2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais
Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

MELHORIAS TERMO-ENERGÉTICAS EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL: IMPLEMENTAÇÃO DA ASSISTÊNCIA TÉCNICA EM ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS[1]

PARLATO, Sara (1); DOS SANTOS, Luana Helena (2); LEITZKE, Rodrigo Karini (3); DA CUNHA, Eduardo Grala (4); MEDVEDOVSKI, Nirce Saffer (5)

(1) Universidade Federal de Pelotas, saraparlato@gmail.com
(2) Universidade Federal de Pelotas, lualoureiroo@gmail.com
(3) Universidade Federal de Pelotas, rodrigokarinileitzke@gmail.com
(4) Universidade Federal de Pelotas, eduardograla cunha@yahoo.com.br
(5) Universidade Federal de Pelotas, nirce.sul@gmail.com

RESUMO

O trabalho aqui apresentado relata uma atividade de pesquisa e extensão, em andamento, que afeta a área do loteamento Anglo, na cidade Pelotas/RS. Neste local, uma ocupação de 1998, cerca de 90 casas foram construídas graças ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC-UAP). No caso da área do Anglo, o programa tratou da substituição das casas mais precárias por habitações padrão de aproximadamente 36 m². Na maioria dos casos, nos anos seguinte à construção, os habitantes beneficiados transformaram suas casas, adicionando volumes à área do pátio. Essas intervenções, realizadas sem a ajuda de profissionais especializados, geraram edificações muitas vezes estruturalmente precárias, sem critérios de habitabilidade e conforto térmico. O objetivo desta proposta é impactar positivamente a qualidade de vida da comunidade fornecendo assistência técnica e mitigando os problemas térmicos das unidades habitacionais. O método avalia o desempenho térmoenergético das unidades habitacionais do loteamento através da coleta de dados de campo e simulações computacionais, e propõe soluções para mitigar os problemas detectados. No estudo apresentado a adição do forro feito com material reciclado e a nova pintura das paredes impactou positivamente nas condições de conforto térmico da edificação aumentando em termos relativos cerca de 15 % o nível de conforto térmico.

Palavras-chave: *Conforto térmico, Assistência técnica, HIS, Assentamentos precários, PAC/Anglo.*

ABSTRACT

The work presented here reports an ongoing research and extension activity that affects the Anglo area, in the city of Pelotas / RS. In this place, an occupation of 1998, about 90 houses were built thanks to the - Urbanização de Assentamentos Precários (PAC - UAP). In this case, the program dealt with the replacement of the most precarious houses with standard dwellings

[1] PARLATO, Sara; DOS SANTOS, Luana Helena; LEITZKE, Rodrigo Karini; DA CUNHA, Eduardo grala; MEDVEDOVSKI, Nirce Saffer. Melhorias Termo-energéticas em habitações de interesse social: implementação da Assistência Técnica em assentamentos precários. in: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

of approximately 36 m². In most cases the inhabitants transformed their homes, adding volumes to the patio area. These interventions carried out without the help of specialized professionals, generated buildings often structurally precarious, without criteria of habitability and thermal comfort. The goal of this proposal is to improve the quality of life of the community by providing technical assistance and mitigating the thermal problems. The method evaluates the thermal-energy performance of the housing units through the collection of real data and proposes solutions to mitigate the problems detected. In the study presented, the addition of the lining made with recycled material and the new painting of the walls positively impacted the thermal comfort conditions of the building, increasing in relative terms about 15% the level of thermal comfort.

***Keywords**: Thermal comfort, Technical assistance, Social housing, Precarious settlements, PAC /Anglo.*

1 INTRODUÇÃO

O trabalho apresentado relata a atividade de pesquisa e extensão que busca levar a Assistência Técnica para melhorias habitacionais em residências localizadas em assentamentos precários. É realizada com o suporte do Núcleo de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo – NAURB - e do Laboratório de Conforto e Eficiência Energética – LABCEE - da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal de Pelotas. O loteamento Anglo, objeto do estudo desta pesquisa, está localizado na área da Balsa antiga zona portuária da cidade de Pelotas/RS. A ocupação em larga escala da área do Anglo se deu a partir do final da década de 90, por filhos e netos dos antigos funcionários do Frigorífico Anglo, sobre terrenos de sua massa falida.
Em janeiro de 2007 o Governo Lula lançou o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), querendo promover o desenvolvimento econômico, dando poder aos investimentos públicos e encorajando um ambiente favorável aos investimentos privados. O Programa foi dividido em duas fases: o PAC1 (2007-2010) e o PAC2 (2011-2014). No PAC1 é encontrada a Modalidade Urbanização de Assentamentos Precários (PAC-UAP), incluída no Eixo denominado Infraestrutura Social e Urbana. O programa conseguiu ampliar a escala de intervenção nas favelas, favorecendo uma urbanização integrada dos assentamentos precários, tratando a dimensão social, urbana, ambiental e fundiária (CARDOSO, DENALDI 2018). No município de Pelotas o programa PAC-UAP - destinado a famílias de renda entre 0 e 3 salários mínimos, foi executado através do Programa Farroupilha PAC, de 2007. Conhecido como PAC-Anglo, o projeto para o bairro examinado, comprometeu-se a requalificar a área por meio de melhorias na infraestrutura urbana e provisão de habitação para a realocação de 90 famílias em risco e 20 moradias para reversão de precariedade (DUTRA, 2017). A permanência da população na localidade e a supressão dos domicílios rústicos e localizados nas margens do canal foram priorizadas (MEDVEDOVSKI, DUTRA 2015). No loteamento em estudo foram construídas, pelo programa PAC, casas com cerca de 36 m², constituídas por dois dormitórios, sala com cozinha, um banheiro e pátio Na maioria dos casos, os moradores reformaram em auto-construção a casa original ocupando o espaço do pátio para acrescentar cômodos e aumentar os espaços de serviço (JORGE, et all., 2017). A pesquisa surgiu a partir da hipótese que considera a estratégia de adição - uma intervenção que prevê o enxerto de volumes em arquiteturas já existentes (GASPARI, 2012) – como uma boa ferramenta para transformar as edificações e obter melhorias significativas, sobretudo no conforto térmico. As adições arquitetônicas podem se estender a toda a fachada e telhado do edifício ou podem ser limitadas a alguns elementos específicos. O aspecto típico dessa estratégia é a versatilidade funcional: os dispositivos podem responder tanto a problemas espaciais

quanto à térmicos. Frequentemente a adição é usada para criar fachadas de armazenamento térmico, estufas solares ou outras soluções para obter ganhos passivos. Estas são contribuições de calor derivadas principalmente da radiação solar, que afetam as condições ambientais internas, diminuindo a demanda de energia necessária para obter conforto (GASPARI, 2012). Os dispositivos devem ser fáceis de construir, repetíveis e adaptáveis a diferentes situações. É finalidade deste trabalho apoiar os habitantes a construírem esses elementos. Os tipos de itens podem ser agrupados nas seguintes categorias: elementos isolantes, elementos de captura solar (como chaminé solar, estufa solar); elementos para auxiliar a ventilação (como fachadas ventiladas, aberturas flexíveis e respiráveis); elementos para proteger do sol (como dispositivos de sombreamento); elementos para expandir o espaço (como *bow-windows*). A embalagem longa vida da Tetra Pak-®[2] foi escolhida para atuar como isolante térmico na cobertura pois trata-se de um material reutilizável de baixo custo e de fácil manuseio, além do ponto principal, o fato de ser constituída por uma estrutura em multicamadas com componentes de baixa emissividade (a lâmina de alumínio). Esta estrutura é composta por diversos materiais: polietileno, alumínio e papel (JULIO, 2010). Algumas outras pesquisas já testaram o potencial isolante do material, como por exemplo, o experimento desenvolvido por Schmutzler (2001) em que as embalagens foram testadas como subcoberturas e persianas em laboratório para verificar o poder de isolamento térmico. Também o trabalho realizado por Julio (2010) constata que a utilização de uma manta Tetra Pak-® é válida para famílias que não dispõem de condições financeiras para aquisição de sistemas de condicionamento de ar. Silva (2015) promoveu uma pesquisa focada no reaproveitamento de resíduos de embalagens Tetra Pak-® em coberturas, concluindo que o reaproveitamento destas como forro contribuiu para redução dos valores médios do índice de temperatura e umidade, índice de temperatura de globo e umidade e carga térmica de radiação.

2 OBJETIVO

O objetivo do artigo é apresentar a análise do nível de conforto térmico de habitação de interesse social a partir da implementação de soluções de *retrofit* no envelope construído.

3 METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado baseia-se nas normas NBR 15220 (ABNT, 2005a) e NBR 15.575 (ABNT, 2013) para definição do modelo de edificação e da composição de suas características construtivas e considera a opinião e hábitos dos usuários como um fator fundamental. As sete habitações analisadas são unifamiliares e térreas com diferentes orientações e se localizam no município de Pelotas-RS, Zona Bioclimática 2 (ABNT, 2005b). O estudo foi desenvolvido em 4 etapas. A primeira ação foi promovida através do estudo da história do bairro, com intuito de entender as evoluções e transformações que ocorreram na área, para isso, foram examinados outros trabalhos realizados no mesmo local (JORGE, L. O. et all., 2017; KERKHOFF, 2017; DUTRA, 2017). Na segunda etapa, através de uma ação de extensão realizada no bairro em maio

[2] O uso deste tipo de embalagem é tão comum na indústria alimentícia que sua produção global ultrapassou a marca de 190 bilhões no ano de 2019, segundo informação disponível no site da empresa fabricante (TEIRA PAK, 2019). Dessa maneira milhões de metros quadrados desse material estão disponíveis por ano.

de 2019, foram definidos os participantes do projeto: sete famílias se dispuseram a reformar suas casas. Por meio de entrevistas com os moradores e levantamentos começamos a entender as problemáticas e as necessidades dos moradores. A etapa seguinte consistiu na verificação das questões críticas climáticas e espaciais dessas moradias através da simulação computacional. As variáveis de saída nas análises de conforto térmico são a temperatura externa e a temperatura operativa de cada uma das zonas térmicas. Como índice térmico para a definição da zona de conforto térmico foi utilizado o Conforto Adaptativo com 80% de aceitabilidade da ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013). Para realização das simulações foi utilizado o software EnergyPlus, versão 8.7. A pesquisa ainda está em andamento. Na etapa atual estamos analisando as simulações computacionais do projeto para o primeiro caso, a casa n° 7. Para esse caso, está previsto como dispositivo de melhoria do comportamento térmico o isolamento do telhado, que é a zona da unidade habitacional com as maiores perdas de calor. A simulação do nível de conforto térmico das zonas térmicas das habitações, foi realizada com base na coleta de dados reais de uso, ocupação e operação de janelas, por meio de entrevistas e levantamentos (localização, orientação, número de pessoas, uso dos espaços, iluminação artificial, e eletrodomésticos, materiais, componentes).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Durante as visitas e por meio das entrevistas, foi possível identificar que os hábitos dos usuários influenciam o conforto térmico. Os habitantes tendem, dentro de suas possibilidades econômicas, resolver os problemas climáticos abrindo as janelas para ventilação, usando cortinas para se proteger da radiação solar no período de verão e as abrindo no período de inverno. Outros hábitos detectados nas visitas e entrevistas pioram as condições internas da casa: em particular, a tendência de acumular objetos e roupas, ocupando todo o espaço livre, aumentando a percepção de calor durante o verão e limitando a passagem de ar (Figura 1).

Figura 1 - Interior de algumas das unidades examinadas.

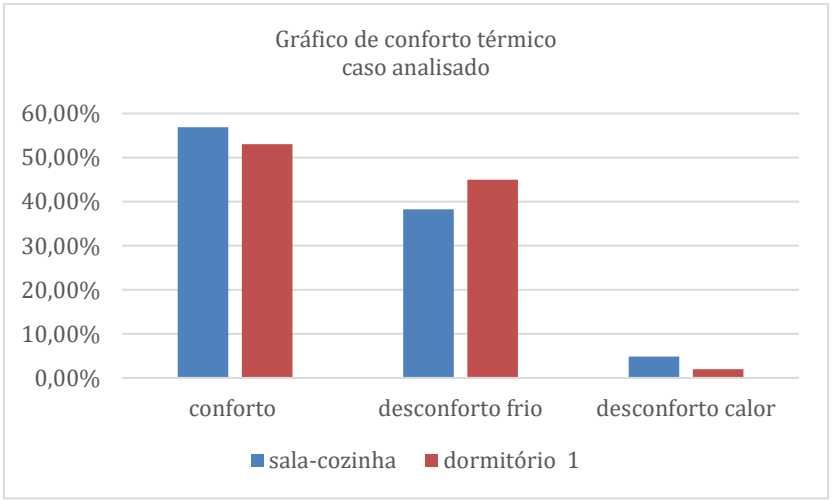


Fonte: os autores, 2019, 2020.

A pesquisa revelou péssimas condições térmicas nas casas entregues pelo PAC e não somente nas partes autoconstruídas. A partir das simulações do nível de conforto térmico das unidades habitacionais, a temperatura interna das zonas térmicas resultou estar longe do limite de conforto térmico, sendo o percentual de conforto

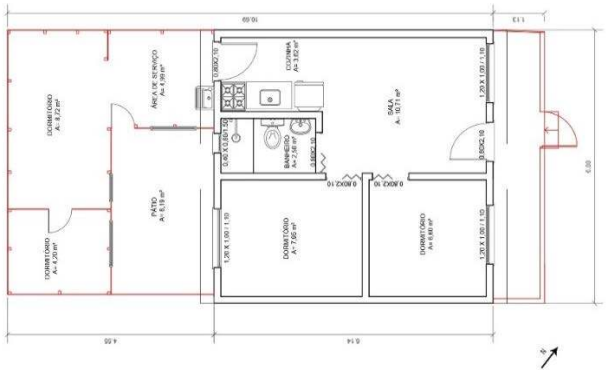
igual a 56,9%, para a sala, e igual a 53,04% para o dormitório 1. Na Figura 2 observamos o nível de conforto térmico da sala e do dormitório 1 do caso base. Nas entrevistas foi constatado que o período menos tolerado, em termos de clima, é o inverno. Até agora, o projeto da casa n ° 7 foi elaborado. Esta casa faz parte das intervenções do programa PAC. Dos 27 m² do pátio, apenas 9 m² continuam a ter essa função. Os demais metros quadrados foram fechados com painéis de madeira e cortinas, de modo a obter uma pequena lavanderia e dois quartos.

Figura 2 - Nível de conforto térmico da sala e do dormitório 1 do caso base.



Fonte: os autores.

A edificação é apresentada nas Figura 3 e 4. Dez pessoas vivem nesta casa: um casal com filhos, incluindo um bebê. Observou-se que a partir das entrevistas, a necessidade desta família é de ter mais espaço para dormir, realizar atividades diurnas e guardar roupas. No momento o primeiro dormitório é usado como um depósito de roupas para toda a família. Também a partir das entrevistas, descobriu-se que tanto no verão quanto no inverno há desconforto térmico, dado confirmado também pelas simulações computacionais realizadas, nas quais é evidente que, principalmente no inverno, a temperatura interna é muito baixa em comparação com a faixa de conforto térmico. Como a expansão construída pelos habitantes é uma estrutura precária, de madeira muito fina, no projeto planejamos consolidar essa parte com uma estrutura de madeira e alvenaria. Este volume, no projeto proposto, apresenta um segundo nível, para obter um quarto adicional, e uma nova janela, maior do que a existente, no dormitório 1, orientada à nordeste. Como o problema climático afeta principalmente a cobertura, o primeiro teste envolve a inserção de uma camada de Tetra Pak-® sob o telhado e abaixo de uma camada de ar, e outra camada de Tetra Pak acima do forro de PVC existente. A partir da análise do estado atual, a transmitância (U) do telhado é 1,98 W/m²K. No primeiro teste, a transmitância do telhado, graças à presença do Tetra Pak-® e de uma camada de ar, cai para 0,49 W/m²K. Analisando o conforto climático, a partir dos resultados do primeiro teste, notamos uma melhoria principalmente nos dois ambientes orientados para o nordeste: a sala e o dormitório 1. A Figura 5 apresenta os níveis de conforto térmico da sala e do dormitório 1 a partir da inserção do Tetrapak no forro (61,95% de conforto pela sala e 62,63% pelo dormitório 1). Nos demais espaços não houve a mesma melhoria e o conforto térmico do inverno permaneceu insatisfatório.



Fonte: os autores.

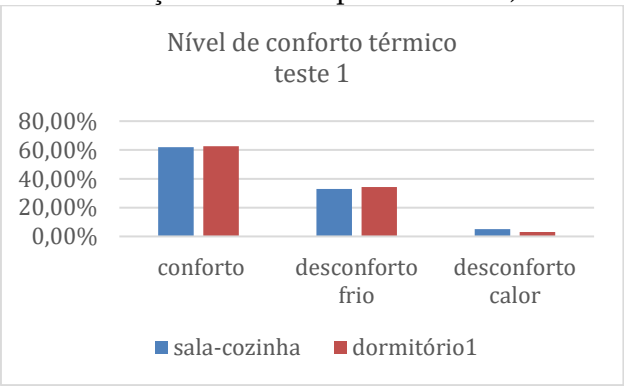
Figura 4 – Duas imagens do caso base: a fachada e a extensão de madeira no fundo.



Fonte: os autores.

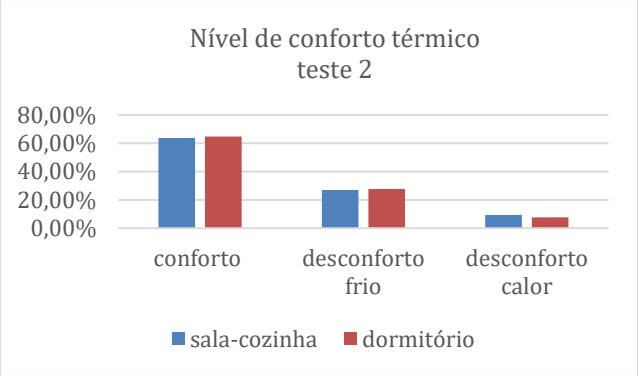
Decidimos fazer um segundo teste que envolve, além da inserção da camada Tetra Pak-®, uma coloração mais escura das paredes externas. A partir dos resultados da simulação computacional deste caso, temos uma melhoria, em todos ambientes no período de inverno e um aumento no desconforto do verão, mas com um bom grau de conforto geral, conforme Figuras 6 e 7 (63,68% de conforto na sala e 64,74% no dormitório 1. O desconforto pelo calor é de 9,30% na sala, comparado ao valor de 4,85% do estado atual, e de 7,63% no dormitório 1, comparado ao valor de 1,99% do estado atual).

Figura 5 - Nível de conforto térmico da sala e do dormitório 1 do teste 1(com inserção do Tetrapak no forro).



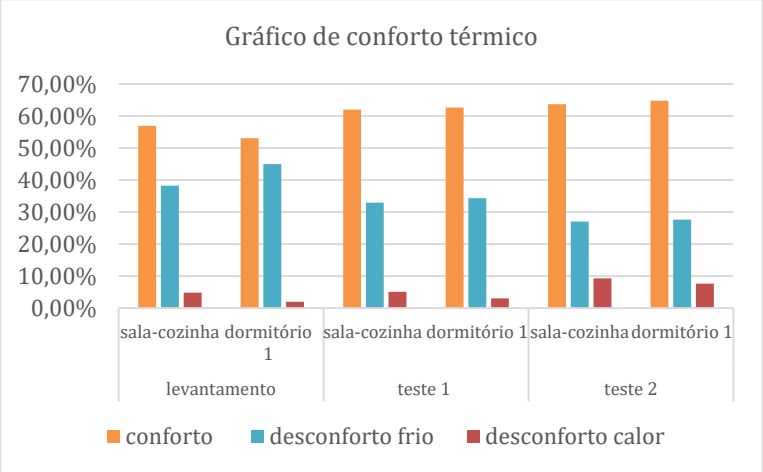
Fonte: os autores.

Figura 6 - Nível de conforto térmico da sala e do dormitório 1 do teste 2 (com inserção do Tetrapak no forro e corpreta nas paredes externas).



Fonte: os autores.

Figura 7 - Nível de conforto térmico da sala e do dormitório 1: comparação de resultados.



Fonte: os autores.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que as casas avaliadas, e suas expansões, apresentam um déficit acentuado em sua qualidade térmica, o que força o usuário a viverem condições precárias. A realização em mutirão dos dispositivos arquitetônicos que melhorem o conforto térmico interno pode ser uma solução, como emerge dos resultados deste primeiro caso. O uso do Tetra Pak-®, um material amplamente disponível e fácil de manusear, permite melhorar o conforto térmico. Considerando que o inverno em Pelotas / RS é bastante rígido, sugerimos, para este caso, também pintar as paredes de uma cor escura para aumentar a capacidade delas de absorver o calor. Nos dois casos, são intervenções fáceis e baratas de realizar. O Tetra Pak-® ficará escondido pelo forro de pvc existente, para que também seja esteticamente mais aceitável, sendo facilmente executado e podendo ser replicado pela comunidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores do Trabalho agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio durante o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASHRAE. **Standard 55-2013**: Thermal environmental conditions for human occupancy. [S.l.] Atlanta, 2013.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220-2**. Desempenho Térmico de Edificações – Parte 2: Métodos de cálculos da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. [S.l.]: Rio de Janeiro, 2005a.

_____. **NBR 15.220-3**. Desempenho Térmico de Edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. [S.l.]: Rio de Janeiro, 2005b.

_____. **NBR 15.575**. Edificações Habitacionais - Desempenho. [S.l.]: Rio de Janeiro, 2013.

CARDOSO, A. L e DENALDI, R. **Urbanização de favelas no Brasil**. um balanço preliminar do PAC. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2018.

DUTRA, J. J. C. **Construindo a cidade e a cidadania: avaliação da implementação e da satisfação do usuário do PAC Urbanização de Assentamentos Precários no loteamento Anglo, Pelotas-RS**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas 2017.

GASPARI, J. **Trasformare l'involucro.** La strategia dell'addizione nel progetto di recupero. Tecnologie per la riqualificazione sostenibile del costruito. Monfalcone: Edicom Edizioni, 2012.

JORGE, L et al. **A transformação espontânea das unidades habitacionais do loteamento Anglo em Pelotas/RS**: Reflexões sobre a urgência do conceito de Habitação Social Evolutiva. Cadernos PROARQ 29. Rio de Janeiro, 2017, p.122-153.

JULIO, A. L. **Desempenho térmico e energético de subcoberturas de Tetra pak® em habitação de interesse social**: estudo computacional. Orientador: Prof. Dr. Pedro Domingos Marques Prietto. 2010. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo na Área de concentração de Infraestrutura e Meio Ambiente., Passo Fundo, 2010.

KERKHOFF, H. V. **Mobiliário para Habitação de Interesse Social**: conflitos, percepção e satisfação dos usuários. O caso PAC-Anglo, Pelotas, RS.. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

MEDVEDOVSKI, N. S.; DUTRA, J. J. C. **Loteamento Anglo/Pelotas -RS - uma avaliação do Programa de Aceleração do Crescimento - urbanização de assentamentos precários**. In: 3° CIHEL. Congresso Internacional da Habitação no Espaço Lusófono, São Paulo. 3° CIHEL - Congresso Internacional da Habitação no Espaço Lusófono - Habitação, Cultura e Ecologia dos Lugares, 2015, p. 232-251.

SCHMUTZLER, L. O. F. **Projeto forro longa vida**. Laboratório de Engenharia Biomecânica – LABIOMEC – Unicamp. Campinas, São Paulo, 2001. Disponível em: <www.fem.unicamp.br/~vidalong>. Acesso em 30 de maio de 2020.

SILVA, Karen C. P. da et al. Reaproveitamento de resíduos de embalagens Tetra Pak-® em coberturas. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande , v. 19, n. 1, p. 58-63, jan. 2015 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662015000100058&lng=pt&nrm=iso>. acesso em 30 maio 2020. https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n1p58-63.