

Reaproveitamento da garrafa PET em alvenarias: estudo de caso em edificações em Palmas - TO¹

Reuse of PET bottle in masonry: case study in buildings in Palmas - TO

Reutilización de botellas de PET en mampostería: estudio de caso en edificios en Palmas – TO

Eixo temático: Arquitetura e Urbanismo, Projeto e construções sustentáveis.

RIBEIRO JUNIOR, Jayron Alves, UFPA, jayronribeiro@gmail.com
SAKAMOTO, Angela Ruriko, CEULP/ULBRA, angela.rsakamoto@uol.com.br
COSTA, Vinicius de Oliveira, UFPA, vinicius.costa@tucurui.ufpa.br
ALVES, Gislayne Messias Fernandes, CEULP/ULBRA, gislayne.fa@hotmail.com
CASTRO, Emanuel Barbosa de, UFPA, emanueldecastro@hotmail.com
PUCCINI, Paulo Rodolfo Patrocínio, Centro Universitário Pitágoras de Marabá, paulorodolfopuccini@gmail.com

Resumo: No Brasil há a problemática acerca das questões de moradia de interesse social, uma vez que estão atreladas a baixos custos, inviabilizando diversas vezes o acesso à moradia para população de baixa renda, bem como a qualidade da obra. Uma possível solução para tal problemática é o uso de materiais alternativos que cumpram funções semelhantes aos convencionais. Esta pesquisa revela um estudo de caso realizado no município de Palmas-TO, tendo como objetivo consistente analisar a viabilidade técnica e econômica do reaproveitamento de resíduos sólidos na construção civil com foco direcionado à construção verde para população de baixa renda, bem como eficiência nos quesitos qualidade e conforto. Este trabalho aborda o uso de garrafas pet para a construção de alvenarias com desempenho técnico eficiente. Os resultados revelaram que a reutilização da garrafa pet contribui para a preservação ambiental, além de diminuir os impactos causados na construção; sua adoção não apenas contempla os pilares do desenvolvimento sustentável, mas também a viabilidade econômica. Ao avaliar a eficiência técnica, perceber a satisfação pós-ocupação dos moradores e a redução dos custos da habitação estudada, foi possível identificar as vantagens obtidas com esse sistema de alvenaria alternativa.

Palavras-chaves: Habitação. Sustentabilidade. Reuso de garrafa pet.

Abstract: *In Brazil, there is a problem about housing issues of social interest, since they are linked to low costs, making access to housing for low-income population several times*

¹Reaproveitamento da garrafa PET em alvenarias: estudo de caso em edificações em Palmas - TO. In: CONGRESSO ARAGUAIENSE DE CIÊNCIAS EXATA, TECNOLÓGICA E SOCIAL APLICADA, p. 1-8, 2020, Santana do Araguaia. Anais... Santana do Araguaia: II CONARA, 2020.

impossible, as well as the quality of the work. A possible solution to this problem is the use of alternative materials that perform functions similar to conventional ones. This research reveals a case study carried out in the city of Palmas-TO, with the consistent objective of analyzing the technical and economic feasibility of reusing solid waste in civil construction with a focus on green construction for low-income population, as well as efficiency in the questions quality and comfort. This work deals with the use of pet bottles for the construction of masonry with efficient technical performance. The results revealed that the reuse of the pet bottle contributes to environmental preservation, in addition to reducing the impacts caused in construction; its adoption not only contemplates the pillars of sustainable development, it is also economically viable. When evaluating the technical efficiency, the residents' post-occupation satisfaction and the reduction of the studied housing costs, it was possible to identify the advantages obtained with this alternative masonry system.

Keywords: *Housing. Sustainability. Reuse of pet bottle.*

Resumen: *En Brasil, existe un problema sobre temas de vivienda de interés social, ya que están vinculados a bajos costos, imposibilitando en varias ocasiones el acceso a la vivienda para la población de bajos ingresos, así como la calidad del trabajo. Una posible solución a este problema es el uso de materiales alternativos que realicen funciones similares a los convencionales. Esta investigación revela un estudio de caso realizado en la ciudad de Palmas-TO, con el objetivo consecuente de analizar la viabilidad técnica y económica de la reutilización de residuos sólidos en la construcción civil con un enfoque de construcción verde para población de escasos recursos, así como la eficiencia en los ámbitos de. calidad y comodidad. Este trabajo trata del uso de botellas pet para la construcción de mampostería con un desempeño técnico eficiente. Los resultados revelaron que la reutilización de la botella pet contribuye a la preservación ambiental, además de reducir los impactos causados en la construcción; su adopción no solo contempla los pilares del desarrollo sostenible, también es económicamente viable. Al evaluar la eficiencia técnica, la satisfacción post-ocupación de los vecinos y la reducción de los costos de vivienda estudiados, se pudo identificar las ventajas obtenidas con este sistema alternativo de albañilería.*

Palabras clave: *Alojamiento. Sustentabilidad. Reutilización de biberón para mascotas.*

1 Introdução

O crescimento populacional concomitantemente com a elevação do poder aquisitivo tem subsidiado o progressivo e aglomerado crescimento da produção de dejetos descartados em aterros sanitários e/ou lixões. Além disso, a indústria da construção civil constitui um dos maiores e mais ativos setores em toda economia mundial e é responsável pelo maior consumo de matérias primas (AMOEDA, 2003).

O município de Palmas - TO, apesar de dispor do Plano Municipal de Saneamento, não possui um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, segundo o relatório da Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis – ICES, exposto no Plano de ação Palmas Sustentável (2015). No município de Palmas-TO, a compostagem e o aproveitamento energético de resíduos são inexistentes e apenas 3% dos resíduos gerados fazem parte do processo de separação e classificação para serem reciclados. Essa política se mostra ineficiente, com indicadores considerados desfavoráveis, ressaltando ainda que é a capital planejada mais nova do país, sendo possível tornar-se um modelo de cidade sustentável.

Os materiais descartados no meio ambiente são vistos como lixo, porém com a reciclagem surgem meios de reuso destes materiais e com iminente possibilidade de aplicação na indústria da construção civil, tornando-se uma alternativa para a habitação de interesse social (VIEGAS, 2012). Os princípios alternativos para que haja o desenvolvimento ecológico e sustentável devem abranger indispensavelmente três aspectos: ambientais, sociais e econômicos. Esta pesquisa integra o projeto Redes de colaboração e a construção verde para a população de baixa renda no Tocantins e tem como objetivo estudar uma habitação construída com alvenaria em garrafas pets, vide figura 1, verificando o processo de construção adotado e a satisfação dos moradores. Assim, a pesquisa pode avaliar o reaproveitamento de resíduos sólidos, neste caso a utilização da garrafa pet a partir da reciclagem.

Figura 1– (a) Fachada da residência avaliada (edificação à esquerda); (b) Alvenaria da residência



Fonte: Autores (2020)

2 Referencial teórico

2.1 Uso de garrafa pet: logística reversa

O mercado de PET no Brasil é relativamente recente e possui cerca de 20 anos de idade (ABIPET, 2016). Assim, as “descartáveis” – popularmente conhecidas são para algumas pessoas apenas embalagens de bebidas que após uso, tornam-se lixo, enquanto para outras são usadas como material para vassouras, luminárias e até como insumos na construção civil. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2014) o fator que tem contribuído para difusão de alternativas sustentáveis é a logística reversa, também conhecida como *logística inversa* – sendo a área da logística com foco no retorno de materiais já utilizados para o processo produtivo, visando o reaproveitamento ou descarte apropriado de materiais e a preservação ambiental.

2.2 Construção verde: aplicabilidade e benefícios do uso de garrafas PET na construção civil

A utilização de garrafas pet vem aumentando gradativamente no cenário brasileiro. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria do Pet (ABIPET, 2016) – em seu 10º censo, o Brasil coleta, recicla e utiliza o PET internamente, 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. São grandes as variedades de uso de garrafas PET na construção civil, entre elas, muitas são apresentadas como protótipos em desenvolvimento, ou são feitas

artesanamente por moradores, ou como resultado de pesquisas inovadoras com vistas ao uso desse material como fonte alternativa para redução de custos (FERREIRA, 2013).

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. Além do benefício ambiental referente à quantidade de garrafas que são retiradas do meio ambiente e aos aspectos socioambientais, 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.

Devido a forma para inserção das paredes ser lisa, a parede quando seca pode receber o acabamento sem que haja necessidade do uso de argamassa, a textura pode ser aplicada diretamente. A garrafa pet pode ser utilizada também para fazer forro, lajes, pisos e até mesmo texturas ecológicas que servem como 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).

2.3 A sustentabilidade e o conceito dos 3 R's

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria do PET (ABIPET, 2016), para atender as especificações de mercado, existe uma certa versatilidade de materiais PET com características próprias. A produção das pré - fôrmas de PET é normatizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas através da ABNT NBR 15588 (2008). Nessa linha de raciocínio, existem dois conceitos semelhantes que se diferenciam na destinação final do produto e que podem ser generalizados mediante as práticas de utilização: a reciclagem e a reutilização.

Segundo o artigo 3º da Lei 12.305 (BRASIL, 2010) do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no inciso XVIII, “reutilizar - é o processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, ou seja, a principal característica da reutilização de um material é que ela não implica em nenhuma alteração estrutural do objeto”. Em contrapartida, o seu inciso XIV especifica que na reciclagem existe a transformação do resíduo em um produto novo.

Sendo o plástico um derivado do petróleo - tanto o processo de reciclar como reutilizar são alternativas que podem vir a reduzir a exploração de matéria prima do meio. Desse modo Stephanou (2013), afirma que um dos conceitos de sustentabilidade, bastante abrangentes e que visa o gerenciamento de resíduos sólidos, é o conceito dos 3 R's abrangendo tanto a área ambiental quanto a econômica e social. Os seus significados são Reduzir, Reutilizar e Reciclar, como mostrado na figura 2; onde por sua vez pode ser notado um ciclo gradativo que influencia consequentemente na minimização dos impactos das ações humanas sobre o meio ambiente.

Figura 2 – Reduzir, Reutilizar, Reciclar

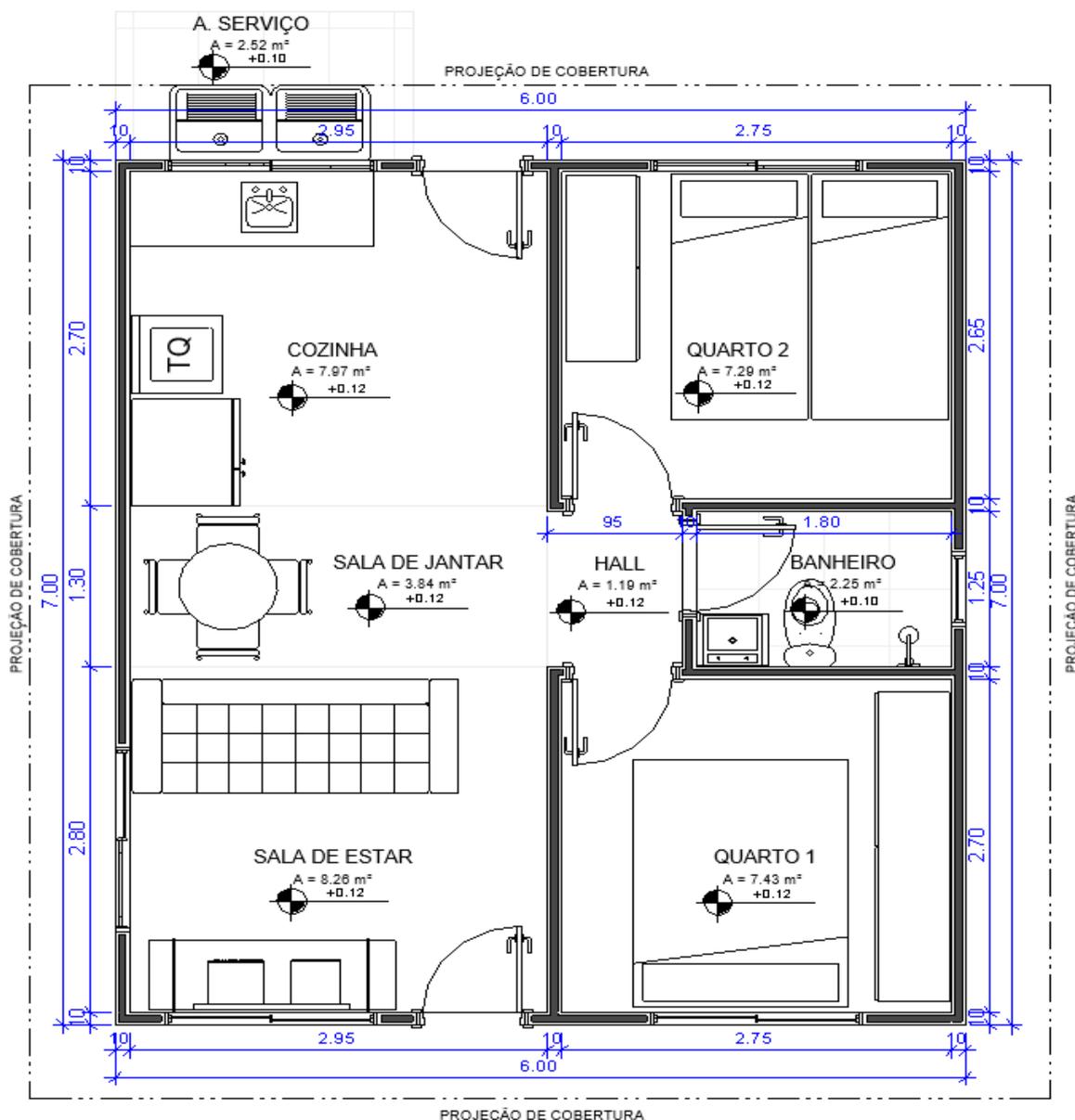


Fonte: LAGOA SANTA (2013)

3 Metodologia

No primeiro momento foi feito um estudo bibliográfico sobre o tema construção sustentável, para então realizar um estudo de caso nas “residências dos caseiros” da Associação Atlética Banco do Brasil, localizadas na ALC – SO 34, alameda 30, lote 12, Palmas - TO. Foram realizadas visitas às casas que fazem parte das residências dos caseiros e apesar das duas utilizarem o mesmo material e método construtivo, apenas uma foi objeto de estudo, servindo para entender melhor os processos relacionados à construção da edificação com uso de garrafas pet. Como as residências já estavam construídas e os moradores não possuíam imagens da execução das obras, não foi possível inserir o relatório fotográfico nesta pesquisa. A planta baixa da edificação é apresentada na figura 3 abaixo.

Figura 3 - Planta baixa com layout (sem escala)



Fonte: Autores (2020)

A habitação é de interesse social, porém o que chama atenção são os princípios sustentáveis e a satisfação pós-ocupação relatada pelos moradores. Construídas em 2011, possuem sistema construtivo diferenciado que as tornam eficientes, tanto na economia, quanto no bem estar. Sua

cobertura é com telha cerâmica e estrutura metálica, porém o que chama mais a atenção é a alvenaria que é composta por garrafas pet. Alguns detalhes da edificação podem ser vistos na figura 4 abaixo.

Figura 4: (a) Estrutura do telhado (b) Alvenaria com garrafa PET (c) Instalações hidráulicas aparentes



Fonte: Autores (2020)

A partir de então, o próximo passo foi entrevistar o responsável pela execução da obra para realizar um levantamento a respeito do processo construtivo, tendo em vista as considerações e os benefícios provenientes desta modalidade de construção, bem como formas de implantar essa tecnologia sustentável em Palmas – TO. Para execução das paredes foram utilizadas aproximadamente 27 garrafas por metro quadrado, substituindo os tijolos do sistema tradicional. A residência em questão possui dois quartos, sala de estar, sala de jantar, cozinha, hall, banheiro e área de serviço (descoberta e externa da edificação), contemplando as dimensões com 6,00 metros de largura x 7,00 metros de comprimento, com pé direito de 3,00 metros, totalizando 42,00 metros quadrados de área construída, atingindo uma estimativa de 120,00 metros quadrados de área de alvenaria (descontando os vãos das esquadrias).

Com base nessas informações podemos calcular que foram usadas aproximadamente 3400 garrafas pets, considerando que a fundação foi construída de maneira convencional e houve a utilização da garrafa pet somente na alvenaria, de acordo com os dados confirmados pelo executor da obra. As garrafas neste caso, apenas com ar dentro, são encaixadas umas nas outras com fios de nylon conforme medida das paredes do projeto, formando assim as colunas que a seguir são introduzidas nas fôrmas. O cimento com aditivos foi despejado até ocupar os espaços vazios nas formas, após cerca de seis horas, dependendo das condições climáticas, o processo para fabricação de uma parede está pronto, podendo ser feitas todas de uma única vez. As instalações elétricas e hidráulicas são executadas conforme os projetos específicos, assim no processo de modelagem das paredes os espaços para tais instalações já são previstos de acordo e são fechadas com formas metálicas que são concretadas em seguida.

4 Resultados

O uso da garrafa pet como matéria-prima principal na construção de edificações para população de baixa renda é viável e não há riscos em termos estruturais para edificações como as mostradas neste trabalho, pois além de denotar alta eficiência para suportar o peso de sua própria estrutura, permite acabamento interno e externo de ótima qualidade e possui ótima durabilidade, tornando-se uma alternativa economicamente viável para a construção de ambientes. Neste estudo não foram feitos estudos experimentais relacionados à resistência mecânica (tração e compressão), desempenho termoacústico, impermeabilização, etc., somente

levantamento dos dados expostos nesta pesquisa. Não foram encontradas fissuras, trincas ou outras manifestações patológicas na edificação. As paredes possuem apenas 10 centímetros de espessura e em parte da residência é possível visualizar as garrafas aparentes, uma vez que a fôrma não foi preenchida de forma correta.

5 Discussões

Com este estudo foi possível refletir sobre a utilização de garrafas pet para a construção civil. Material este que é agressivo ao meio ambiente devido a vasta quantidade que é lançada em locais inadequados e que, por pertencer à classe dos polímeros, demora cerca de 500 anos para serem biodegradados. Os cientistas da construção civil vêm pesquisando várias formas de manter o equilíbrio entre a utilização e a transformação dos recursos naturais com a qualidade de vida do homem e esse tipo de projeto pode beneficiar todas as classes sociais (VIEGAS, 2012), utilizando materiais recicláveis que se tornam uma alternativa viável nos âmbitos sociais e econômicos. Como o déficit habitacional está direcionado em sua maioria para a população carente (LIMA NETO; FURTADO; KRAUSE, 2013), há uma grande demanda que pode ser atendida neste segmento de mercado. Devido o crescimento da habitação de interesse social ser cada vez mais progressivo, os projetos devem levar em consideração cada vez mais aspectos como conforto, qualidade e utilização de novas tecnologias construtivas que se adequem ao cenário do mercado e ao público alvo, tendo em vista o custo-benefício gerado por adotar esta prática sustentável.

6 Conclusões

Entre as práticas observadas no município de Palmas - TO em relação à construção civil, deve haver maior preocupação a respeito de práticas sustentáveis. Uma vez que as residências que serviram neste trabalho como objetos de estudo são um dos poucos casos de construções sustentáveis no meio urbano local. A reutilização da garrafa pet contribui para preservação ambiental, além de diminuir os impactos causados na construção, sua adoção não só contempla os pilares do desenvolvimento sustentável como também é economicamente viável. Ao avaliar os retornos, a satisfação dos moradores e os custos da habitação estudada os ganhos obtidos são de grande valia. Este estudo é associado às demais pesquisas realizadas no Núcleo de Empreendedorismo e Inovação – NEI, como: adoção da plataforma BIM (Building Modeling Information) e interoperabilidade para a construção de edificações sustentáveis para a população de baixa renda; modelo de avaliação dos materiais construtivos para identificar e selecionar os de melhor relação custo-benefício; experimentos com diferentes materiais com foco em reuso e facilidade de acesso local tem sido a tônica deste grupo multidisciplinar. Este trabalho evidencia que os requisitos mínimos podem ser atendidos com o reuso das garrafas pets na alvenaria e expandidos em qualidade, conforto e satisfação ao promover o trabalho colaborativo e cooperativo, sem a oneração de custos, desde que envolva a autoconstrução. A autoconstrução e o trabalho colaborativo são vistos pelo NEI como uma forma de aumentar a autoestima e a consciência ambiental da população de baixa renda.

Referências

ABIPET. **Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagem de Pet**. 2016. Disponível em: <http://www.abipet.com.br>. Acesso em: 31 ago 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15588:2008**: Pré-forma de PET para sopro de embalagem para alimentos e bebidas - Requisitos e métodos de

ensaio. 1 ed. Brasil: Abnt, 2008. 10 p. Disponível em:
<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=266>. Acesso em: 30 out. 2020.

AMOEDA, ROGÉRIO P. **Ecologia dos Materiais de Construção: linhas de orientação para o seu ensino**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade do Minho, 2003, Guimarães. CAPRA, Fritjof. *As Conexões Ocultas: Ciência para uma vida sustentável*. CIPOLLA, Marcelo Brandão, tradução. São Paulo: Cultrex, 2005.

BRASIL. **LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.html>. Acesso em: 12 Maio de 2020.

LAGOA SANTA. CÂMARA MUNICIPAL DE LAGOA SANTA. **Reduzir, Reutilizar e Reciclar**: chamadas de 3r's, elas são consideradas ações essenciais que qualquer cidadão responsável pode (e deve!) seguir para contribuir com o desenvolvimento sustentável.. Chamadas de 3R's, elas são consideradas ações essenciais que qualquer cidadão responsável pode (e deve!) seguir para contribuir com o desenvolvimento sustentável.. 2013. Comunicação. Disponível em: <https://www.cmlagoasanta.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/conheca-a-importancia-dos-3rs-da-sustentabilidade/16650>. Acesso em: 30 out. 2020.

LIMA NETO, V. C; FURTADO, B.A; KRAUSE, C. **Estimativas do déficit habitacional brasileiro (PNAD 2007-2012)**. Brasília. Ipea/Dirur, 2013. (Nota técnica, n. 5)

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de ação para produção e consumo sustentáveis - PPCS: Relatório do primeiro ciclo de implementação**. Brasília: MMA, 2014. 164 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS - TO (Comp.). O que nos ensinaram os números? In: PALMAS. INSTITUTO PÓLIS. (Ed.). **Plano de Ação Palmas Sustentável**. Palmas: Demacamp, 2015. Cap. 4, p. 76. (1). Disponível em: < <https://polis.org.br/publicacoes/plano-de-acao-palmas-sustentavel/> >. Acesso em: 31 out 2020.

SANTOS, Francisco Ferreira dos. **Estudo de iluminação solar zenital com garrafas pet**. 2013. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em:
http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1047/1/CT_EPC_2012_2_08.PDF. Acesso em: 31 out. 2020.

STEPHANOU, João Jorge. **Gestão de resíduos sólidos: um modelo integrado que gera benefícios econômicos, sociais e ambientais**. 29 de abril de 2013. Disponível em:
<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/26749>. Acesso em: 30 out 2020.

VIEGAS, Leila Soares. **Blocos para execução de alvenaria de vedação empregando garrafas pet: avaliação mecânica e termoacústica**. 2012. 117 f. Dissertação (Mestrado em Urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.