questão importante é o emprego na construção que estes apresentam, como mostra a tabela acima, eles podem ser utilizados para as mesmas coisas; no entanto, devem respeitar à normas técnicas e o projeto que foi realizado pelo engenheiro.

7 CONCLUSÕES

Diante dos resultados, fica clara a importância sobre as questões ambientais que podem ser afetadas na execução de construções de modo convencional, como a geração de entulhos, emissão de gases nocivos, o grande consumo de materiais dentre tantas

outras questões. Nota-se que a opção sustentável é uma opção a ser considerada, levando em conta a redução de danos/impactos ambientais e de economia financeira maior a longo prazo.

Portanto, ainda há muita dificuldade em encontrar dados sobre materiais sustentáveis, materiais que agridem menos o meio ambiente, pois os mesmos ainda são poucos utilizados na construção civil, dificultando encontrar dados sobre qualidade, resistência, dentre outras informações pertinentes que facilitem o acesso a esses materiais. O que torna difícil o uso por esses materiais na construção é a questão de ser um material opcional e pelo convencional estar no mercado há mais tempo e ser mais conhecido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, G. M. **Opção construtiva**. Disponível em:

<http://www.oeco.org.br/reportagens/2063-oeco_24045>. Acesso em: 12 abr. 2015.

ARAÚJO, M. A. A moderna construção sustentável. **Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica**, São Paulo, 2015. Disponível em:

<http://www.idhea.com.br/artigos_entrevistas.asp>. Acesso em: 07 abr. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8491/2012** – Tijolo de solo cimento – Requisitos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1/2005** – Componentes Cerâmicos Parte 1 – Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e Requisitos.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008. Disponível em: <<http://www.CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃOsp.com.br/img/meioambiente/05.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2015.

CARDOSO, R. R.; DETRO, S. P.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. **Uma Visão Tecnológica sobre o Desenvolvimento de Produtos e a Sustentabilidade**. Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cbgdp2011/downloads/10215.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

CASAGRANDE, E. F. **Princípios e Parâmetros para a Construção Sustentável**.

Disponível em: <<http://www.escriptorioverdeonline.com.br/wp-content/uploads/2012/08/Principios-e-Par%C3%A2metros-para-a->

[Constru%C3%A7%C3%A3o-Sustent%C3%A1vel-Concurso-CREA-PR-Eloy-Casagrande.pdf](#)>. Acesso em: 20 maio 2015.

CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na Construção Civil**, 2009. 70 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <
<http://www.especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20CivilL.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2015.

COSTA JÚNIOR, J. Design sustentável e mercado de consumo. **Revista Eco 21**. 130.ed. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <
<http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=1617>>. Acesso em: 29 abri. 2015.

ECO PRODUÇÃO TIJOLOS ECOLÓGICOS. **Trabalhos Realizados**. Disponível em: <
<http://www.ecoproducao.com.br/portfolio/>>. Acesso em 27 abr. 2015.

FIUZA, D. **Conceitos de sustentabilidade**. Disponível em: <
<http://ambiente-verde.blogspot.com.br/2006/10/conceitos-de-sustentabilidade.html>>. Acesso em: 20 maio 2015.

JHON, V. M. et al. **Durabilidade e Sustentabilidade: Desafios para a Construção Civil Brasileira**. São Paulo, 2001. Disponível em: <
http://www.researchgate.net/profile/V_Agopyan/publication/266907499_Durabilidade_e_Sustentabilidade_Desafios_para_a_Construo_Civil_Brasileira/links/544fe7730cf201441e935213.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2015.

KEELER, M.; BURGE, B. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

LABORATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE DA USP. **Pilares da Sustentabilidade**. Disponível em: <
<http://lassu.usp.br/sustentabilidade/pilares-da-sustentabilidade>>. Acesso em: 21 maio 2015.

MACHADO, A. O.; ARAÚJO, J. A. Avaliação de Tijolos Ecológicos Compostos por Lodo e ETA e Resíduos da Construção Civil. **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, Rio de Janeiro, 2014.

MADEIRA MADEIRA. **Piso de Madeira Engenheirado Scandian Discovery 11mmx8cm (Réguas de 30cm até 1,22m por caixa) Cumaru do Campo**. Disponível em: <
<https://www.madeiramadeira.com.br/piso-de-madeira-engenheirado-scandian-discovery-11mmx8cm-reguas-de-30cm-ate-1-22m-por-caixa-156599.html>>. Acesso em: 07 nov. 2015.

MADEIRA MADEIRA. **Piso de Madeira Engenheirado Scandian Discovery 9mmx7,4cm (Réguas de 30cm até 1,22m por caixa) Jatobá Castanho**. Disponível em: <
<https://www.madeiramadeira.com.br/piso-de-madeira-engenheirado-scandian->

discovery-9mmx7-4cm-reguas-de-30cm-ate-1-22m-por-caixa-140283.html>. Acesso em: 07 nov. 2015.

MADEIRA DE DEMOLIÇÃO. Madeira para Revestimento de Pisos de Demolição – Pisos e Revestimentos de Madeira. Disponível em:

<<http://madeiradedemolicao.com/pisos-e-revestimentos.html#.VWh8QdJViko>>. Acesso em: 15 maio 2015.

MADEIRA DE DEMOLIÇÃO. Sobre a Madeira de Demolição. Disponível em: <<http://madeiradedemolicao.com/sobre-madeira-de-demolicao.html#.VWh83tJViko>>. Acesso em: 15 maio 2015.

MADEIRA DE DEMOLIÇÃO. Lote de Tábuas de Peroba Rosa – Brutas e com Tinta. Disponível em: <<http://madeiradedemolicao.com/lotas-de-madeira/253-lote-de-tabuas-de-peroba-rosa-brutas-e-com-tinta.html#.Vj5xqberTIW>>. Acesso em: 07 nov. 2015.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: Os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Construção Sustentável. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 08 abr. 2015.

MONTE SEU PROJETO. Sistema Construtivo – Tijolo Ecológico parte 4. Disponível em: <<http://www.monteseuprojeto.com.br/sistema-construtivo-%E2%80%93-tijolo-ecologico-parte-4/>>. Acesso em: 06 maio 2015.

MORAES, k. Tijolo ecológico tem vantagens. Jornal odiaario.com, Maringá, 25 mar. 2012. Disponível em: <<http://www.odiaario.com/construir-e-decorar/noticia/556602/tijolo-ecologico-tem-vantagens/>>. Acesso em: 13 abr. 2015.

MOTTA, S. R. F.; AGUILAR, M. T. P. Sustentabilidade e processo de projetos de edificações. Gestão & Tecnologia de Projetos, São Paulo, maio. 2009.

PENSAMENTO VERDE. Você conhece os três pilares da sustentabilidade?. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/sustentabilidade/voce-conhece-os-tres-pilares-da-sustentabilidade/>>. Acesso em: 22 maio 2015.

RW ENGENHARIA. Sustentabilidade - entenda os conceitos e os Três Pilares. Disponível em: <<http://rwengenharia.eng.br/sustentabilidade/>>. Acesso em: 23 maio 2015.

SEBRAE. **Como montar uma fábrica de tijolos ecológicos**. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-f%C3%A1brica-de-tijolos-ecol%C3%B3gicos>>. Acesso em: 16 maio 2015.

TELLUS – ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO. **Casa Sustentável: Tijolo solo-cimento**. Disponível em: <<http://tellus.arq.br/blog/casa-sustentavel-tijolo-solo-cimento>>. Acesso em: 06 maio 2015.

TIJOLO PONTO ECO. **Tijolo Ecológico**. Disponível em <http://www.tijolo.eco.br/tijolo_ecologico.html>. Acesso em: 21 out. 2015.

