

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA – UNIARA
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
MEIO AMBIENTE**

**ANÁLISE DAS DIFICULDADES ASSOCIADAS AO USO DE
PNEUS INSERVÍVEIS NA CONSTRUÇÃO DE
HABITAÇÕES: O ESTUDO DE CASO DE GOIATUBA - GO**

JOSÉ EDUARDO MACHADO DO AMARAL

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcus César Avezum Alves de Castro

**ARARAQUARA - SP
2012**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA – UNIARA
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
MEIO AMBIENTE**

**ANÁLISE DAS DIFICULDADES ASSOCIADAS AO USO DE
PNEUS INSERVÍVEIS NA CONSTRUÇÃO DE
HABITAÇÕES: O ESTUDO DE CASO DE GOIATUBA - GO**

JOSÉ EDUARDO MACHADO DO AMARAL

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcus César Avezum Alves de Castro

*DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE.*

**ARARAQUARA - SP
2012**

FICHA CATALOGRÁFICA

A514a Amaral, José Eduardo Machado do

Análise das dificuldades associadas ao uso de pneus inservíveis na construção de habitações: o estudo de caso de Goiatuba – GO/José Eduardo Machado do Amaral - Araraquara: Centro Universitário de Araraquara, 2012.

131f

Dissertação (Mestrado)- Centro Universitário de Araraquara
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional

Área de concentração - Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Marcus César Avezum Alves de Castro

1. Pneus inservíveis. 2. Resíduos Sólidos. 3. Habitação. I. Título.

CDU 504.03



Centro Universitário de Araraquara

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP
CEP 14801-320 - Caixa Postal 68 - Fone/Fax: (16) 3301-7100

www.uniara.com.br

BANCA DE DEFESA

Prof. Dr. Reinaldo Pisani Júnior
UNAERP – Ribeirão Preto

Prof. Dr. José Leomar Fernandes Junior
USP – São Carlos

Prof. Dr. Marcus C. A. Alves de Castro
UNIARA - Araraquara

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **José** e **Inazilda**, sempre apoiando e incentivando meus passos;
A minha irmã **Maria das Graças** e meu cunhado **Fernando**, minha gratidão;
Aos meus filhos, **Viviane** e **Eduardo**, que eu possa lhes servir de exemplo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por abençoar mais esta etapa de minha vida.

Ao Professor Marcus pelas valiosas e primorosas orientações. Seria uma tarefa muito árdua, senão desestimuladora, sem a sua prestimosidade.

Ao Professor Oriowaldo Queda, sempre ouvinte e disposto a auxiliar.

Aos professores que nos motivaram a buscar conhecimentos.

Aos colegas que colaboraram para reduzir as dificuldades dessa jornada através de incentivos, brincadeiras e pela união nos trabalhos realizados em sala de aula.

Ao pessoal da Secretaria do Mestrado que nos deram informações valiosas, que nos auxiliaram em relação a documentos, que nos ouviram, que nos apoiaram, que foram nossos porta-vozes em várias ocasiões perante a coordenação e professores.

Ao Sr. José Neto de Medeiros, empreendedor inventor, incansável colaborador de todas as horas. Meu eterno obrigado!

A Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás, Reciclanip e Caixa Econômica Federal pelas valiosas informações que muito colaboraram para a construção deste trabalho.

E a todos que, de forma direta ou indireta, auxiliaram na elaboração do trabalho.

EPÍGRAFE

O desenvolvimento é uma finalidade, mas deve deixar de ser uma finalidade míope ou uma finalidade-término. A finalidade do desenvolvimento **submete-se, ela própria, a outras finalidades. Quais? Viver verdadeiramente. Viver melhor.**

(Edgar Morin, Anne Brigitte Kern)

RESUMO

Os pneus inservíveis representam um problema de ordem sanitária quando abandonados de forma inadequada no meio ambiente. Dentre as várias técnicas aplicadas para a mitigação da disposição final destes, estudos apontam o setor da construção civil como alternativa viável ao incorporar resíduos da construção civil a fragmentos de pneus como agregados do concreto. O objetivo desta pesquisa é o de conhecer as dificuldades associadas ao uso de pneus inservíveis na construção de habitações, avaliando a aceitação em morar na casa e a postura de atores como a Prefeitura Municipal de Goiatuba, Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás, Reciclanip e Caixa Econômica Federal. Quanto aos meios de investigação, realizou-se a pesquisa de campo em razão desta permitir o contato direto com os sujeitos envolvidos. Os resultados mostram que a população/usuário final aceita morar em habitação de 58 m² que incorpora em seu método 3.500 pneus inservíveis desde que sejam asseguradas as características de durabilidade, segurança e conforto de uma casa convencional, no entanto, o preconceito é evidenciado diante da paridade de preços entre as moradias. Por outro lado, desconsideram o preconceito em função da casa construída com pneus inservíveis custar 40% menos que a casa convencional. O Poder Público de Goiatuba, usando de prerrogativa que lhe pertence por direito, denota falta de interesse em apoiar o método construtivo. A Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás exige licenciamento ambiental para a técnica que incorpora pneus inservíveis como materiais, mas não faz distinção desta atividade que representa pouca agressividade à saúde da população e meio ambiente daquela que é potencialmente agressiva. A Reciclanip desconhece atividades que não são regulamentadas pelo IBAMA, a exemplo da construção civil no Brasil. A Caixa Econômica Federal não possui linha de financiamento para a produção de unidades residenciais através de processos construtivos não convencionais ou inovadores, contudo estimulam iniciativas convencionais que traduzem em menor impacto ambiental.

Palavras-chave: pneus inservíveis, resíduos sólidos e habitação.

ABSTRACT

Scrap tires are a sanitary threat problem if they are left improperly over the environment. Among the several techniques applied to mitigate its final disposal. Some studies has pointed out the civil engineering sector as a viable alternative to incorporate the waste from the civil engineering sites to tire fragments as aggregate of the concrete. The main objective of this research is to recognize the hardships associated with the use of scrap tires in the building of dwelling houses, evaluating the acceptance of living in the house and the attitude such as the Goiatuba City Hall, The Environment and Water Resource Department, Reciclanip and Caixa Econômica Federal. Speaking about the means used for investigation, a field research was carried out because it permits a direct contact with the subjects involved. The results show that the population/final user accept to live in a 58m² house, which incorporates in its methods 3.500 scrap tires provided that features of durability, comfort and safety are assured and can be the same as those of a conventional house, however, the prejudice is evident when the difference in price between the houses are on a par, on the other hand, they disregard the prejudice when they know the house was built using scrap tires cost 40% less than a conventional house. The public authorities from Goiatuba, using a settled down prerogative, have showed a lack of interest in giving support to the constructive method. The Environment and Water Resources Department of Goiás requires an environmental license for the technique that incorporates scrap tires as materials, and do not discriminate this activity that seems to be low aggressive to health of the population and to the environment from the other one which turns out to be potentially aggressive. Reciclanip isn't aware of any activity that is not regulated by IBAMA, regarding the Civil Engineering in Brazil. Caixa Econômica Federal has no financing for the production of residential units for unconventional or innovative processes, however they foster the conventional initiatives that have a lower impact on the environment.

Keywords: scrap tires, solid waste and housing.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE TABELAS.....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Problema e Justificativa.....	15
2. HIPÓTESES.....	19
3. OBJETIVOS.....	20
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
4.1 Pneu.....	21
4.1.1 Breve Histórico da Evolução do Pneu.....	21
4.1.2 Composição, Geração e Classificação do Pneu.....	22
4.1.3 Impactos Ambientais Gerados pelo Descarte do Pneu Inservível.....	23
4.1.4 Legislação Aplicada aos Pneus Inservíveis.....	25
4.2 Técnicas Aplicadas a Reutilização e Reciclagem dos Pneus Inservíveis.....	30
4.2.1 Redução na Fonte.....	31
4.2.1.1 Eficiência do Processo Produtivo.....	31
4.2.1.2 Sobrevida dos Pneus Usados.....	31
4.2.2 Reutilização dos Pneus Inservíveis.....	31
4.2.2.1 A Aplicação de Pneus Inservíveis na Construção Civil.....	32
4.2.3 Reciclagem dos Pneus Inservíveis.....	34
4.2.3.1 Borracha do Pneu Inservível Recuperada.....	34
4.2.3.2 Borracha do Pneu Inservível Regenerada.....	34

4.2.3.3 Laminação do Pneu Inservível.....	35
4.2.3.4 Co-processamento de Energia em Fábricas de Cimento.....	35
4.2.3.5 Co-processamento Pirólise de Xisto Pirobetuminoso.....	36
4.3 A Habitação Construída com Pneus Inservíveis: Um Projeto no Município de Goiatuba – GO.....	37
4.3.1 A Técnica da Habitação Construída com Pneus Inservíveis.....	38
4.3.1.1 A Técnica Empregada na Construção do Alicerce.....	38
4.3.1.2 A Técnica Empregada na Construção da Parede.....	40
4.3.1.3 A Técnica Empregada na Construção da Laje.....	43
4.3.2 Aspectos da Habitação Construída com Pneus Inservíveis.....	44
4.4 Características Básicas Associadas ao Perfil de um Empreendedor.....	47
4.5 Licenciamento Ambiental.....	50
4.6 Selo Casa Azul CAIXA da Caixa Econômica Federal.....	54
5. METODOLOGIA.....	58
5.1 Levantamento Bibliográfico.....	58
5.2 Planejamento e Elaboração dos Instrumentos de Pesquisa.....	58
5.3 Levantamento das Práticas e Técnicas Utilizadas no Projeto de Goiatuba.....	60
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
6.1 Características Básicas do Empreendedor Inventor de Goiatuba.....	62
6.2 O Aspecto Cultural de Morar em Habitação Edificada com Pneus Inservíveis.....	63
6.3 O Papel da Administração Municipal de Goiatuba.....	69
6.4 O Licenciamento Ambiental como Condição do Reconhecimento da Técnica.....	72
6.5 A Falta de Reconhecimento da Técnica pela Reciclanip.....	76
6.6 A Falta de Financiamento pela Caixa Econômica Federal para Construções Não Convencionais ou Inovadoras.....	81
7. CONCLUSÕES.....	87
8. REFERÊNCIAS.....	89

APÊNDICE A1. ENTREVISTA REALIZADA COM O EMPREENDEDOR INVENTOR	100
APÊNDICE A2. ENTREVISTA REALIZADA COM A POPULAÇÃO/USUÁRIO FINAL DA HABITAÇÃO.....	101
APÊNDICE A3. QUESTIONÁRIO ENVIADO À RECICLANIP.....	102
APÊNDICE A4. QUESTIONÁRIO ENVIADO À SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE GOIÁS.....	104
APÊNDICE A5. QUESTIONÁRIO ENVIADO À CAIXA ECONÔMICA FEDERAL.....	105
ANEXO B - RELATÓRIO PUC/GO.....	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Pneus descartados no meio ambiente.....	16
Figura 2	Lixão do Município de Goiatuba.....	24
Figura 3	Estaca preenchida com tijolos de pneus.....	38
Figura 4	Estaca encoberta com massa de cimento e RCC moído.....	38
Figura 5	Construção da viga baldrame com talões de pneus.....	39
Figura 6	Travamento das colunas com talões de pneus cortados.....	39
Figura 7	RCC em pedados ou moídos sobre o piso.....	40
Figura 8	Cobertura de massa de cimento e RCC moído ou triturado sobre o piso.....	40
Figura 9	Visão externa do molde após a montagem.....	41
Figura 10	Visão superior do molde após a montagem.....	41
Figura 11	Feitura da massa em caminhão betoneira.....	42
Figura 12	Preenchimento do molde com tijolos de pneus, fragmentos de RCC e massa.....	42
Figura 13	Visão externa da parede após a desmontagem parcial do molde.....	42
Figura 14	Visão externa das paredes após a desmontagem total do molde.....	43
Figura 15	Visão superior das paredes após a desmontagem total do molde.....	43
Figura 16	Laje edificada com massa de cimento e RCC moído sobre talões de pneus.	44
Figura 17	Casa construída com pneus inservíveis apresentada na entrevista.....	44
Figura 18	Aceitabilidade da habitação construída com pneus inservíveis em relação à habitação convencional.....	64
Figura 19	Porcentagem dos entrevistados que aceitariam residir em habitação de pneus considerando a paridade de preços.....	64
Figura 20	Porcentagem de escolha entre as habitações considerando uma diferença de 40% no custo em relação à habitação convencional.....	65
Figura 21	Porcentagem de entrevistados que possuem ou não moradia própria.....	65
Figura 22	Renda familiar dos entrevistados.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição química media de um pneu.....	22
Tabela 2	Poder calorífico de alguns materiais.....	25
Tabela 3	Destinação final de pneus inservíveis imputados a produtores e importadores.....	27
Tabela 4	Resumo de categorias, critérios e classificação.....	54
Tabela 5	Distribuição da aceitabilidade da moradia não convencional em função da renda.....	67
Tabela 6	Distribuição da opção da moradia convencional em função da paridade de preços.....	68
Tabela 7	Distribuição da opção da moradia não convencional em função do custo inferior.....	68
Tabela 8	Quantidade de pneus inservíveis coletados em toneladas no período de 2002 a 2009 pela Reciclanip.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABIP	Associação Brasileira da Indústria de Pneus Remoldados
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAPNEUS	Associação Brasileira dos Revendedores de Pneus
ANIP	Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
ASTM	American Society for Testing and Material
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEF	Caixa Econômica Federal
CEMPRE	Compromisso Empresarial para a Reciclagem
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DATec	Documento de Avaliação Técnica
DECEX	Departamento de Operações de Comércio Exterior
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IFBQ	Instituto Falcão Bauer de Qualidade
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NCM	Nomenclatura Comum do Mercosul
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PUC/GO	Pontifícia Universidade Católica de Goiás
RCC	Resíduos na Construção Civil
SECEX	Secretaria de Comércio Exterior
SEMARH	Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás
SINAT	Sistema Nacional de Avaliações Técnicas
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio ambiente

1. INTRODUÇÃO

1.1. Problema e Justificativa

A indústria de pneus, no passado, pela falta de regulação e fiscalização e de um marketing despreocupado com a questão ambiental, ao deixar de coletar e dar um destino adequado ao pneu inservível¹, ajudou a promover um acúmulo desse no meio ambiente, gerando uma poluição² de proporções gigantescas, contaminando água, ar, solo, além de causar riscos à saúde e a qualidade de vida humana. “Anteriormente aos anos 1970 não havia qualquer tipo de controle ambiental, e os poluentes gerados pelas empresas eram descartados no ambiente sem maiores preocupações” (GASI; FERREIRA, 2006, p. 46).

O descarte de pneus usados no mundo chega a atingir a marca de quase um bilhão de unidades/ano (THE JAPAN AUTOMOBILE TYRE MANUFACTURERS ASSOCIATION, 2007 apud LAGARINHOS; TENÓRIO, 2008 p. 106).

O pesquisador Carlos Alberto F. Lagarinhos, do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, calcula que no Brasil, de 2002 a 2006, diante dos números de pneus produzidos, importados, exportados e reciclados, teriam sido gerados e descartados uma média de 14,9 milhões de pneus na natureza anualmente, uma vez que supostamente faltou coleta e destinação correta desse material (FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DE SÃO PAULO, 2008).

Sem legislação ambiental e não havendo responsabilidades pelos efeitos negativos da atividade empresarial, o descarte do pneu inservível no meio ambiente (Figura 1) ocorreu de maneira silenciosa e acelerada. Porém, em função de sua estrutura complexa, quando descartado de forma inadequada, os reflexos para o meio ambiente e saúde humana são desastrosos.

¹ Um pneu pode ser caracterizado como inservível quando a lona se rompe, se torna fisicamente prejudicado, ou não pode ser recauchutado (NOVICKI, 2000, p. 38).

² Segundo Lei 6.938/81, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividade que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;



Figura 1. Pneus descartados no meio ambiente

Segundo Motta (2008, p. 167), os pneus quando dispostos no meio ambiente:

Gera poluição das águas, solo e ar, degradação da natureza, perda da biodiversidade, danos à saúde e qualidade de vida e geração de impactos sociais, culturais, podendo tornar-se uma situação irreversível e inclusive comprometer a médio e longo prazo o próprio desenvolvimento econômico.

Visando contribuir com possível opção na destinação adequada para o pneu inservível, o presente trabalho evidenciará o potencial da construção civil em absorver este tipo de material na edificação de habitações, tendo como temática a “Análise das Dificuldades Associadas ao Uso de Pneus Inservíveis na Construção de Habitações: O Estudo de Caso de Goiatuba - GO”.

Conforme Alves (2006, p. 98):

No mercado competitivo da construção, cumpre-nos lançar mão de todas alternativas de materiais com qualidade e preços mais baixos e se forem reciclados, será uma grande contribuição na preservação da natureza. Temos à disposição muitos materiais não convencionais aguardando mudanças de nossas mentalidades para serem empregados com a mesma segurança e desempenho dos tradicionais.

Na busca de proteger o meio ambiente dos interesses privados, medidas começam a entrar em vigor como forma de impedir uma longa caminhada de exploração empreendida pelo homem. “Devido à constatação, conscientização e aumento dos resultados negativos das agressões ao meio ambiente, os países passaram a regular e a adotar imposições mais rígidas aos diversos agentes envolvidos, sejam consumidores, empresas, poder público ou outras instituições” (MOTTA, 2008, p. 169).

No Brasil, as primeiras regulações envolvendo medidas preventivas na geração de resíduos de pneus ocorreram na década de 1990 proibindo a importação de pneus usados, porém, foi a partir de 26 de agosto de 1999, através da Resolução n.º 258 do CONAMA

que produtores e importadores foram obrigados a dar uma destinação final ambientalmente adequada para os pneus inservíveis, começando com um pneu inservível para cada quatro novos a partir de 1º de janeiro de 2002 e aumentando, ano a ano, até chegar a cinco pneus inservíveis para quatro novos a partir de 1º de janeiro de 2005.

A Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), fundada em 1960, mantida pelos fabricantes de pneus novos, iniciou em 1999 o Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis através de parcerias com distribuidores, revendedoras e prefeituras. Atualmente são “430 pontos de coleta distribuídos pelo país e desde o início do Programa até hoje, os fabricantes destinaram de forma ambientalmente correta mais de 200 milhões de pneus de automóveis” (RECICLANIP³, 2010).

Em 2001, a Associação Brasileira da Indústria de Pneus Remoldados (ABIP), lança no Estado do Paraná, o Programa Rodando Limpo em parceria com as prefeituras, que são encarregadas de “mobilizar a população, desenvolver e divulgar o programa, e dispor de local adequado para a coleta, enquanto a ABIP arca com os custos logísticos e trituração do material” (CIMINO, 2004).

A nova Resolução n.º 416, de 30 de setembro de 2009 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) determina que para cada pneu novo comercializado ao mercado de reposição, as empresas fabricantes ou importadoras deverão dar destino adequado a um pneu inservível, proibindo, também, a destinação final de pneus usados que ainda se prestam para processos de reforma.

Percebe-se a existência de legislações, de caráter preventivo, que poderiam resolver essa problemática ambiental, entretanto, a questão colocada é: Quais são os fatores impeditivos para que sociedade, órgãos ambientais, instituição financeira de fomento para habitações e entidade ligada aos fabricantes de pneus novos no Brasil estimulem o uso do pneu inservível na construção de habitações, visto que se fossem apenas regulamentações, porque tais medidas não conseguem solucionar o problema da degradação ambiental causada pelo seu descarte?

O que de fato parece ocorrer é a falta de políticas públicas que priorize e incentive a reutilização e reciclagem. Amplia a dimensão do problema quando se trata de novas

³ A RECICLANIP foi criada em março de 2007 pelos fabricantes de pneus novos Bridgestone Firestone, Goodyear, Michelin, Pirelli e, em 2010, a Continental juntou-se à entidade. O projeto teve início em 1999, com o Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis implantado pela ANIP (Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos), entidade que representa os fabricantes de pneus novos no Brasil.

aplicações, uma vez que a informação está distante do Poder Público. Segundo Cimino; Zanta (2005, p. 305):

Constata-se que embora existam algumas legislações sobre resíduos sólidos, há falta de políticas públicas nos vários níveis de governo, que visem eliminar o passivo ambiental existente de forma mais eficaz, e promovam a prevenção e a minimização de resíduos sólidos especiais, com especial atenção para a criação de incentivos que ampliem o ciclo de vida útil dos pneus e priorizem na etapa pós-consumo a reutilização e a reciclagem.

Espera-se que a tão aguardada Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, promova as melhorias ambientais necessárias no sentido de gerar valor aos resíduos de forma que Poder Público, empresas e sociedade beneficiem-se.

Contudo, mesmo diante da falta de legislações adequadas e das dificuldades em aplicá-las, são responsáveis pela criação de tecnologias inovadoras que promovem a destinação adequada para os pneus inservíveis, evitando ampliar a nocividade que podem causar à saúde humana e meio ambiente.

Atualmente no Brasil, a prática mais usada para destinar os pneus inservíveis é o co-processamento em fornos de cimenteiras. “O processo consiste na geração de energia pela incineração do pneu, inteiro ou triturado, em fornos controlados que têm licença ambiental para operação. Os inservíveis substituem o consumo de combustíveis não renováveis como o carvão e o óleo” (MOTTA, 2008, p. 177).

Na habitação, a incorporação de pneus inservíveis ao processo de construção consolida-se como oportunidade para dar um destino adequado a este. Neste sentido, caminha projeto de utilização desse material, o primeiro a ser realizado na área, especialmente no Município de Goiatuba – GO, objeto do presente estudo.

2. HIPÓTESES

Necessidade de realização pessoal, autoconfiança e disposição para assumir riscos são características básicas do empreendedor inventor que aventou a ideia de usar pneus inservíveis na construção de habitações;

O preconceito por parte da população/usuário final constitui-se como barreira para morar em habitação que utiliza pneus inservíveis em seu sistema construtivo;

O licenciamento ambiental constitui-se em uma etapa importante no processo de garantia da sustentabilidade de novas tecnologias, porém, no caso em estudo, apresenta-se como elemento dificultoso em função da ausência de padronização do método utilizado;

A ausência de incentivo por parte da Caixa Econômica Federal quanto ao uso de materiais alternativos na construção de habitações contribui para sustentar o uso de métodos e materiais tradicionais.

3. OBJETIVO

3.1. Geral

Analisar as dificuldades associadas ao uso de pneus inservíveis na construção de habitações.

3.2. Específicos

Identificar o perfil do empreendedor inventor que utiliza a técnica de aproveitamento de pneus inservíveis na construção de habitações;

Pesquisar a aceitação da população/usuário final sobre morar em habitação construída com pneus inservíveis no Município de Goiatuba;

Avaliar a postura adotada pela Reciclanip em relação à destinação e receptividade de novas tecnologias aplicadas ao pneu inservível;

Investigar junto a Caixa Econômica Federal a existência de política de incentivo para o uso de materiais reciclados (inclusive pneus) na construção de habitações.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Pneu

4.1.1. Breve Histórico da Evolução do Pneu

Dos índios americanos, os primeiros a descobrir e fazer uso das propriedades singulares da borracha, até a descoberta do processo de vulcanização⁴, princípio do século XIX, várias pesquisas foram realizadas visando sua produção em escala industrial (COSTA *et al.* 2003, p. 125).

O pneu de borracha foi inventado em 1845 por Robert W. Thomson após Charles Goodyear, em 1839, descobrir casualmente que aquecendo borracha e enxofre a altas temperaturas, as propriedades da borracha eram melhoradas, originando a vulcanização.

A partir de então, utilizando borracha natural, os pneus substituíram os aros de ferro e de madeira que eram utilizados nos automóveis da época, que seguiam as mesmas concepções de carroças e carruagens. Por ser altamente resistente a impacto e de grande durabilidade, a borracha proporcionava mais agilidade, conforto e segurança no transporte. “A borracha vulcanizada é forte, elástica, impermeável para gases, resistentes à abrasão, ação química, aquecimento e elasticidade” (SANTOS, 2002, p. 19).

Decorridos vários anos após a descoberta da vulcanização, o químico alemão Fritz Hofmann, em 1909, obteve os primeiros resultados com a borracha feita em laboratório, mas em função de um processo custoso para sua produção em escala o projeto foi abandonado. Somente em 1916, a Alemanha começa a produzir em escala industrial a borracha sintética (FUNDAÇÃO IBGE, 1971, p. 68).

Com essa inovação, os pneus passaram a absorver parte da borracha sintética, produto quase semelhante ao da borracha natural em sua composição. Atualmente, “a maior parte dos pneus é constituído, em peso, por aproximadamente 10% de borracha natural, 30% de borracha sintética e 60% de aço e tecidos, que servem para fortalecer a estrutura do pneu” (RAMOS FILHO, 2005, p. 38).

⁴ Vulcanização, palavra derivada da mitologia romana (*Vulcano*, Deus do fogo e do trabalho com metais), é o termo usado para descrever o processo através do qual a borracha reage com enxofre para produzir uma rede de ligações cruzadas entre as cadeias poliméricas. Se um número suficiente de ligações cruzadas é formado, o artefato adquire uma forma fixa, não mais moldável, porém ainda flexível e elástica. Se, no entanto, muitas ligações cruzadas são formadas, o elastômero é convertido em um sólido rígido (COSTA, 2003, p. 125).

4.1.2. Composição, Geração e Classificação do Pneu

Segundo o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2002), “O pneu apresenta uma estrutura complexa, formada por diversos materiais, como: borracha, aço, tecido de *nylon* ou *poliéster*, visando conferir as características necessárias ao seu desempenho e segurança”. A Tabela 1 apresenta a composição química média de um pneu:

Tabela 1. Composição química média de um pneu

Elemento/composto	% Massa
Carbono	70,0
Hidrogênio	7,0
Óxido de Zinco	1,2
Enxofre	1,3
Ferro	15,0
Outros	5,5

(FONTE: ANDRIETTA, 2002).

Um pneu é produzido basicamente misturando a borracha natural com a borracha sintética ou elastômero⁵. O uso da borracha natural em um pneu está associado ao peso do veículo, porcentual que a ANIP confirma na seguinte proporção: “automóvel, 16%; caminhonete, 20%; caminhão e ônibus, 40%; avião, devido à maior resistência requerida no impacto com o solo, 100%” (REVISTA QUÍMICA E DERIVADOS, 2007).

O negro de fumo⁶, misturado na borracha eleva a durabilidade do elastômero; do peso total de um pneu, $\frac{1}{4}$ é composto do material, sendo “capaz de mudar a vida útil do pneu de 12.500 km para um potencial de 200.000 km (OLIVEIRA, 2004, p. 16).

Além da durabilidade e desempenho, protege o pneu contra a ação dos raios ultravioleta, no entanto, é o grande “responsável pelos maiores problemas ambientais

⁵ Elastômero são polímeros com propriedades físicas semelhantes às da borracha natural (ANDRIETTA, 2002).

⁶ O negro de fumo é um produto obtido a partir da combustão incompleta de derivados de petróleo e se apresenta na forma de pó preto. A indústria de borracha utiliza mais de 90% da produção deste insumo, como agente reforçante, na fabricação de pneus e artefatos como solas de calçados, cabos de alta voltagem, entre outros. É utilizado também como pigmento na produção de tintas para automóveis, tintas gráficas (para impressão de jornais e revistas). O maior consumidor de negro de fumo é a indústria de pneus, que absorve cerca de 70% da produção. Cerca de $\frac{1}{4}$ do peso total de um pneu é composto de negro de fumo, empregado para aumentar a resistência da borracha à tração e à abrasão além de proteger contra a degradação provocada por raios ultravioleta (ABRAPNEUS, 2002).

enfrentados pela indústria de pneumáticos, pois dificulta a reciclagem dos pneus usados” (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 1998).

Devido a dificuldade de reciclar o negro de fumo, este “vem sendo substituído pela sílica na construção dos chamados pneus ecológicos” (RESENDE, 2004, p. 50).

A Resolução CONAMA n.º 258, de 26 de agosto de 1999 fixa a obrigação das empresas fabricantes e as importadoras de pneus a coletar e dar destinação final adequada aos pneus inservíveis, classificando-os da seguinte forma:

- a) Pneu ou pneumático: todo artefato inflável, constituído basicamente por borracha e materiais de reforço utilizados para rodagens em veículos;
- b) Pneu ou pneumático novo: aquele que nunca foi utilizado para rodagem sob qualquer forma, enquadrando-se, para efeito de importação, no código 4011 da Tarifa Externa Comum - TEC;
- c) Pneu ou pneumático reformado: todo pneumático que foi submetido a algum tipo de processo industrial com o fim específico de aumentar sua vida útil de rodagem em meios de transporte, tais como recapagem, recauchutagem ou remoldagem, enquadrando-se, para efeitos de importação, no código 4012.10 da Tarifa Externa Comum - TEC;
- d) Pneu ou pneumático inservível: aquele que não mais se presta a processo de reforma que permita condição de rodagem inicial.

4.1.3. Impactos Ambientais Gerados pelo Descarte do Pneu Inservível

O mundo presencia no início do século XX o crescimento de suas indústrias. Para alcançar o crescimento objetivado foi necessário o emprego de tecnologia, grande consumo de energia e recursos naturais. De acordo com Lustosa (2003, p. 155):

A história de industrialização mundial evidencia o papel preponderante do desenvolvimento tecnológico no processo de mudanças radicais que ocorreram nas sociedades humanas. O subsequente desenvolvimento econômico e tecnológico, baseado no uso intensivo de matérias-primas e energia, aumentou a velocidade de utilização de recursos naturais.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) – NBR 10004 (2004), o pneu é classificado como “Resíduo não Perigoso-Inerte (Classe II-B):

São quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura, conforme ABNT NBR 10006, não tiveram nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Apesar de classificado como inerte, dando a impressão de não originar algum tipo de impacto, o pneu consiste de “uma combinação de 200 tipos diferentes de matéria-prima numa única mistura de química, física e engenharia” (BRAZILTIRE, 2007).

Por não ser biodegradável, sua decomposição ocorre em um prazo “não inferior a 150 anos” (ANDRIETTA, 2002), o que torna difícil a eliminação desse resíduo.

A borracha de um pneu, visando nos dar a ideia de sua resistência, é estilhaçada por equipamentos de alto impacto ao alcançar temperatura de -184°C através de nitrogênio líquido pelo processo criogênico (PETROBRAS, 2006).

A disposição de pneus em aterros sanitários é problema. Por serem grandes e de difícil compactação, “enterrados inteiros, muitas vezes, retornam à superfície, gerando a movimentação do solo do aterro e eventual combustão, pois acabam absorvendo os gases que são liberados pela decomposição de outros resíduos” (GOMES; OGURA, 1993).

No Art. 15 da Resolução CONAMA n.º 416, de 30 de setembro de 2009, que dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, veda a disposição de pneus em aterros sanitários, porém, “recomenda-se, na ausência de outra solução, que as carcaças sejam cortadas antes de serem jogadas no aterro” (CEMPRE, 2002, p. 193).

Problemas de ordem sanitária ocorrem quando os pneus inservíveis são jogados em locais impróprios como lixões (Figura 2) e terrenos baldios. Ocorrendo o acúmulo de água e a incidência de luz natural em seu interior, favorece o habitat e a reprodução de mosquitos como o *Aedes aegypti*, transmissor da dengue e febre amarela urbana e de roedores, transmissores de graves doenças, como a leptospirose.



Figura 2. Lixão do Município de Goiatuba

O pneu possui um elevado poder calorífero (Tabela 2) e de fácil combustibilidade. Quando queimados, “emitem substâncias altamente tóxicas e cancerígenas como chumbo, cromo, cádmio e arsênio” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2006).

Tabela 2. Poder calorífico de alguns materiais

Material	Poder calorífero (kcal/kg)*
Polietileno (PE)	10382
Óleo combustível	10000
Poliestireno (PS)	9122
Plásticos diversos	7833
Carvão betuminoso	7778
Pneus	7667
Carvão antracito	7500
Folhas (10% de umidade)	4436
Jornal	4417
Papel corrugado	3913
Papel	3778
Revistas	2917
Turfa	2000
Folhas (50% de umidade)	1964
Resíduos de alimentos	1317
Madeira verde	1167
Gás natural	620

*Não especificado pela fonte se o poder calorífico é superior ou inferior.

FONTE: Adaptado de LAGARINHOS; TENÓRIO, 2008.

A fumaça negra “pode representar riscos de morte prematura, deterioração das funções pulmonares, problemas de coração e depressão do sistema nervoso” (ROCHA, 2008 apud VIANA, 2009, p. 24).

Se não bastasse, solo e água podem ser contaminados com a queima. “Cada pneu, quando queimado, libera cerca de dez litros de óleo que podem percolar pelo solo até atingir a água do subsolo, contaminando-a” (CIMINO, 2005).

4.1.4. Legislação Aplicada aos Pneus Inservíveis

Na década de 1970, os governos começam a criar normas ambientais e estruturar seus órgãos para combater uma poluição sem precedentes. Segundo Valle (2002, p. 20):

Após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo em 1972, as nações começaram a estruturar seus órgãos

ambientais e estabelecer suas legislações visando o controle da poluição ambiental. Poluir passa a ser crime em diversos países. Como decorrência dessa conferência foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) e instituído o dia 5 de junho como Dia Internacional do Meio Ambiente.

Ao findar o século XX, precisamente no ano de 1999, nada se sabia por parte do governo e setor privado sobre a quantidade de pneus abandonados na natureza e muito menos uma proposta de destinação. Na afirmação de Fiori, 1998; Sato, 1999 apud Bertollo *et al.* (2000), “estimativas indicavam que são gerados 35 milhões de carcaças de pneus anualmente; e que existem mais de 100 milhões de pneus abandonados em todo o país”.

O problema a ser enfrentado tinha dimensões profundas, requerendo respostas urgentes e de natureza preventiva e isso somente seria possível com o amparo das leis.

Em 13 de maio de 1991, o Departamento de Operações de Comércio Exterior (DECEX), através da Portaria n.º 8, Art. 27, passa a proibir a importação de bens de consumos usados, dentre os quais os pneus estão inseridos. O argumento baseia-se que o pneu recauchutado ou remoldado é oriundo de pneu usado, sendo impeditivo para sua importação. Essa determinação foi considerada pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992, no Rio de Janeiro. Segundo Trindade (2005) “um marco na conscientização mundial em matéria ambiental”.

A Resolução CONAMA n.º 23, de 12 de dezembro de 1996, que dispõe sobre as definições e o tratamento a ser dado aos resíduos perigosos, conforme as normas adotadas pela Convenção de Basileia sobre o controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos perigosos e seu Depósito, proíbe a importação de pneus usados, tendo como principal argumento proteção à saúde humana e meio ambiente, levando em conta a Convenção de Basileia, da qual o Brasil é signatário.

Na Resolução CONAMA n.º 235, de 07 de janeiro de 1998, onde altera o anexo 10 da Resolução CONAMA n.º 23, de 12 de dezembro de 1996, classificando os pneus usados como Resíduos Inertes – Classe III – de importação proibida. Atualmente, conforme mencionado, segundo a ABNT – NBR 10004 (2004), os pneus usados são classificados como Resíduos não Perigosos – Inertes - Classe II-B.

Considerado marco regulatório, não apenas por proibir a importação de pneus usados e sim imputar responsabilidades, a Resolução CONAMA n.º 258/99 atribuiu aos fabricantes e importadores de pneus novos o princípio da responsabilidade, obrigando-os a coletar e dar destinação ambientalmente adequada a uma quantidade crescente de pneus

inservíveis, sendo que as metas de coleta têm como base o volume de pneus fabricados ou importados no mercado doméstico, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3. Destinação final de pneus inservíveis imputados a produtores e importadores

Prazo a partir de	Pneus novos (nacionais ou importados)	Pneus inservíveis
Janeiro/2002	4 unidades	1 unidade
Janeiro/2003	2 unidades	1 unidade
Janeiro/2004	1 unidade	1 unidade
Janeiro/2005	4 unidades	5 unidades
Prazo a partir de	Pneus reformados/importados	Pneus inservíveis
Janeiro/2004	4 unidades	5 unidades
Janeiro/2005	3 unidades	4 unidades

FONTE: (CONAMA 258/99)

A referida Resolução proíbe a disposição final de pneus inservíveis em aterros sanitários, mar, rios, lagos ou riachos, terrenos baldios ou alagadiços e a queima desses em céu aberto; as empresas importadoras e fabricantes de pneus, a partir de 1º de janeiro de 2002, deveriam comprovar no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) a destinação final de forma ambientalmente correta, das quantidades de pneus inservíveis correspondentes à quantidade produzida ou importada, conforme estabelecido em seu Art. 3º; para efeito de liberação de importação no DECEX, a comprovação da destinação final deve ser antecipada aos embarques no exterior conforme estabelecido em seu Art. 6º; fabricantes e importadores, através de instalações próprias ou contratação de serviços terceirizados, são responsáveis pela recepção e armazenamento temporário de pneus inservíveis para posterior destinação final segura e adequada; os consumidores finais, juntamente com distribuidores e revendedores, devem se articular com produtores, importadores e governo no sentido de colaborar com a coleta dos pneus inservíveis do país.

A Resolução CONAMA n.º 264, de 26 de agosto de 1999 trata dos procedimentos, critérios e aspectos técnicos específicos de licenciamento ambiental para o co-processamento de resíduos em fornos rotativos de clínquer⁷ na fabricação de cimento. O pneu é uma fonte alternativa de combustível de elevado poder calorífico e que muito contribui para a redução de combustíveis fósseis como carvão e petróleo, porém, conforme

⁷ Forno rotativo de produção de clínquer: Cilindro rotativo, inclinado e revestido internamente de material refratário, com chama interna, utilizado para converter basicamente compostos de cálcio, sílica, alumínio e ferro, proporcionalmente misturados, num produto final denominado clínquer (CONAMA, 1999)

determina a Resolução, além de estabelecer os limites máximos de emissões atmosféricas, as fábricas de cimento já estabelecidas só poderão pleitear licença para o co-processamento de resíduos se essas estiverem devidamente licenciadas e ambientalmente regularizadas.

Em 25 de setembro de 2000 a Portaria n.º 8 da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) não mais concede licenças para importação de pneumáticos recauchutados e usados, seja como bem de consumo ou matéria-prima, classificados na posição 4012 da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). De acordo com Jus Brasil Notícias (2008):

A União argumentou que a importação de pneus usados causaria riscos ao meio ambiente, porque, quando queimados, os pneus liberam compostos químicos tóxicos. Além disso, causariam danos à saúde pública (já que dependendo das condições de armazenamento podem propiciar a propagação de doenças causadas por mosquitos e outros insetos) e à segurança do consumidor (por ser desconhecida a vida útil remanescente desse tipo de produto e pelo fato de que os pneus estrangeiros podem não ser adequados às estradas brasileiras). Por fim, a União alegou que a importação de carcaças acarretaria desemprego, porque geraria concorrência desleal com os fabricantes nacionais.

Essa mesma proibição encontra-se na Portaria n.º 14, de 17 de novembro de 2004 da SECEX em seu Art. 40, porém, à exceção dos pneumáticos remoldados, classificados nas NCM 4012.11.00, 4012.12.00 e 4012.19.00, originários e procedentes dos Estados Partes do Mercosul ao amparo do Acordo de Complementação Econômica n.º 18.

O Decreto n.º 3.919, de 14 de setembro de 2001, prevê em seu Art. 47-A a multa de R\$ 400,00 por unidade de pneu usado ou reformado ilicitamente importado. Incorre na mesma pena quem comercializa, transporta, armazena, guarda ou mantém em depósito pneu usado ou reformado, importado em tais condições. Esse Decreto foi revogado pelo Decreto n.º 6.514, de 22 de julho de 2008, não alterando o valor da multa em seu Art. 70.

A Instrução Normativa n.º 8, de 15 de maio de 2002, do IBAMA, institui os procedimentos necessários ao cumprimento da Resolução CONAMA n.º 258/99 quanto ao cadastramento de fabricantes e importadores de pneumáticos, processadores e destinadores de pneumáticos inservíveis de veículos automotores e bicicletas no Cadastro Técnico Federal junto ao IBAMA.

A Resolução CONAMA n.º 301, de 21 de março de 2002, alterou os artigos 1º, 2º, 3º, 11º, 12º da Resolução CONAMA n.º 258/99 e acrescentou o Art. 12-A, determinando que as regras desta Resolução aplicar-se-ão também aos pneus usados, de qualquer natureza, que ingressem em território nacional por força de decisão judicial.

A Resolução CONAMA n.º 416, de 30 de setembro de 2009, revoga as Resoluções n.º 258/99 e n.º 301/2002. Segundo esta Resolução, para cada pneu novo comercializado, fabricantes e importadores deverão dar destino ambientalmente correto a um pneu inservível; determina que fabricantes, importadores, reformadores e destinadores deverão se inscrever no Cadastro Técnico Federal e quais são as informações que devem ser prestadas junto ao IBAMA.

Uma medida positiva nessa Resolução é a implantação em Municípios com mais de 100.000 (cem mil) habitantes de pelo menos um ponto de coleta e armazenamento no prazo máximo de um ano.

Por fim, institui-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada pela Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010.

Dentre suas diretrizes, essenciais para a preservação do meio ambiente e saúde humana, destacam-se a adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias ambientalmente saudáveis como forma de minimizar impactos ambientais; incentivo ao uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados; e articulação entre as diferentes esferas do Poder Público, visando a cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos.

Dentre os instrumentos da PNRS, a logística reversa, a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas e de novos produtos e incentivos fiscais, financeiros e creditícios merecem atenção.

Com relação a Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos, ponto fundamental da política, cabe aos municípios a gestão dos resíduos sólidos gerados em seu território.

A política é clara e fixa ao gerador de resíduos sólidos a responsabilidade pelos resíduos sólidos gerados, compreendendo as etapas de acondicionamento, disponibilização para coleta, tratamento e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

Outro importante ponto da política é a obrigação dos consumidores a entregar aos revendedores, comerciantes ou distribuidores os produtos após seu consumo que estão sujeitos à logística reversa. Estes por sua vez, encaminharão aos fabricantes e importadores os produtos sob sua responsabilidade e na ponta do processo ou no final da cadeia logística reversa, fabricantes e importadores devem dar uma destinação adequada aos produtos.

Dos Instrumentos Econômicos e Financeiros, em seu Art. 24, cabe ao Poder Público atuar no sentido de estruturar programas indutores e linhas de financiamentos para

atender, prioritariamente, às iniciativas dentre outras, de desenvolver tecnologias aplicadas aos resíduos sólidos.

As instituições oficiais de crédito podem estabelecer critérios diferenciados que possibilitem ao beneficiário acessar crédito do Sistema Financeiro nacional para seus investimentos produtivos com menor taxa de juros, carências e parcelamentos, porém, é necessário a existência do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para obter tais benefícios por parte dos órgãos federais de crédito e fomento.

Em seu Art. 26, a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, no âmbito de suas competências, poderão editar normas com o objetivo de conceder incentivos fiscais, financeiros ou creditícios, respeitadas as limitações da Lei de Responsabilidade Fiscal, para as indústrias e entidades dedicadas à reutilização e ao tratamento de resíduos sólidos produzidos no território nacional, bem como para o desenvolvimento de programas voltados à logística reversa, prioritariamente em parceria com associações ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis reconhecidas pelo poder público e formada exclusivamente por pessoas físicas de baixa renda.

Enfim, a PNRS é abrangente por tratar do interesse social, ambiental e econômico em quase todas as atividades existentes. Converge na coordenação e integração das ações em toda uma cadeia, além de procurar uniformizar a gestão dos resíduos sólidos no país.

4.2. Técnicas Aplicadas a Reutilização e Reciclagem dos Pneus Inservíveis

A seguir serão apresentadas as técnicas utilizadas para a mitigação da disposição final do pneu inservível, as quais tem por princípio o aumento de sua vida útil, a sua reutilização, a reciclagem de material e seu reaproveitamento energético.

O autor destaca que estas opções têm por fim melhorar o balanço ambiental do ciclo de vida do pneu, constituindo-se medidas paliativas e não sustentáveis de longo prazo. Nessa linha de sustentabilidade, na opinião do autor, ela somente será atingida a partir de práticas e procedimentos que promovam a mudança dos materiais que apresentem melhor potencial de reciclagem do que a borracha vulcanizada.

4.2.1. Redução na Fonte

As alternativas que possibilitam a prevenção na formação de resíduos de pneus na fonte se efetivam através de um processo de fabricação eficiente que amplia sua durabilidade e garante a sobrevida por meio da recapagem, recauchutagem e remoldagem.

4.2.1.1. Eficiência do Processo Produtivo

Os pneus sofrem constantes modificações tecnológicas para ampliar sua vida útil. Nesse sentido, do preparo dos componentes até sua vulcanização, fabricar pneus demanda um complexo processo que envolve equipamentos modernos, matéria-prima de qualidade e mão de obra qualificada, pois, “do ponto de vista ambiental, a maior durabilidade é um aspecto positivo, pois diminui o volume de material a ser reaproveitado” (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 1998, p. 8).

4.2.1.2. Sobrevida dos Pneus Usados

Um pneu pode obter sobrevida ou prolongar sua vida útil através da recapagem, recauchutagem e remoldagem. Segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO, 2007):

- a) Recapagem. Processo pelo qual um pneu é reformado pela substituição de sua banda de rodagem;
- b) Recauchutagem. Processo pelo qual um pneu é reformado pela substituição de sua banda de rodagem e dos seus ombros;
- c) Remoldagem. Processo pelo qual um pneu é reformado pela substituição de sua banda de rodagem, dos seus ombros e de toda superfície de seus flancos. Este processo também é conhecido como recauchutagem de talão a talão.

Contudo, a contribuição desses processos está em procrastinar o tempo de vida útil do pneumático que se presta para reforma.

4.2.2. Reutilização dos Pneus Inservíveis

Segundo a PNRS, em seu Art. 7º, inciso XIV, a reutilização é um processo de reaplicação do resíduo sem a transformação física, físico-química e biológica.

Desta forma, os pneus inservíveis podem ser usados em praça de recreação, docas flutuantes, cocho para animais, caixa d'água, recifes artificiais, sinalização em rodovias, barreiras protetoras dentre outras.

4.2.2.1. A Aplicação de Pneus Inservíveis na Construção Civil

Um dos desafios a ser enfrentado na contemporaneidade é evitar que a escassez de recursos naturais ameace o crescimento econômico e humano da atual e futura geração.

Sabe-se que a indústria da construção civil, um dos setores importantes para o crescimento e desenvolvimento econômico de um país, além de grande empregador, contribui para degradar o meio ambiente ao consumir recursos naturais demasiadamente. Segundo Matos & Wagner, 1998 apud John (2010, p. 12), 70% dos materiais consumidos nos EUA vão para a construção.

Para reduzir a estatística que depõe contra a atividade, esta indústria precisa achar meios para mitigar a exploração desses recursos. Nos Estados Unidos, após devastadores incêndios de pneus que contaminaram ar, água e solo, “surgiu o interesse no desenvolvimento de pesquisas visando à reutilização de borracha de pneus em obras de engenharia” (ODA; FERNANDES JÚNIOR, 2001, p. 1590).

Em 1998, a *American Society for Testing and Material* (ASTM) aprovou a norma prática para absorver o pneumático inservível na construção civil. “Com essa norma, pneus inteiros ou processados passaram a ser usados em obras de Engenharia no lugar de materiais de construção convencionais” (GOMES FILHO, 2007, p. 62). No Brasil, de acordo com a Reciclanip, não se registra atividades não regulamentadas pelo IBAMA, a exemplo da construção civil.

Conforme Benson, 1995; Rubber, 2006 apud Gomes Filho (2007, p. 63), “A Associação Norte Americana dos Fabricantes de Borracha estimou, em 2002, que no período houve um aumento nas aplicações de pneus, com aproveitamento de 40 milhões de unidades por ano”.

Dentre as várias aplicações, conforme Hutchinson; Stranaghan (1990) “a borracha pode ser empregada na construção civil como isolante estrutural, impedindo a propagação de tensões, pois apresenta uma capacidade de absorver energia 8.000 vezes maior que os metais”.

Uma outra alternativa são os Earthships⁸, conceito inovador de construção usando pneus usados, na compreensão de Murugkar (2009, p. 231).

Segundo o autor, as características estruturais dos Earthships são as seguintes:

- a) Projetados para juntar-se a terra ao invés de resistir a ela;
- b) Principal alicerce é pneus de automóveis abalroados com terra;
- c) Move sobre a terra, resultando na estrutura dada. Nenhum ponto de carga;
- d) As paredes são maciças e suas próprias fundações, medindo cerca de 3 metros de largura. Não necessitam de base;
- e) Os pneus são elementos importantes para oferecer desempenho e grande resistência estrutural;
- f) A quantidade de massa densa em torno de cada quarto oferece uma bateria térmica como nenhum outro na história da construção;
- g) Um pneu enterrado vai durar para sempre;
- h) Pneus são resistentes. Uma parede de pneu pode vibrar ou mover sem qualquer falha;
- i) Requisitos de baixa habilidade específica;
- j) Materiais secundários como garrafas de vidro, latas e garrafas de plástico, podem ser usados nos interiores;
- k) Fossas sépticas também podem ser construídas usando os pneus descartados por este método.

Na afirmação de Kamimura (2002, p. 34) “Este tipo de construção, com pneus reciclados, apresenta as seguintes vantagens: evita a contaminação do ambiente, não afeta a saúde pública, apresenta baixa liberação de carbono, alta massa térmica, estruturalmente forte e flexível e baixo custo”.

Ainda, pneus inservíveis podem ser utilizados em muro de contenção, controle de erosão, material de enchimento em aterros, obras de drenagem, barragens, estabilização de talude em rios e canais, barreiras protetoras de impacto, pisos de parques infantis, sistema de armazenagem de água para gramados, pavimentações asfálticas e em pasta de cimento.

⁸ São construções que usam materiais recuperados como pneus de carros, latas de alumínio, garrafas plásticas, garrafas de vidro, sucatas e qualquer coisa que você tenha localmente como resíduos. O Earthship é baseado em paredes com terra batida de pneus dando massa térmica para armazenar calor. São construções de qualidade, confortáveis e de baixo custo (MURUGKAR, 2009, p. 231).

4.2.3. Reciclagem dos Pneus Inservíveis

Segundo a PNRS, no Art. 7º, inciso XVIII, tratamento ou reciclagem é um processo de conversão dos resíduos sólidos, dentro de padrões e condições estabelecidas pelo órgão ambiental, que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, tornando-os em novos produtos, na forma de insumos ou em rejeitos. Conforme a Reciclanip, esses processos absorvem 37% dos pneus inservíveis no Brasil.

Na sequência serão demonstrados os processos mais utilizados na reciclagem:

4.2.3.1. Borracha do Pneu Inservível Recuperada

A recuperação da borracha é um processo mecânico simples, consistindo de constantes e diferentes triturações e moagens até obter um pó fino. “A borracha contida nos resíduos, na forma vulcanizada, não sofre modificação e não é separada dos demais compostos” (ANDRIETTA, 2002).

O recuperado pode ser usado nas indústrias que fabricam solados de sapatos, pisos industriais, borrachas de vedação e tapetes de automóveis entre tantos outros.

O grande objetivo deste processo consiste em fragmentar a carcaça do pneu e fazer seu processamento, transformando-o em elemento secundário ou subproduto, para ser matéria-prima de outro produto acabado em função de não ser possível sua vulcanização.

4.2.3.2. Borracha do Pneu Inservível Regenerada

O processo de regeneração somente ocorre quando utilizando calor e tratamento químico no pneu. Além da borracha, fios de aço e fibras também podem ser aproveitados. “Os fios e as malhas de aço recuperado como sucata de ferro são comercializados junto a metalúrgicas e os fios e fibras de tecidos também encontram mercado na indústria têxtil e como reforço em caixas de papelão” (SANTOS, 2005, p. 93).

Considerada alternativa viável, fornece matéria-prima para artefatos como tapetes de automóveis, pisos industriais e quadras esportivas, solados de borracha, rodos domésticos, colas e adesivos, tiras para indústrias de estofados, *pallets*, dentre outros.

Outras opções são os processos de ultrassom ou químicos, porém, envolve alto custo de capital, operacional e de manutenção e são altamente poluentes.

4.2.3.3. Laminação do Pneu Inservível

No processo de laminação utiliza-se apenas o pneumático convencional e/ou diagonal por não possuírem em sua estrutura a chamada malha de aço, que dificulta a sua reciclagem, porém, é possível aproveitar partes do pneu radial para a laminação.

O material oriundo do processo pode ser aplicado na indústria de estofados e calçados, fábrica de rodos, percintas para sofás, tiras para móveis dentre outros.

4.2.3.4. Co-processamento de Energia em Fábricas de Cimento

O co-processamento de resíduos em fornos rotativos de clínquer⁹ é uma atividade regulamentada pela Resolução CONAMA n.º 264, de 26 de agosto de 1999, que define aspectos técnicos específicos de licenciamento ambiental para o co-processamento de resíduos em fornos rotativos de clínquer na produção de cimento, excetuando-se os resíduos domiciliares brutos, os resíduos de serviços de saúde, os radioativos, explosivos, organoclorados, agrotóxicos e afins.

Essa atividade aproveita o alto teor calorífero dos pneus, que tradicionalmente usam combustíveis fósseis como óleo combustível e carvão. Segundo Lagarinhos; Tenório (2008, p. 113) “é uma atividade que proporciona o aproveitamento térmico dos pneus, reduzindo a queima de combustíveis fósseis não renováveis, além disso, incorpora ao clínquer o aço contido nos pneus”.

O co-processamento dos pneus em fornos de clínquer, responsável por absorver 63% desse material em 2009, de acordo com a Reciclanip, é a tecnologia mais utilizada no Brasil. A atividade teve início na década de 90 e na atualidade existem “34 cimenteiras licenciadas pelos órgãos ambientais estaduais competentes para coprocessar resíduos e várias outras encontram-se em processo de licenciamento” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2010).

Como aspecto negativo, os fornos de cimento são “considerados uma das maiores fontes de poluentes atmosféricos perigosos e pesquisas identificaram dioxinas e furanos na

⁹ O Co-processamento em fornos de clínquer (componente básico do cimento, constituído principalmente de silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, e ferroaluminato tetracálcico) pode ser definido como uma técnica de utilização de resíduos industriais a partir do processamento destes como substituto parcial de matéria-prima e/ou de combustível no sistema forno de produção de clínquer, na fabricação de cimento (CIMENTO ITAMBÉ, 2002).

poeira do cimento e no gás de exaustão de fábricas de cimento que queimam resíduos perigosos” (*UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY*, 1993; SIDHU, 2001 apud MILANEZ *et al.* 2009, p. 2145).

Conforme Valle (2002, p. 55):

Dioxinas e furanos, que igualmente são compostos orgânicos de cloro, constituindo duas famílias específicas que totalizam 210 compostos distintos. Alguns deles são considerados os mais tóxicos compostos já produzidos pelo homem, e seus efeitos ainda não foram tolamente avaliados.

Diante do exposto, é fundamental averiguar com responsabilidade e neutralidade até que ponto uma tecnologia é eficiente como diz ser, até que ponto minimiza ou elimina os impactos ambientais e os perigos que podem causar para o ser humano.

4.2.3.5. Co-processamento Pirólise de Xisto Pirobetuminoso

A Petrobras iniciou experimentos aplicando o co-processamento de xisto e pneus em 1998 com o Processo Petrosix desenvolvido pela Petrobras para retortagem de xisto, “tendo como principal característica a simplicidade operacional e a pirólise em baixa temperatura” (NOVICKI; MARTIGNONI, 2000, p. 39).

Obtêm-se com esse processo ao utilizar uma tonelada de pneus, “530 kg de óleo, 40 kg de gás, 300 kg de negro de fumo e 100 kg de aço” (LAGARINHOS; TENÓRIO, 2008, p. 114).

Segundo Novicki; Martignoni (2000, p. 43), este processo se apresenta como uma “solução ambientalmente segura, licenciada pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), e tecnicamente adequada para o processamento de até 30 milhões de pneus usados e inservíveis por ano”.

Porém, conforme Ferreira (2009, p. 24), na cidade de São Mateus do Sul – PR, onde opera a unidade de negócio da industrialização do xisto:

Há o agravante da deposição ao solo de finos de xisto (também carregado pelo vento à longa distância) e do xisto retornado, que é aquecido a altíssima temperatura, provocando alteração na atmosfera durante o processo de resfriamento, com a emissão de gases potencialmente prejudiciais ao meio ambiente e a saúde da população.

Além do mais, “A cidade possui concentrações elevadíssimas de Fe e S nas cascas de árvores e estas são mais elevadas que aquelas encontradas em amostras de áreas

consideradas poluídas como a República Checa, Alemanha, Reino Unido e Cubatão no Brasil” (FERREIRA, 2009, p. 73).

Embora o Processo Petrosix seja concebido como uma alternativa ambientalmente segura e tecnicamente adequada, seus efeitos podem ser potencialmente danosos para a saúde humana e meio ambiente.

4.3. A Habitação Construída com Pneus Inservíveis: Um Projeto no Município de Goiatuba - GO

O Município de Goiatuba está localizado na região Sul Goiano do Estado de Goiás, distando 178 km de Goiânia, Capital do Estado. Está centralizada a uma distância média de sessenta quilômetros dos municípios de Panamá, Itumbiara, Buriti Alegre, Morrinhos, Aloândia, Pontalina, Joviânia, Vicentinópolis e Bom Jesus.

Sua população, segundo dados do Censo 2010, publicados no Diário Oficial da União em 04/11/2010, é de 32.481 habitantes, dos quais 29.934 vivem em áreas urbanas e 2.547 na área rural.

A economia é essencialmente agropecuária, com destaque para soja e rebanho bovino. Por estar próxima a importantes rodovias estaduais e a BR 153, rodovia federal que interliga principalmente os Estados de Goiás, Distrito Federal, São Paulo e Minas Gerais, os produtos *in natura* ou industrializados são escoados com facilidade.

Outro fator que estimula o comércio local é a regular utilização dos serviços de saúde, bancário e educacional pelos municípios de Panamá, Buriti Alegre e Joviânia. O Município é considerado polo educacional no ensino superior e com grande potencial para o turismo ecológico.

Neste Município, através de José Neto de Medeiros, o empreendedor inventor, materializou-se uma técnica construtiva não convencional que absorve, além de resíduos da construção civil (RCC), pneus inservíveis na edificação de habitações.

A seguir será descrita a técnica que culminou em uma moradia de 58 m² de área construída, sendo composta de dois quartos, sala, cozinha e banheiro.

4.3.1. A Técnica da Habitação Construída com Pneus Inservíveis

4.3.1.1. A Técnica Empregada na Construção do Alicerce

O processo de edificação do alicerce consiste de:

1. Primeiramente, faz-se a limpeza do terreno;
2. Em seguida, o perímetro e áreas internas da habitação são demarcados e escavados com 12 estacas na área;
3. Dando prosseguimento, perfura-se um orifício de 30 cm de diâmetro x 1,0 m de profundidade no centro de cada estaca;
4. Continuando, preenche o buraco com 19 tijolos de pneus¹⁰ (Figura 3) e massa misturada com cimento e RCC moído (Figura 4);



Figura 3. Estaca preenchida com tijolos de pneus



Figura 4. Estaca encoberta com massa de cimento e RCC moído

¹⁰ A habitação construída com pneus inservíveis não utiliza o tijolo convencional e sim tijolo de pneu. O tijolo de pneu possui formato arredondado e é feito da banda de rodagem do pneu radial e convencional de qualquer veículo, independente do estado ou condição física do pneu. Segundo o idealizador da técnica, para cada pneu de um veículo de passeio, motocicleta ou *pick-up*, pode-se obter um tijolo de pneu. Também é aproveitável para essa finalidade pneus de carga e trator.

5. Na sequência constrói-se a viga baldrame com talões de pneus (Figura 5).



Figura 5. Construção da viga baldrame com talões de pneus

6. Havendo desnível na coluna, talões de pneus são colocados ou retirados desta até chegar ao nível desejado;

7. Continuando, talões de pneus são cortados ao meio para fazer o travamento das colunas (Figura 6);



Figura 6. Travamento das colunas com talões de pneus cortados

8. A seguir, dando forma à viga baldrame, preenche cada coluna adicionando uma média de 5 tijolos de pneus, massa de cimento e RCC moído;

9. Na área interna do alicerce, os talões são dispostos sobre uma superfície em concomitância com pneus picados ou moídos em camadas de 20 cm de altura sobre estes, observando o declive do terreno. O ato se repete por três vezes.

10. Após, coloca-se o RCC em pedaços ou moídos sobre o piso (Figura 7);



Figura 7. RCC em pedaços ou moídos sobre o piso

11. Finalmente, coloca-se uma camada de massa de cimento e RCC moído ou triturado sobre o piso (Figura 8).



Figura 8. Cobertura de massa de cimento e RCC moído ou triturado sobre o piso

Segundo Medeiros (2011)¹¹, cerca de 3.000 pneus de veículos de passeio foram incorporados na feitura do alicerce da habitação.

4.3.1.2. A Técnica Empregada na Construção da Parede

As paredes da habitação, medindo 20 cm de largura, foram montadas com molde de chapas de aço na espessura de 2,2 mm, onde cada chapa possui 50 cm de comprimento x 2,80 m de altura, para na sequência serem preenchidas com massa.

¹¹ Comunicação pessoal do autor no canteiro de obras em 5 de março de 2011.

O processo de montagem do molde ocorre após a conclusão do alicerce, podendo ser entendido conforme demonstração a seguir:

A montagem do molde começa pela sala e termina no quarto (Figura 9).



Figura 9. Visão externa do molde após a montagem

Visão superior do molde após a montagem (Figura 10).



Figura 10. Visão superior do molde após a montagem

O modo de fazer a massa¹², preenchimento e retirada do molde pode ser entendido conforme demonstração a seguir:

1. A massa é feita em caminhão betoneira (Figura 11), utilizando materiais como RCC moído, lascas de pneus, cal, cimento e água.

¹² A massa é feita na proporção de 4,5 m³ de RCC moído, lascas de pneus, 10 sacos de cal, 23 sacos de cimento e 1.100 litros de água.



Figura 11. Feitura da massa em caminhão betoneira

2. Na sequência, preenche o molde misturando tijolos de pneus, fragmentos de RCC e massa (Figura 12).



Figura 12. Preenchimento do molde com tijolos de pneus, fragmentos de RCC e massa

3. Retira-se o molde após o terceiro dia do preenchimento (Figura 13, 14 e 15).



Figura 13. Visão externa da parede após a desmontagem parcial do molde



Figura 14. Visão externa das paredes após a desmontagem total do molde



Figura 15. Visão superior das paredes após a desmontagem total do molde

Conforme Medeiros (2011)¹³, cerca de 500 pneus de veículos de passeio foram incorporados na feitura das paredes da habitação.

4.3.1.3. A Técnica Empregada na Construção da Laje

O processo de edificação da laje pode ser entendido da seguinte forma:

1. Faz o escoramento da laje usando *pallets* e madeira de eucalipto;
2. Na sequência, forra os *pallets* usando banda de rodagem de pneus de transbordo, fazer a amarração de duas camadas de talões de pneus de veículos de passeio aro 16 e dispô-los por toda a laje, travando-os com prego;
3. A seguir, coloca a massa com cimento e RCC moído sobre os talões de pneus até atingir uma espessura de 12 cm e aguardar o processo de cura (Figura 16).

¹³ Comunicação pessoal do autor no canteiro de obras em 9 de abril de 2011.



Figura 16. Laje edificada com massa de cimento e RCC moído sobre talões de pneus

De acordo com Medeiros (2011)¹⁴, cerca de 700 talões de pneus de veículos de passeio aro 16 foram incorporados na edificação da laje.

É interessante citar que os testes realizados pelo idealizador da técnica remontam do ano de 2001. Além do muro que cerca o terreno de 5.000 m², onde foram construídos 1 hotel de 380 m² e 3 construções de aproximadamente 221 m², entre as quais está a casa apresentada na entrevista com a população/usuário final (Figura 17), foram edificados 16 alicerces para os funcionários da borracharia e pessoas de baixa renda na cidade de Goiatuba e 1 barracão de 800 m² na Rodovia BR 153, local atual de sua borracharia.



Figura 17. Casa construída com pneus inservíveis apresentada na entrevista

4.3.2. Aspectos da Habitação Construída com Pneus Inservíveis

O aspecto econômico da habitação construída com pneus inservíveis é atrativo em função de seu custo ser menor ao da habitação construída pelo método convencional.

¹⁴ Comunicação pessoal do autor no canteiro de obras em 14 de maio de 2011.

Conforme José Dafico Alves, Coordenador do Projeto da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC/GO), “a moradia é 40% mais barata do que uma casa convencional” (BOM DIA BRASIL, 2009).

Segundo Medeiros (2011)¹⁵, confirmando os cálculos do Coordenador, o custo para edificar uma habitação de 58 m² pelo método convencional é algo em torno de R\$ 45.000,00 e pelo método não convencional equivale a R\$ 27.000,00.

Baseado nesta diferença, pode-se afirmar que a casa é viável do ponto de vista econômico. Segundo Sachs (2004, p. 15), “a viabilidade econômica a *conditio sine qua non* para que as coisas aconteçam”.

Além do mais, indícios de sustentabilidade encontram-se na habitação. De acordo com Sattler (2007, p. 3), uma construção sustentável possui as seguintes características:

- a) Utilização de materiais encontráveis na região, para reduzir custos de transporte e propiciar o emprego da mão de obra localmente disponível, possibilitando a geração de renda para a população da municipalidade (...);
- b) Concepção de projetos à luz de princípios orientados pela racionalidade de coordenação modular (mas sem a substituição insensível do homem pela máquina, que reduz empregos e gera problemas sociais), de modo a possibilitar a adoção de sistemas otimizados e a diminuição de perdas de material;
- c) Utilização da mão de obra dos futuros moradores, que seriam beneficiados com a aprendizagem de um ofício e que, além disso, tenderiam a ficar mais comprometidos com o projeto, contribuindo, assim, para o êxito social do empreendimento.

Cabe destacar que a habitação não convencional de Goiatuba não conta com a sofisticação e os princípios do processo de coordenação modular¹⁶ por tratar-se de uma construção artesanal, entretanto, o método promove a redução do custo da habitação ao absorver materiais sem valor e que habitualmente são abandonados no meio ambiente. Conforme Medeiros (2011)¹⁷, para edificar uma moradia de 58 m², pé direito de 3 m, são consumidos aproximadamente 3.500 pneus inservíveis de veículos de passeio.

¹⁵ Comunicação pessoal do autor no canteiro de obras em 17 de agosto de 2011. De acordo com o autor, esta diferença é atribuída a vários fatores: a) materiais como pneus inservíveis e RCC existem em abundância e não possuem valor comercial; b) materiais não renováveis como areia fina e grossa podem ser substituídos por RCC moído; c) por não fazer o reboco, o método permite receber a pintura diretamente ou pode ser recoberto com massa corrida; d) o método não requer mão de obra qualificada na edificação; e) em função da utilização da forma, o tempo de construção da habitação é menor quando comparado ao método convencional.

¹⁶ A coordenação modular tem como propósito a “redução de custos em várias etapas do processo construtivo devido à otimização do uso de matéria-prima, à agilidade que confere no processo de projeto ou compra dos componentes, ao aumento da produtividade e à diminuição dos desperdícios e das perdas” (HABITARE, 2007, p. 9).

¹⁷ Comunicação pessoal do autor no canteiro de obras em 17 de agosto de 2011.

Ao analisar o número de unidades de pneus inservíveis absorvidos pela técnica, é possível afirmar que este, ao final de seu ciclo, será demandado e valorizado, além de mitigar a ameaça para a saúde humana e meio ambiente. Para ilustrar esta afirmação, a Reciclanip coletou e destinou 250.001 toneladas de pneus inservíveis em 2009. Firmado em cálculos simplificados, este método absorveria toda esta tonelagem ao edificar cerca de 10.870 casas, considerando que a moradia incorpora 3.500 pneus de passeio e a tonelada deste material equivaler a 153 pneus de passeio, segundo a associação.

Quando comparamos o total de casas edificadas pelo método em relação ao déficit habitacional de 2008, que estava na ordem de 5.546 milhões de moradias (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2011), representa aproximadamente 0,20% do déficit.

Estima-se que o resíduo gerado pela construção civil, compreendendo demolições e reformas, “está em torno de 500 kg/habitante por ano” (JOHN, 2010, p. 12). Geralmente esses materiais são jogados em vias públicas, terrenos baldios e mananciais de água dentre outros, obstruindo muitas vezes a movimentação de pedestres, atrapalhando o trânsito e provocando enchentes por impedirem o escoamento da água em períodos chuvosos.

Tecnicamente, ajudando reduzir os impactos ambientais gerados pela construção civil, o método não convencional de Goiatuba tem potencial para absorver o RCC. “Há um crescente interesse na redução de impactos ambientais associados ao setor da construção civil, seja na fase de produção de materiais e componentes para edificação, seja na construção, no uso ou na demolição da mesma” (FLORIM; QUELHAS, 2004, p. 122).

Alguns pontos podem ser observados mediante o uso da técnica: a) coopera para reduzir água e energia em processos produtivos nas olarias em função de usar o tijolo de pneu ao convencional; b) promove o aprendizado de uma profissão; c) é possível que ocorra a valorização e a confiança na moradia com mais brevidade se o usuário final participar do processo construtivo.

Desta forma, a técnica pode tornar-se uma boa medida de proteção, preservação e destinação, além de oferecer a segurança e a sensação de morar bem.

Todavia, para que um método não convencional ou inovador seja financiado pela Caixa Econômica Federal, é necessário atestar comprovações de desempenho. Segundo Sachs (2004, p. 141), “a intervenção dos agentes financeiros podem desempenhar um papel relevante no redirecionamento das tecnologias para a produção de bens não comerciáveis”.

É relevante informar que este agente é o único no país que possui autonomia e corpo técnico para analisar o desempenho de construções não convencionais.

Nesse sentido, o Departamento de Engenharia da PUC/GO realizou um trabalho baseado nas exigências deste agente para avaliar o desempenho da habitação e os materiais utilizados na execução das partes estruturais. Além do mais, objetivou-se oferecer mais uma alternativa de construção sustentável no país.

Segundo o Laudo Técnico produzido (ANEXO A1), a habitação não convencional de Goiatuba possui as mesmas características de sustentabilidade, durabilidade, conforto e segurança de uma moradia convencional. Consoante José Dafico Alves, nas considerações finais do referido laudo:

O concreto com entulho de demolição já foi bastante pesquisado com muitas publicações que possibilita estabelecer uma tecnologia adequada que permite sua aplicação com segurança. Já se tem parâmetros bem definidos, tais como: teor de absorção de água, resistência do fator água/cimento, densidade, parâmetros térmicos, entre outros.

A borracha do pneu, além de ser um componente não degradável dentro do concreto, também irá contribuir no isolamento termo-acústico e melhorar sua deformabilidade, reduzindo à tendência a fissuração.

Todos os elementos construtivos seguem os padrões usuais de construção que já fazem parte das metodologias disponíveis para a engenharia voltada para projetos e execução de habitações unifamiliar.

Outro aspecto pode ser considerado básico, porém não menos importante, até pelo motivo de ser um método desconhecido, é o fato de este possuir registro no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) sob o número BRPI0901487-0, intitulado como Sistema de Construção de Alicerce de Pneumáticos, conferindo-lhe originalidade.

Por fim, o método construtivo não convencional de Goiatuba é viável baseado em três pontos: a) seu custo é menor quando comparado ao sistema convencional; b) a técnica é segura conforme o laudo da engenharia produzido pela PUC/GO; c) possui características de sustentabilidade.

4.4. Características Básicas Associadas ao Perfil de um Empreendedor

O empreendedorismo é procedente dos defensores e pensadores do liberalismo econômico, teoria que prega total isenção de forças externas no mercado, sendo Jean-Baptiste Say o primeiro a cunhar o termo por volta de 1800, embora outros pensadores contribuíssem para amplificar o conceito empreendedor. Segundo Filion, 1999 apud Chiavenato (2008 p. 5):

Existe concordância entre os pesquisadores do Empreendedorismo de que os pioneiros no assunto teriam sido os autores Cantillon (1755) e Jean-Baptiste Say (1803;1815;1816). Para Cantillon, o empreendedor

(*entrepreneur*) era aquele que adquiria a matéria-prima por um determinado preço e a revendia a um preço incerto. Ele entendia que, se o empreendedor obtivesse lucro além do esperado, isso ocorreria porque ele teria inovado (Filion, 1999). Desde o século XVIII, o autor já associava o empreendedor ao risco, à inovação e ao lucro, ou seja, ele era visto como pessoa que busca aproveitar novas oportunidades, vislumbrando o lucro e exercendo suas ações diante de certos riscos. Diversos economistas, mais tarde, associaram, de um modo mais contundente, o empreendedorismo à inovação e procuraram esclarecer a influência do empreendedorismo sobre o desenvolvimento econômico.

A inovação é decerto uma das maiores particularidades de um empreendedor, pois está neste diferencial a oportunidade de melhorar a qualidade de vida da população em geral. “O empreendedorismo tem sido visto como um engenho que direciona a inovação e promove o desenvolvimento econômico” (REYNOLDS, 1997; SCHUMPETER, 1934 apud CHIAVENATO, 2008, p. 5).

O conceito do empreendedor é ampliado devido ser a “pessoa que destrói a ordem econômica existente graças à introdução no mercado de novos produtos/serviços, pela criação de novas formas de gestão ou pela exploração de novos recursos, materiais e tecnologias” (SCHUMPETER, 1947).

Na afirmação de Filion (1991), “Um empreendedor é uma pessoa que imagina, desenvolve e realiza visões”.

Percebe-se que o empreendedor é aquele que reúne competências para criar novos ensejos no mercado, assumir riscos com disposição, perseverar e acreditar no seu potencial criativo. “Por ter criatividade e um alto nível de energia, o empreendedor demonstra imaginação e perseverança, aspectos que, combinados adequadamente, o habilitam a transformar uma idéia simples e mal-estruturada em algo concreto e bem-sucedido no mercado” (CHIAVENATO, 2008, p. 7).

Igualmente existe a figura do empreendedor artesão. Segundo Smith, 1967 apud Longenecker *et al.* (1997, p. 19), o empreendedor artesão é “uma pessoa que inicia um negócio basicamente com habilidades técnicas e pequeno conhecimento de negócios”.

Segundo o autor, em relação à tomada de decisões, alguns aspectos são peculiares:

- a) Eles são paternalistas. (Isso significa que eles dirigem seus próprios negócios de forma como dirigiriam suas próprias famílias;
- b) Relutam em delegar autoridade;
- c) Eles usam uma ou duas fontes de capital para abrir suas empresas;
- d) Definem a estratégia de marketing em termos de preço tradicional, da qualidade e da reputação da empresa;
- e) Seus esforços de vendas são basicamente pessoais;
- f) Sua orientação de tempo é de curto prazo, com pouco planejamento para o futuro crescimento ou mudança.

Pode ser que as referidas peculiaridades atribuídas ao empreendedor artesão sejam em função de não possuir conhecimentos apropriados para a condução do negócio, não lhe restando alternativa senão as provenientes da vivência.

A seguir serão mostradas as características básicas de um empreendedor, embora tantas outras como a iniciativa, comprometimento, autonomia, eficiência, autocontrole, capacidade de persuasão, planejamento e controle são vitais para o sucesso de um negócio.

Um empreendedor pode ser reconhecido pelo excesso de trabalho na busca de reduzir as ameaças do negócio e por estar emocionalmente pressionado pelos resultados e metas propostas. Normalmente não têm dia, hora, final de semana, feriado e em muitos casos, leva grande parte do trabalho para realizar em casa. Embora as recompensas sejam motivadoras, “muitos empreendedores dizem que suas carreiras são excitantes, mas exigem muito deles (LONGENECKER *et al.* 1997, p. 9).

Outro atributo encontrado no empreendedor é a autoconfiança. Habitualmente confiam e apostam em suas habilidades para superar problemas e desafios que estão porvir. De acordo com Longenecker *et al.* (1997, p. 10):

Os indivíduos que possuem autoconfiança sentem que podem enfrentar os desafios que os confrontam. Eles têm uma noção de domínio sobre os tipos de problemas que podem encontrar. Os estudos mostram que os empreendedores de sucesso tendem a ser indivíduos independentes que vêem os problemas de iniciar um novo negócio mas acreditam em sua habilidade para superar esses problemas.

A disposição para assumir riscos é perceptível em um empreendedor. Esse risco não está apenas em investir suas reservas financeiras no negócio, mas em outros, do tipo acreditar na sua competência e potencialidade e deixar o emprego para se tornar patrão, dedicar mais tempo ao negócio e sacrificar o convívio da família, além de estar o tempo todo preocupado com perdas e prejuízos. Segundo Longenecker *et al.* (1997, p. 10):

Os riscos que os empreendedores assumem ao iniciar e/ou operar seus próprios negócios são variados. Ao investir seu próprio dinheiro, eles assumem um risco financeiro. Se eles abandonam empregos seguros, arriscam suas carreiras. A tensão e o tempo exigido para iniciar e dirigir um negócio podem ainda colocar suas famílias em riscos. E os empreendedores que se identificam mais com determinadas iniciativas arriscadas assumem um risco psicológico, à medida que enfrenta a possibilidade de fracasso nos negócios.

Outra característica fundamental de um empreendedor é a criatividade. Conforme Dolabela (1999, p. 74):

Com relação à geração de ideias, deve-se ter clareza de que o pensamento solto e livre de quaisquer limites ou restrições, com certeza, produzirá

mais e, seguindo esse mesmo princípio, ideias mais criativas. A observação do ambiente de maneira ampla, o conhecimento do assunto tratado e a mente aberta para perceber o novo são fatores que contribuem para que um número maior de ideias flua. Estar atento aos indícios e fatos que surgem é possibilitar o enriquecimento das ideias, podendo utilizá-los sozinhos, agrupados com outra(s) ideia(s), aglutinados ou transformados. Por todas essas citações encontradas na história e em particular na ciência, pode-se afirmar que a liberdade de pensar sem críticas ou censuras e a disposição de se alterar o curso do trabalho, quando se descobre algo interessante, conduzirão a uma maior qualidade na triagem das ideias e na escolha da melhor.

Certamente muitos empreendedores são mais bem-sucedidos e levam vantagem sobre os demais em razão da criatividade. Vários são os fatores que podem contribuir para despertá-la, porém, está claro no discurso do autor que uma mente aberta, receptiva e observadora tem maior probabilidade de perceber e transformar uma ideia em realidade.

Também, um empreendedor é movido pela necessidade de realização. De acordo com Longenecker *et al.* (1997, p. 9), “a necessidade de realização é o desejo de ter êxito, em que o sucesso é medido em relação a um padrão pessoal de excelência”.

Diferentemente daqueles que conformam com a situação em que se encontram, um empreendedor é aguerrido em seus propósitos e sempre assume suas responsabilidades com compromisso, determinação e devido a sua exigência, dificilmente delega a outros o que lhe compete. No pensamento de Schumpeter (1949, pp. 93-94):

Em geral existem o sonho e a determinação de fundar um reino particular, apesar de não haver, necessariamente, também o sonho de uma dinastia... Há, além disso, a vontade de conquistar: o impulso de lutar, de provar que é superior aos outros, de ter sucesso não pelos frutos do sucesso, mas pelo sucesso em si... Por fim, há a alegria de criar, de fazer coisas ou apenas de utilizar a própria energia e a imaginação.

Constata-se que um empreendedor possui várias características que são essenciais para tornar um negócio viável, mas a autoconfiança, disposição para assumir riscos, criatividade e necessidade de realização preponderam.

4.5. Licenciamento Ambiental

Segundo Seiffert (2009, p. 147) “A crescente importância da atividade industrial verificada a partir da Revolução Industrial à qual associou-se o aumento do contingente populacional gerou uma demanda crescente sobre a produção de bens e serviços a uma acentuação dos impactos ambientais decorrentes”.

Outro fator que aumentou a poluição foi a falta de normas ambientais, gerando um desobrigação por parte das empresas em dar uma destinação adequada para seus rejeitos.

Com tantos agravos ambientais, a partir da década de 70 os países começavam a debater com mais frequência e intensidade os efeitos negativos causados pela economia em relação ao meio ambiente. De acordo com Dias (2009, p. 62):

A partir dos anos 70, foram feitos inúmeros esforços no sentido de coibir a deterioração ambiental, principalmente a contaminação provocada pelos resíduos industriais. A maioria dos esforços ocorreu no sentido de se estabelecer maior controle por parte das autoridades governamentais dos processos que ocorriam nas instalações empresariais através da adoção de normas reguladoras, para que os impactos que provocassem fossem cada vez menores, e, em caso de descumprimento, se aplicavam sanções e medidas administrativas.

Em 31 de agosto de 1981 foi criada a Lei Federal nº 6.938 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) com o objetivo de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental no sentido de promover o desenvolvimento socioeconômico e proteção à dignidade da vida humana.

O Art. 9 da PNMA determina que a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) bem como o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras são instrumentos que objetivam garantir a compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a manutenção da qualidade ambiental.

Considerada como marco, instituiu um Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), apto a propiciar o planejamento de uma ação integrada de diversos órgãos governamentais através de uma política nacional para o setor; e o de estabelecer, no Art. 14, § 1º, a obrigação do poluidor de reparar os danos causados, de acordo com o princípio da responsabilidade objetiva (ou sem culpa) em ação movida pelo Ministério Público.

Nesse contexto, alinhado com a PNMA, a Resolução CONAMA nº 001, de 21 de janeiro de 1986, estabeleceu as definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para o uso e implementação da AIA no sentido de exigir dos empreendimentos com potencial impacto ambiental a aplicação de ações que os reduzam ou eliminem. Seu caráter é preventivo e necessário para a obtenção da Licença prévia.

No Art. 1º desta Resolução, o impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

Um dos instrumentos da PNMA é o licenciamento ambiental. A Resolução CONAMA 237 de 19 de dezembro de 1997, que revisa procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a incorporar ao sistema de licenciamentos os instrumentos de gestão ambiental e a integrar a atuação dos órgãos do SISNAMA na execução da Política Nacional do Meio Ambiente, concede autonomia ao Poder Público para expedir a licença prévia (LP), licença de instalação (LI) e licença de operação (LO).

No Art. 1º, inciso I desta Resolução, define-se o licenciamento ambiental como:

Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

Vale ressaltar que o licenciamento ambiental é de competência da União, Estados e Municípios em razão de conceitos distintos e da abrangência de impactos.

Conforme o Art. 8º desta Resolução, cada licença tem uma finalidade e objetivos bem definidos:

1. Licença Prévia (LP). Concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;
2. Licença de Instalação (LI). Autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental, e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;
3. Licença de Operação (LO). Autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinadas para a operação.
4. Parágrafo Único. As licenças ambientais poderão ser expedidas isolada ou sucessivamente, de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento ou atividade.

Para obter as licenças, oito fases necessitam ser obedecidas conforme estabelecida no Art. 10º:

I - Definição pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais, necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida;

II - Requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se a devida publicidade;

III - Análise pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias;

IV - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados, quando couber, podendo haver a reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;

V - Audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente;

VI - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrentes de audiências públicas, quando couber, podendo haver reiteração da solicitação quando os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;

VII - Emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico;

VIII - Deferimento ou indeferimento do pedido de licença, dando-se a devida publicidade.

É indiscutível que o licenciamento ambiental é uma ferramenta necessária e sendo de caráter preventivo, determina que as empresas informem previamente os impactos ambientais gerados por suas atividades, além de “propor uma série de medidas visando gerenciar os aspectos a eles associados” (SEIFFERT, 2009, p. 150), contudo é burocrática.

Nesse contexto, o autor acredita que a exigência da AIA para o licenciamento de atividades constitui em um importante instrumento de prevenção de impactos ambientais, contribuindo desta maneira para a manutenção e melhoria da qualidade ambiental.

No entanto, se este instrumento de prevenção ambiental for tecnicamente mal conduzido e aplicado de forma irrestrita e abrangente a todos os empreendimentos, pode constituir-se como barreira para novas iniciativas e perder sua principal finalidade que é a conciliação de atividades antrópicas e a manutenção da qualidade ambiental.

4.6. Selo Casa Azul CAIXA da Caixa Econômica Federal

A Caixa Econômica Federal (CEF), importante agente de políticas públicas do governo federal, tem como uma de suas diretrizes incentivar o uso racional de recursos naturais e a melhoria da qualidade da habitação e de seu entorno.

De acordo com a CEF, sua missão é atuar na promoção da cidadania e do desenvolvimento sustentável do país e tem como valores a sustentabilidade econômica, financeira e socioambiental.

Com esse propósito, baseado em práticas sustentáveis para a habitação, criou-se o programa Selo Casa Azul Caixa, de adesão voluntária, observando a gradação bronze, prata e ouro¹⁸. Este é caracterizado como “um instrumento de classificação socioambiental de projetos de empreendimentos habitacionais, que busca reconhecer os empreendimentos que adotam soluções mais eficientes aplicadas à construção, ao uso, à ocupação e à manutenção das edificações” (CAIXA, 2010, p. 21).

Na alegação da CEF, é o primeiro programa de classificação da sustentabilidade de projetos ofertado no Brasil, projetado para a realidade da construção habitacional brasileira.

O Selo se aplica em qualquer projeto habitacional apresentado à Caixa e podem se candidatar as empresas construtoras, o Poder Público, empresas públicas de habitação, cooperativas, associações e entidades representantes de movimentos sociais. Conforme a Caixa (2010, p. 21), “o método utilizado para a concessão do Selo consiste em verificar, durante a análise de viabilidade técnica do empreendimento, o atendimento aos critérios pelo instrumento, que estimula a adoção de práticas voltadas à sustentabilidade dos empreendimentos habitacionais”.

Os critérios de avaliação são distribuídos em seis categorias que norteiam a classificação do projeto, como demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4. Resumo de categorias, critérios e classificação

CATEGORIAS/CRITÉRIOS	CLASSIFICAÇÃO		
	BRONZE	PRATA	OURO
1. QUALIDADE URBANA	BRONZE	PRATA	OURO
1.1. Qualidade do entorno - infraestrutura	obrigatório		
1.2. Qualidade do entorno - impactos	obrigatório		

¹⁸ Conforme apresentado na tabela 4, para a gradação bronze, o atendimento mínimo constitui-se dos critérios obrigatórios; para a gradação prata, o atendimento mínimo constitui-se dos critérios obrigatórios e mais 6 critérios de livre escolha; e para a gradação ouro, o atendimento mínimo constitui-se dos critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha.

1.3. Melhorias no entorno			
1.4. Recuperação de áreas degradadas			
1.5. Reabilitação de imóveis			
2. PROJETO E CONFORTO			
2.1. Paisagismo	obrigatório		
2.2. Flexibilidade de projeto			
2.3. Relação com a vizinhança			
2.4. Solução alternativa de transporte			
2.5. Local para coleta seletiva	obrigatório		
2.6. Equipamentos de lazer, sociais e esportivos	obrigatório		
2.7. Desempenho térmico - vedações	obrigatório		
2.8. Desempenho térmico – orientação ao sol e ventos	obrigatório		
2.9. Iluminação natural em áreas comuns			
2.10. Ventilação e iluminação natural de banheiros			
2.11. Adequação às condições físicas do terreno			
3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA			
3.1. Lâmpadas de baixo consumo – áreas privativas	obrigatório p/ HIS – até 3 s.m.		
3.2. Dispositivos economizadores – áreas comuns	obrigatório		
3.3. Sistema de aquecimento solar			
3.4. Sistemas de aquecimento à gás			
3.5. Medição individualizada - gás	obrigatório		
3.6. Elevadores eficientes			
3.7. Eletrodomésticos eficientes			
3.8. Fontes alternativas de energia			
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS			
4.1. Coordenação modular			
4.2. Qualidade de materiais e componentes	obrigatório		
4.3. Componentes industrializados ou pré-fabricados			
4.4. Formas e escoras reutilizáveis	obrigatório		
4.5. Gestão de resíduos de construção e demolição (RCD)	obrigatório		
4.6. Concreto com dosagem otimizada			
4.7. Cimento de Alto-forno (CPIII) e Pozolânico (CP IV)			
4.8. Pavimentação com RCD			
4.9. Facilidade de Manutenção da fachada			
4.10. Madeira plantada ou certificada			

Critérios
obrigatórios
+ 6 itens de
livre escolha

Critérios
obrigatórios
+ 12 itens de
livre escolha

5. GESTÃO DA ÁGUA		Critérios obrigatórios + 6 itens de livre escolha	Critérios obrigatórios + 12 itens de livre escolha
5.1. Medição individualizada - água	obrigatório		
5.2. Dispositivos economizadores – sistema de descarga	obrigatório		
5.3. Dispositivos economizadores - arejadores			
5.4. Dispositivos economizadores – registro regulador de vazão			
5.5. Aproveitamento de águas pluviais			
5.6. Retenção de águas pluviais			
5.7. Infiltração de águas pluviais			
5.8. Áreas permeáveis	obrigatório		
6. PRÁTICAS SOCIAIS			
6.1. Educação para a gestão de RCD	obrigatório		
6.2. Educação ambiental dos empregados	obrigatório		
6.3. Desenvolvimento pessoal dos empregados			
6.4. Capacitação profissional dos empregados			
6.5. Inclusão dos trabalhadores locais			
6.6. Participação da comunidade na elaboração do projeto			
6.7. Orientação aos moradores	obrigatório		
6.8. Educação ambiental dos moradores			
6.9. Capacitação para gestão do empreendimento			
6.10. Ação para mitigação de riscos sociais			
6.11. Ações para geração de emprego e renda			

FONTE: (CAIXA, 2010)

Além de obedecer tais critérios na obtenção do Selo, alguns pré-requisitos devem ser atendidos de acordo com a linha de financiamento, como por exemplo, projetos aprovados pela Prefeitura, declaração de viabilidade de atendimento das concessionárias de água e energia, alvará de construção, licença ambiental e demais documentos necessários à legalização do empreendimento. Os projetos que candidatarem ao Selo deve atender às regras da Ação Madeira Legal e apresentar até a conclusão da obra, o Documento de Origem Florestal (DOF).

É exigência da instituição que “ao elaborar o projeto e especificar os serviços e materiais previstos para a construção do empreendimento, o proponente deverá atender às normas técnicas vigentes sempre que houver norma da ABNT específica sobre o assunto” (CAIXA, 2010, p. 22).

Está evidente que a CEF criou um programa que objetiva reconhecer a produção habitacional que promove a sustentabilidade e os meios na obtenção da qualidade do ambiente urbano quando se trata de processos construtivos convencionais.

Vale salientar que a CEF auxilia o proponente em todo o processo da aquisição do Selo, como por exemplo, no preenchimento da documentação, na análise dos projetos e na emissão do certificado.

5. METODOLOGIA

5.1. Levantamento Bibliográfico

O contato com o fenômeno do pneu inservível e seu emprego na construção de habitações, visto que a técnica é desconhecida pela população de Goiatuba - GO, indicou para a necessidade de um estudo mais específico no sentido de avaliar as dificuldades ou a falta de incentivos que inviabilizam a produção deste tipo de habitação, denominada construção não convencional ou inovadora.

Nesse sentido, a primeira iniciativa foi inquirir junto a José Neto de Medeiros, empreendedor que aventou a ideia de usar pneus inservíveis na construção de habitações, do cientificismo do projeto. A afirmativa deu-se mediante a apresentação do laudo técnico realizado pela PUC/GO.

Dada a importância atribuída à temática, a investigação foi precedida por uma pesquisa bibliográfica, utilizando laudo técnico e fotografias como fonte primária e livros, artigos, teses, dissertações e revistas especializadas como fonte secundária.

Levantou-se informações pertinentes ao tema, técnicas existentes na reciclagem do pneu inservível, legislação ambiental, licenciamento ambiental, empreendedorismo e instituições financeiras com linha de financiamento para habitações não convencionais.

5.2. Planejamento e Elaboração dos Instrumentos de Pesquisa

O que muito perturbava o empreendedor inventor era o que fazer para aproveitar os pneus inservíveis, uma vez que somente em sua borracharia eram recolhidos mensalmente 80 desses para destinação.

Movido por esta indagação, começou a usá-los para edificar habitações de baixo custo, indicando para um estudo mais aprofundado que revelasse a viabilidade do projeto. Assim, importa adotar uma metodologia que proporcione um redimensionamento todas as vezes que se fizer necessário para atingir os objetivos propostos do presente trabalho.

Desta forma, adotou-se o estudo de caso que “consiste na observação detalhada de um contexto, ou indivíduo, de uma única fonte de documentos ou de acontecimento específico” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 89).

Realizou-se a pesquisa de campo em função desta permitir o contato direto com

os sujeitos envolvidos no processo como o empreendedor inventor, a Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás (SEMARH); a Caixa Econômica Federal; a Reciclanip, associação sem fins lucrativos que cuida da coleta e destinação de pneus inservíveis e a população/usuário final da habitação. Importa ressaltar que nesta pesquisa o investigador “assume o papel de observador e explorador, coletando diretamente os dados no local (campo) em que se deram ou surgiram os fenômenos” (BARROS; LEHFELD, 2007, p. 90).

Neste trabalho utilizaram-se instrumentos auxiliares como questionários, roteiros de entrevistas e documentos fotográficos que permitiram a coleta de dados, a análise e a interpretação dos mesmos durante todo o processo de investigação.

Para a entrevista que envolveu a população/usuário final da habitação (APÊNDICE A2), a amostragem utilizada foi do tipo probabilística casual simples. O objetivo estava em descobrir a aceitabilidade de morar em habitação construída com pneus inservíveis se fossem mantidas a mesma segurança, conforto e durabilidade de uma casa convencional e sua sensibilidade em relação ao preço, uma vez que as habitações exibem diferenças de custos expressivos.

Para a entrevista que envolveu o empreendedor inventor (APÊNDICE A1), a Reciclanip (APÊNDICE A3), a SEMARH (APÊNDICE A4) e a Caixa Econômica Federal (APÊNDICE A5), a amostragem utilizada foi do tipo não probabilística intencional em função de especificidade.

Em relação ao empreendedor inventor, a pesquisa teve o interesse de descobrir suas características básicas, portanto, as questões foram direcionadas para a vida pessoal e profissional e se este evidenciava traços empreendedores.

No caso da SEMARH, o intento estava em saber se o processo de construção civil que utiliza resíduos de pneus na habitação deve ser objeto de licenciamento e quais os procedimentos para legalizar a atividade.

Em se tratando da Reciclanip, a pesquisa teve o propósito de esclarecer quais as tecnologias adotadas pela associação para o destino adequado do pneu inservível, quais destas que estão em conformidade com a legislação vigente e os motivos para o não reconhecimento do método construtivo não convencional de Goiatuba – GO.

No que se refere a Caixa Econômica Federal, a pesquisa tratou de verificar se há algum incentivo para construções não convencionais ou inovadoras, se existe instrução normativa que trata desse tipo de construção ou estas são tratadas em conjunto com

construções que utiliza técnicas convencionais, quais as exigências para financiamento e da viabilidade para a criação de uma linha especial para esse tipo de construção.

Realizados todos esses procedimentos, os dados coletados foram organizados e interpretados à luz de referenciais teóricos adotados nas diversas áreas do conhecimento, num estudo eminentemente interdisciplinar.

5.3. Levantamento das Práticas e Técnicas Utilizadas no Projeto de Goiatuba

Certificado do respaldo técnico do projeto iniciou-se uma série de visitas ao canteiro de obras para acompanhar o processo de edificação da fundação, paredes e laje da habitação de 58 m².

Em uma dessas visitas, especificamente no dia 02/11/2010, realizou-se uma entrevista semiestruturada contendo 25 perguntas com o empreendedor inventor.

No que diz respeito à população/usuário final, foram realizadas 125 entrevistas de forma aleatória nos dias 07/01/2011, 14/01/2011, 04/02/2011 e 07/02/2011 no setor central de Goiatuba – GO, no cruzamento das Avenidas Presidente Vargas e Amazonas. O motivo do local em específico ocorreu devido: a) funcionar a Prefeitura Municipal, o comércio e os bancos; b) transitar diariamente cerca de 2.500 pessoas; c) circular pessoas de distintas classes sociais e de diferentes níveis de renda.

Para medir o grau de confiança da amostra pesquisada, diante da dificuldade em colher as informações de todos os indivíduos da população, utilizou-se a fórmula, segundo Fonseca; Martins (1996):

$$n: z^2 * p * (1-p) / e^2$$

Onde: n = tamanho da amostra; z = nível de confiança adotado (80%); p = estimativa de proporção (0,25); e = erro admitido na estimativa da amostra (0,05).

A explicação para o nível de confiança obtido na pesquisa está na falta de conhecimento do método construtivo pela população/usuário final de Goiatuba – GO.

Para melhor compreensão por parte da população/usuário final sobre a habitação construída com pneus inservíveis, apresentou-se uma foto da mesma já edificada e pintada.

No caso da Reciclanip, associação responsável pela coleta e destinação dos pneus inservíveis no Brasil, não foi possível realizar entrevista em função de uma agenda. Após contatos telefônicos, esta solicitou o questionário em 07/12/2010 por meio de correio eletrônico para seu preenchimento. A resposta foi obtida em 06/04/2011.

Também não foi possível realizar entrevista com a SEMARH em função de uma agenda dos profissionais do órgão. Em virtude do fato, solicitaram o questionário em 26/11/2010 por meio de correio eletrônico para seu preenchimento. A resposta foi obtida em 08/12/2010.

Igualmente, dado a impossibilidade de realizar entrevista com a Caixa Econômica Federal em função de mudanças internas no órgão, optaram por solicitar o questionário por meio de correio eletrônico em 10/11/2010 para seu preenchimento. A resposta foi obtida em 02/05/2011.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Características Básicas do Empreendedor Inventor de Goiatuba

É amplamente aceito na literatura pesquisada que o empreendedor possui algumas características básicas que o designem como tal, a exemplo da autoconfiança, capacidade de assumir riscos, criatividade e necessidade de realização.

Para investigar se tais atributos são inerentes a um empreendedor, acompanhou-se em algumas oportunidades a rotina de trabalho de José Neto de Medeiros, o empreendedor inventor, além de conversar com pessoas próximas a este.

A começar pela autoconfiança, atributo marcante de sua pessoa, quando começou a colocar o método construtivo em prática, críticas e desmotivações foi o que lhe renderam, inclusive, o rotulando de “louco sonhador”. Segundo Medeiros (2010)¹⁹, muitos foram os momentos em que pensou desistir da ideia por trabalhar sozinho e ser desacreditado por pessoas e entidades. Relata que inúmeras foram as tentativas para lograr apoio junto a ANIP, órgãos públicos de Goiatuba e profissionais liberais como arquitetos e engenheiros.

Nesse momento é pertinente uma reflexão. Do ponto de vista do autor, talvez a ideia de trabalhar sozinho o impedisse de enxergar que muitas normas legais e técnicas teriam de ser obedecidas para legitimar o método construtivo, dando a impressão de que somente a autossuficiência e pequena vivência no assunto bastariam.

Disposição para assumir riscos é outra característica que o acompanha ao longo de sua vida. Narra que transformou uma doação de 33.000 mil peças de telhas, tijolos e lajotas refugadas por um de seus empregadores em um terreno onde iria construir sua casa, que posteriormente seria permutado por um carro velho e por último, o converteu em um caminhão abandonado em estado crítico e sem condições de uso.

Após levar um ano para reparar o caminhão, continuou se arriscando ao comprar pneus velhos para revender aos caminhoneiros da região, instante em que entrou no ramo de pneus, precisamente no ano de 1986.

Outra ocasião de risco foi quando comprou os equipamentos de um fornecedor, levando em consideração a falta de crédito, onde teve primeiramente que pagar o valor total para adquiri-los, feito que ocorreu após um ano.

¹⁹ Comunicação pessoal do autor no momento da entrevista em 2 de novembro de 2010.

Sem dúvida, o maior risco foi desenvolver o método não convencional que utiliza o pneu inservível na construção de habitações. Os testes tiveram início imaginando que o tijolo convencional poderia ser substituído pelo tijolo de pneu, porém, para colocar a teoria em prática, recursos de ordem financeira, material, humano e tempo foram-lhe exigidos.

Como não possuía disponibilidade financeira, primordial para a materialização do projeto, a forma encontrada para prosseguir com a ideia era transferir o lucro advindo da borracharia para o projeto.

A capacidade criativa sempre foi uma forte característica deste empreendedor. Inventou uma prensa pneumática com uma matriz para o pneu de avião, permitindo adaptá-lo em um pneu agrícola; criou o “panelão subterrâneo” em substituição ao autoclave com o objetivo de reforçar os derrapantes dos pneus de colheitadeira de soja contra o furo do toco de soja; gerou as primeiras formas para edificar pilares e paredes do método construtivo não convencional; e por último, produziu o equipamento de enrolar o tijolo de pneu.

Não obstante, sua maior característica é a necessidade de realização. Diante das dificuldades, entre as quais a falta de recursos e o desinteresse de entidades e órgãos governamentais em auxiliar no reconhecimento do método construtivo, jamais renunciou da ideia de transformar o pneu inservível em material para edificar a moradia.

Observa-se que o empreendedor inventor de Goiatuba possui outras características como a iniciativa, autonomia, otimismo, perseverança e predisposição para o trabalho, mas a autoconfiança, capacidade para assumir riscos, criatividade e necessidade de realização pessoal são as mais básicas, conforme menciona a literatura. Por outro lado, demonstrando ser centralizador e por trabalhar de forma individual e isolada, contribuiu para retardar o processo de reconhecimento do método construtivo.

6.2. O Aspecto Cultural de Morar em Habitação Edificada com Pneus Inservíveis

A partir dos dados coletados na pesquisa de campo com a população/usuário final, serão apresentados a análise dos resultados que estabelece uma aceitabilidade/preconceito entre morar na habitação convencional e/ou construída com pneus inservíveis.

Um dos propósitos foi conhecer o pensamento dos 125 entrevistados, mediante a exibição de uma foto da habitação construída com pneus inservíveis, inclusive já pintada, se residiriam nesta, garantidas as características de segurança, conforto e durabilidade de uma casa convencional (Figura 18).

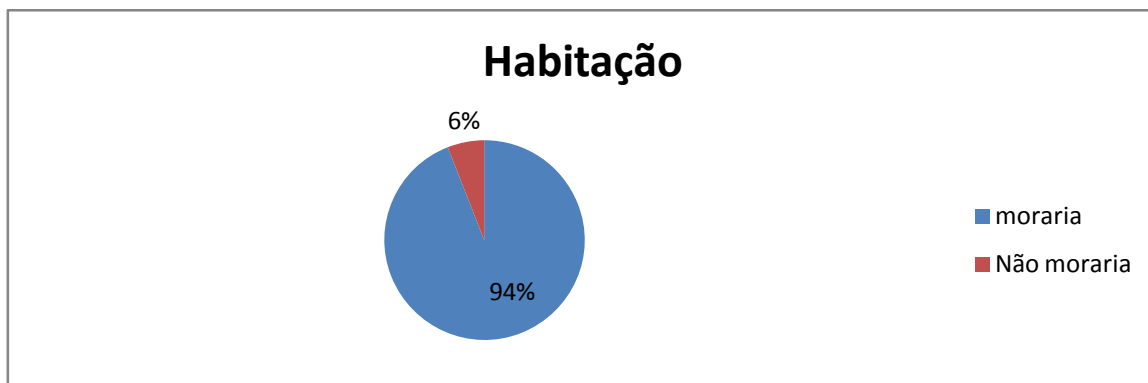


Figura 18. Aceitabilidade da habitação construída com pneus inservíveis em relação à habitação convencional

Destes dados pode-se inferir que a população mostrou aceitação pela habitação construída com pneus inservíveis desde que sejam asseguradas as mesmas características de uma casa convencional, às quais já estão adaptados.

Esta flexibilização para um novo olhar sobre habitação abre possibilidades para o surgimento de projetos novos em propostas transformadoras, pois permite mudanças no paradigma de moradia, desmistificando a questão do preconceito.

Apesar da aceitação identificada, o preconceito se expôs quando os entrevistados foram indagados sobre qual habitação optariam diante da paridade de preços (Figura 19).

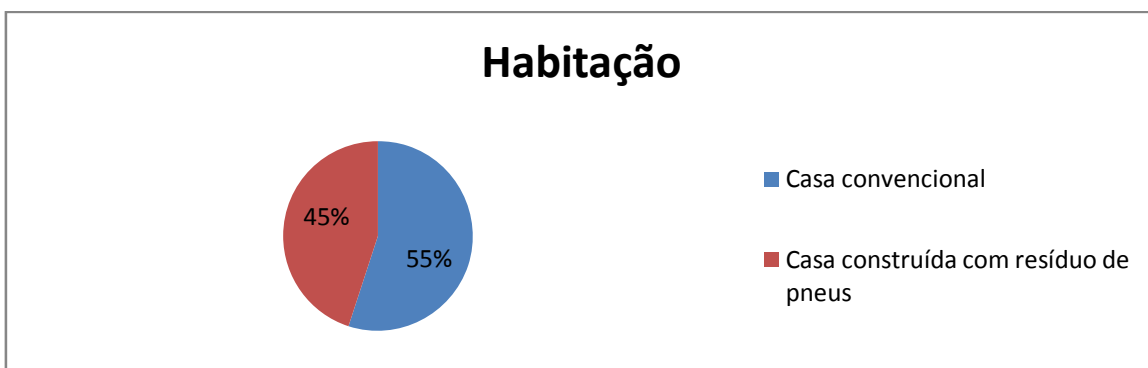


Figura 19. Porcentagem dos entrevistados que aceitariam residir em habitação de pneus considerando a paridade de preços

Os motivos que levaram os entrevistados a optarem pela casa convencional foram a segurança, durabilidade, conforto, aparência, medo de investir em experiência, garantia do material utilizado e o desconhecimento do método não convencional. Ou melhor, a preferência pela casa convencional dá-se em função de um método já consagrado e com forte presença cultural.

Constatou-se também pelas respostas que àqueles que decidiram pela habitação construída com pneus inservíveis o fizeram por imaginar estar colaborando para reduzir o nível de poluição ao recicla-los, todavia, há de ressaltar que a afirmação não é comum a

todos, demonstrando que a causa ambiental ainda não permeia no cotidiano da maioria dessas pessoas.

Pode-se analisar que a presença marcante de uma cultura dificilmente possibilita a aceitação de novas propostas, pois as pessoas ainda estão presas a um projeto estrutural que corresponde ao modelo de produção capitalista que manipula a forma de conduzirem suas vidas, quais são suas necessidades e, conseqüentemente, direcionam o que devem consumir. Esta ideologia de consumo não está clara para as pessoas e não percebem a intenção que se encontra por trás dos interesses econômicos.

Em um novo cenário, verificou-se a vulnerabilidade dos entrevistados em relação a preço ao constatar que a casa construída com pneus inservíveis é 40% mais barata do que a casa convencional (Figura 20).

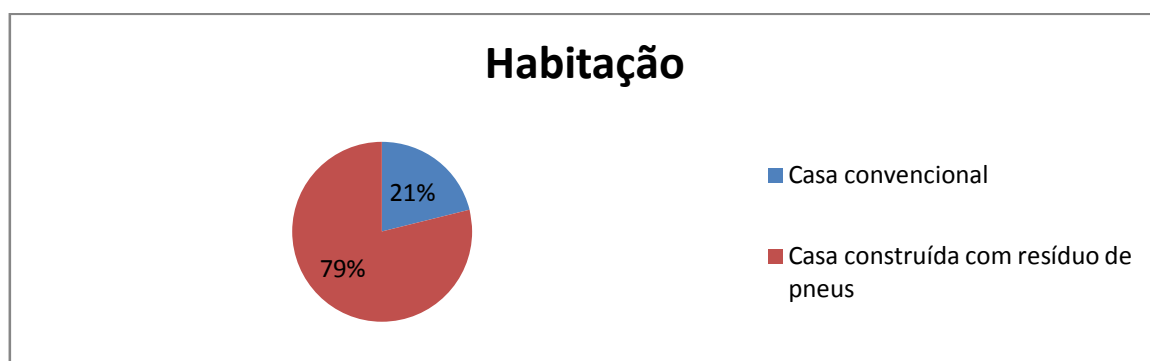


Figura 20. Porcentagem de escolha entre as habitações considerando uma diferença de 40% no custo em relação à habitação convencional

Se o preço é considerado essencial para escolherem a casa construída com pneus inservíveis, torna-se visível que este sobrepõe o preconceito.

Outra questão investigada foi a possível interferência na escolha da habitação por parte dos entrevistados pelo fato de possuírem ou não uma moradia (Figura 21).

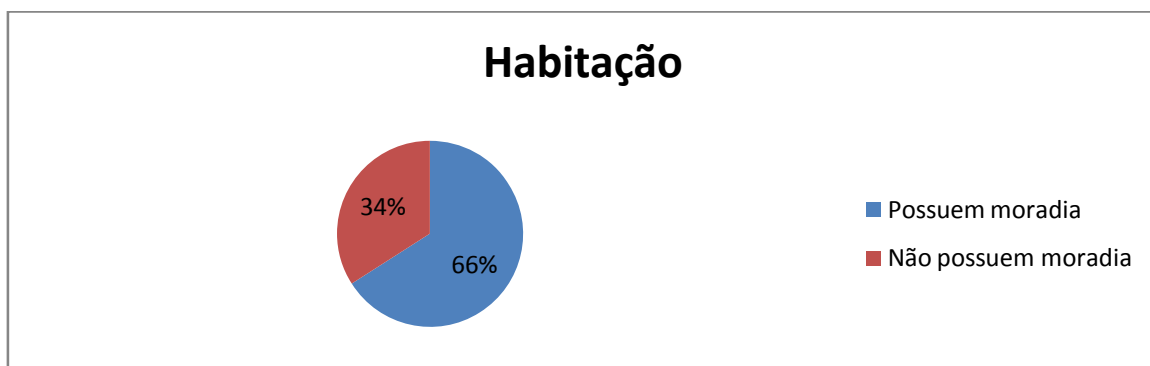


Figura 21. Porcentagem de entrevistados que possuem ou não moradia própria

Do universo de 66% que alegam possuir moradia, 94% afirmam que moram na habitação não convencional desde que apresente as mesmas características de segurança, conforto e durabilidade de uma casa convencional.

Ainda, 56% deste grupo optam pela habitação convencional se houver paridade de preços, contudo, 78% escolhem a habitação não convencional se seu custo for 40% inferior ao da habitação convencional.

Do universo de 34% que dizem não possuir moradia, 93% afirmam que moram na habitação não convencional desde que apresente as mesmas características de segurança, conforto e durabilidade de uma casa convencional.

Também, 60% deste grupo optam pela habitação convencional se houver paridade de preços, no entanto, 70% escolhem a habitação não convencional se seu custo for 40% inferior ao da habitação convencional.

Diante do pesquisado, percebe-se que não há interferência na escolha desta ou daquela habitação em função de possuírem ou não uma moradia, isto é, os grupos aclaram que havendo paridade de preços preferem a casa convencional por ser segura e conhecida, entretanto, optam pela habitação construída com pneus inservíveis em função do menor preço e se asseguradas às mesmas características de uma casa convencional.

Importa ressaltar que o conceito de segurança citado pela população, revelado na pesquisa, não é coerente com o que se assiste em determinados casos. Este conceito é uma construção ideológica, pois uma casa fundada com materiais tradicionais também tem seus riscos e não estão isentas de sofrerem danos estruturais, podendo inclusive comprometer sua segurança.

Nesse sentido, ambos os projetos estão sujeitos a riscos e danos e, nem por isso, a população questiona a construção convencional, demonstrando que a questão não é só a pouca informação, mas porque não dispõem de condições de análise crítica para ponderar e escolher sobre o que é melhor do ponto de vista técnico, social, econômico e ambiental.

A seguir, será apresentado o resultado da pesquisa de acordo com a renda familiar dos entrevistados (Figura 22):

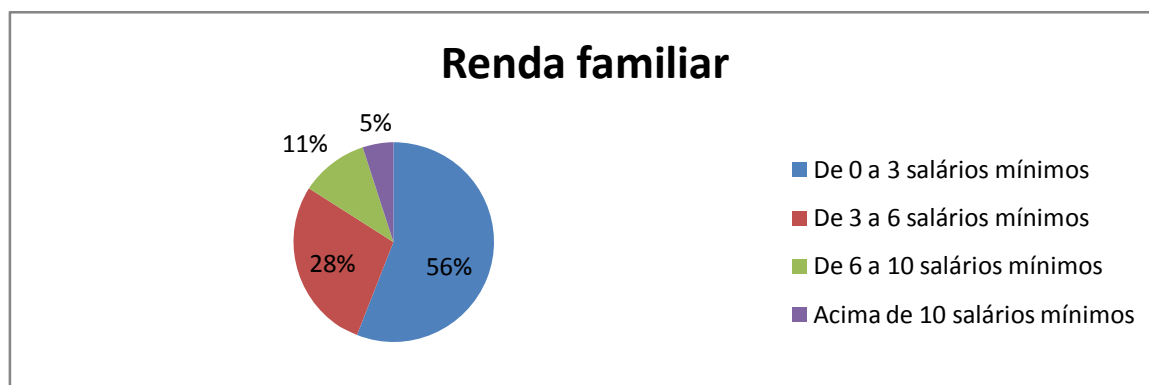


Figura 22. Renda familiar dos entrevistados

Em se tratando de renda familiar, da população de 125 entrevistados, 70 destes estão inseridos no grupo de 0 a 3 salários mínimos; 35 no grupo de 3 a 6 salários mínimos; 14 no grupo de 6 a 10 salários mínimos e somente 6 acima de 10 salários mínimos.

A primeira questão objetivou-se apurar, mediante a exibição de uma foto da casa construída com pneus inservíveis, inclusive já pintada, da aceitação em morar nesta se lhes garantissem a segurança, conforto e durabilidade de uma casa convencional (Tabela 5).

Tabela 5. Distribuição da aceitabilidade da moradia não convencional em função da renda

	De 0 a 3 salários mínimos	De 3 a 6 salários mínimos	De 6 a 10 salários mínimos	Acima de 10 salários mínimos
Sim	97%	89%	93%	67%
Não	3%	11%	7%	33%

Os grupos admitem a possibilidade de morar na habitação não convencional, com menor aceitação do grupo que detêm renda superior a 10 salários mínimos. Pode ser que o tamanho da casa influenciou na escolha, mas dentre os motivos para recusa, predominou a desconfiança desta tecnologia.

Um fator que pode ter influenciado os grupos a desconfiarem da tecnologia é o desconhecimento do método não convencional, embora, também, não é comum se informarem sobre o método convencional, denotando ser uma escolha meramente cultural.

Na opinião do autor, a cultura de um grupo prevalece para uma menor ou maior aceitação da habitação em uma sociedade. No entanto, a mudança de opinião pode ocorrer desde que “condicionada à implantação de políticas públicas educacionais compatíveis, que subsidiem uma mudança cultural, de modo a afetar holisticamente os hábitos e posturas de uma determinada sociedade” (SEIFFERT, 2009, p. 267).

Admitido a aceitação da casa não convencional, foi indispensável apurar qual a opção dos entrevistados se houvesse paridade de preços entre as habitações (Tabela 6).

Tabela 6. Distribuição da opção da moradia convencional em função da paridade de preços

	De 0 a 3 salários mínimos	De 3 a 6 salários mínimos	De 6 a 10 salários mínimos	Acima de 10 salários mínimos
Casa convencional	50%	66%	93%	67%
Casa construída com resíduo de pneus	50%	34%	7%	33%

Nesse caso, ao apreciarem a paridade de preços, decidem pela casa convencional. Assim como os demais, 50% do grupo de menor renda a escolheram baseado na confiança do método, alegando que preferem segurança ao risco, provando que cultura pode ser um grande obstáculo para a inovação.

Notou-se na pesquisa, quanto da aceitabilidade da moradia não convencional em função da renda, que apenas 3% do grupo de menor renda não optaram pela habitação construída com pneus inservíveis em razão de desconfiarem desta tecnologia. Talvez este indicador motivou a escolha da habitação não convencional, porém, frisam que para morar neste tipo de habitação precisam ter a garantia e a segurança do método.

Os que elegeram a habitação construída com pneus inservíveis demonstraram a preocupação com a causa ambiental, mas esta afirmação é incoerente à medida que apenas 31% do grupo de menor renda manifestou inquietação e para o grupo de 3 a 6 salários mínimos somente 23%, isto é, esta apreensão é bastante acanhada em função dos referidos grupos representarem 84% dos entrevistados.

Depois de analisado o modo de pensar dos entrevistados quanto à paridade de preços entre as habitações, da mesma forma foi essencial averiguar qual seria a opção destes considerando que a habitação construída com pneus inservíveis fosse 40% menor do que a habitação convencional (Tabela 7).

Tabela 7. Distribuição da opção da moradia não convencional em função do custo inferior

	De 0 a 3 salários mínimos	De 3 a 6 salários mínimos	De 6 a 10 salários mínimos	Acima de 10 salários mínimos
Casa convencional	24%	11%	36%	33%
Casa construída com resíduo de pneus	76%	89%	64%	67%

Observa-se claramente a influência do preço na escolha da casa construída com resíduo de pneus, ou melhor, desconsideram o preconceito pela moradia não convencional em função de custar 40% menos que a moradia convencional. Igualmente confirmada pelo grupo de maior renda.

Uma das formas de influenciar o comportamento de um cidadão é através de sua cultura, no entanto, em virtude dos valores serem disseminados, arraigados e duradouros, qualquer mudança demanda tempo.

A alvenaria como técnica de construção, por exemplo, se mostra com as primeiras civilizações e os agregados são recursos naturais. Além de fazer parte da cultura de um povo, a técnica sempre apresentou um desempenho estrutural satisfatório.

Partindo deste pressuposto e visando manter o equilíbrio ecológico ao absorver menos agregados naturais na construção, há uma necessidade de encontrar soluções que atendam às novas demandas da sociedade através da educação ambiental.

Firmado nessa necessidade, torna-se indispensável fazer com que o cidadão reflita sobre o efeito de suas escolhas. Nesse sentido, Capra, (2005, p. 25) sustenta que:

Ensinar o “saber ecológico” será o maior papel da educação no século XXI. Para ele, a alfabetização ecológica deve ser tornar um requisito fundamental para políticos, empresários, e profissionais de todas as áreas, e deve, também, ser uma preocupação central da educação em todos os seus níveis – fundamental, médio, universitário e treinamento de trabalhadores.

Em auxílio à produção de novos conhecimentos através da educação ecológica, a habitação não convencional de Goiatuba apresenta-se como opção para desmistificar que o cidadão não possui alternativa de morar bem e de forma segura senão àquela construída pelo sistema convencional.

6.3. O Papel da Administração Municipal de Goiatuba

Qualquer município, não importando sua dimensão, necessita estar preparado para superar os desafios econômicos, sociais, políticos e administrativos que lhe apresentar. Para que isso ocorra, a máquina pública precisa desburocratizar no sentido de ser mais “ágil, focada no cidadão e orientada para resultados, com flexibilidade para adaptar-se às constantes transformações do ambiente, elevando os níveis de qualidade e produtividade” (CAMPAGNONE, 1999, p. 26).

Sabe-se das muitas atribuições de um gestor municipal, no caso o prefeito e seus secretários, mas a principal e que deve ser reconhecida pelos mesmos, é servir os melhores interesses do cidadão na forma da impessoalidade.

Igualmente devem estar atentos às reivindicações e aspirações populares para “transformá-las em planos, programas e projetos” (CAMPAGNONE, 1999, p. 35), o que

corroborará na elaboração do Plano Diretor²⁰, instrumento fundamental na administração pública, porém, em função de circunstâncias diversas, o descompasso entre o desejado e o realizado é distante. “Sem dúvida nenhuma, a diferença entre a situação-problema e a situação almejada sempre passará pela criação e implantação de políticas públicas compatíveis” (SEIFFERT, 2009, p. 37).

Deparando com o Plano Diretor Democrático Participativo de Goiatuba, instituído pela Lei nº 2.524, de 30 de junho de 2008, observa-se a existência desse descompasso, assim como em outros municípios, gerando perdas de ordem econômica, social e ambiental.

A seguir, comparar-se-á os objetivos do Plano Diretor Municipal para a área de habitação e uma possível cooperação do método construtivo não convencional de Goiatuba para tornar real o proposto.

No Art. 20, quanto dos objetivos e diretrizes da política de inclusão territorial e habitação, no inciso IV, “garantir a sustentabilidade social, econômica e ambiental nos programas habitacionais, por intermédio das políticas de desenvolvimento econômico e de gestão ambiental”.

Contemplando a sustentabilidade pelo lado da prevenção, o método construtivo de Goiatuba promove a destinação adequada para o pneu inservível, inclusive o RCC, incorporando-os em grande quantidade; reduz o consumo de água e energia no processo de fabricação de tijolos por não usá-los; e edifica uma casa com as mesmas características de sustentabilidade, conforto, segurança e durabilidade de uma habitação convencional.

Vale mencionar que qualquer método construtivo impacta o meio ambiente por usar intensamente recursos naturais, entretanto, o método de Goiatuba, em razão de empregar menos recursos, contribui para mitigar esses impactos.

Ainda, a habitação não convencional de Goiatuba custa 40% mais barato do que a habitação convencional, permitindo mais acesso e dignidade às pessoas carentes do local.

No Art. 21, quanto da política municipal de inclusão territorial e habitação, no inciso I, parágrafo único, “caberá à Secretaria Municipal da Habitação e Saneamento Ambiental coordenar a ação integrada dos órgãos públicos e da iniciativa privada, no sentido de estimular o encaminhamento de soluções habitacionais, especialmente para a população de baixa renda, competindo-lhe, ainda, a articulação com as demais políticas

²⁰ Seria um plano que, a partir de um diagnóstico científico da realidade física, social, econômica, política e administrativa da cidade, do município e de sua região, apresentaria um conjunto de propostas para o futuro desenvolvimento socioeconômico e futura organização espacial dos usos do solo urbano, das redes de infraestrutura e de elementos fundamentais da estrutura urbana, para a cidade e para o município, propostas estas definidas para curto, médio e longo prazos, e aprovadas por lei municipal (VILLAÇA, 1999, p. 237).

dos Governos Federal e Estadual”; no inciso XII, “utilizar de processos tecnológicos que garantam a melhoria da qualidade construtiva e redução dos custos da produção habitacional”.

É provável que se houvesse iniciativa por parte da Administração Municipal no sentido de encontrar soluções para os problemas habitacionais, aproveitando-se de uma tecnologia local, os resultados aconteceriam ao menor custo, em menor tempo e com mais benefícios no campo econômico, social e ambiental. No entanto, de acordo com Medeiros (2010)²¹, faltou iniciativa por parte do Poder Público nesse aspecto.

Conforme Medeiros (2010)²², a Prefeitura de Goiatuba jamais o apoiou e mais, por três vezes compareceu à Câmara Municipal munido de filmagens e laudo técnico para divulgar o método construtivo. Pelo fato de em tempo algum lograr resposta, desacredita.

No Art. 24, inciso I, “apoiar, estimular e incentivar os pequenos e microempresários e produtores rurais”; no inciso III, “promover o desenvolvimento econômico local de forma social e ambientalmente sustentável”.

Se acaso o Município tivesse oportunizado o referido projeto, certamente estaria fomentando o desenvolvimento econômico, preservando o meio ambiente e auxiliando para minimizar as distorções sociais. O argumento consiste no preço da habitação, bem mais barata que a convencional, permitindo sobra de recursos para investir em áreas como segurança pública, educação, saúde, saneamento básico ou qualificação profissional.

Todavia, sem sucesso no apoio, o empreendedor inventor resolveu prosseguir com a ideia através de seus próprios recursos. De acordo com Medeiros (2010)²³, se o projeto dependesse de vontade política não estaria no estágio em que se encontra.

Na opinião do autor, visando a confluência de duas propostas, se o Município possui um Plano Diretor que prima pela habitação social firmado em sustentabilidade, parceria, tecnologia e incentivo ao empresariado local, porque então não utilizar-se de um método local para resolver um problema local. Conforme afirma Boiser (1997, p. 76):

Não há nenhuma receita que garanta o êxito em matéria de desenvolvimento. No entanto há pelo menos duas afirmações certas: se o desenvolvimento se encontra em nosso futuro, não será com as ideias do passado que o alcançaremos; se o desenvolvimento é um produto da própria comunidade, não serão outros, senão seus próprios membros quem o construirá.

²¹ Comunicação pessoal do autor no momento da entrevista em 2 de novembro de 2010.

²² Comunicação pessoal do autor no momento da entrevista em 2 de novembro de 2010.

²³ Comunicação pessoal do autor no momento da entrevista em 2 de novembro de 2010.

Uma reflexão pode ser admissível nesta hora. Embora a habitação construída com pneus inservíveis possa colaborar com o Plano Diretor do Município, prerrogativa que pertence ao Poder Público local por direito, este não o tenha feito em razão do método construtivo não ser padronizado e legalizado perante os órgãos competentes.

Entretanto, perseverando o desinteresse do Poder Público em apoiar a habitação não convencional de Goiatuba, esta pode ser uma boa alternativa ao alcance dos interesses privados, como por exemplo, das empreiteiras, em razão de possuir as mesmas características de durabilidade, segurança e conforto de uma casa convencional, ser 40% mais barato que a moradia convencional e apresentar um viés sustentável.

Vale lembrar que o promissor mercado “verde”, receptivo por produtos ambientalmente corretos, confere oportunidade de bons negócios para as partes envolvidas devido a preocupação crescente com a proteção do meio ambiente.

6.4. O Licenciamento Ambiental como Condição do Reconhecimento da Técnica

Consultando a SEMARH da exigência de licenciamento ambiental para a técnica que usa pneus inservíveis como materiais em seu sistema construtivo, atestam que sendo o pneu tratado como resíduo, é necessário obter a Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO).

Sendo assim, a documentação requerida para formalizar o processo de Licença de Instalação e que permite executar o plano da atividade é a seguinte:

I - Requerimento modelo da SEMARH, com a descrição do objeto solicitado e com os quadros de áreas atualizados, devidamente preenchido e assinado;

II - Procuração pública ou particular com firma reconhecida, se o requerimento não for assinado pelo titular do processo (prazo de validade de dois anos);

III - Comprovante de quitação da taxa (Documento de Arrecadação de Receitas Estaduais - DARE);

IV - Publicações originais referentes ao requerimento do licenciamento (Resolução CONAMA 006/1986);

V - Pessoa jurídica: Contrato Social ou similar e última alteração contratual. Inscrição Estadual + Cartão CNPJ;

VI - Pessoa física: “cópia do RG/CPF;

VII - Cópia da certidão do registro do imóvel, referente a área do empreendimento,

com averbação da reserva legal (quando situado em zona rural);

VIII - Certidão de uso do solo, emitida pela Prefeitura Municipal para o local e o tipo de empreendimento ou atividade a ser instalada em conformidade com o Plano Diretor “Lei de Zoneamento do Município”;

IX - Se aplicável e conforme o caso apresentar: outorga de uso de água ou dispensa emitida pela Superintendência de Recursos Hídricos da SEMARH, para a fonte de captação d’água. Para abastecimento direto da rede pública, apresentar tarifa referente a esse abastecimento;

X - Croqui de localização e acesso ao local, quando o empreendimento estiver em zona rural. Informar as coordenadas geográficas;

XI - Anuência do órgão responsável pelo serviço de saneamento público – específica para o lançamento de efluentes líquidos na rede pública de esgotamento sanitária, quando aplicável;

XII – Descrição detalhada das atividades - Memorial de Caracterização do Empreendimento (MCE). Quando elaborado e assinado pelo responsável técnico da empresa e empreendedor, apresentar a Anotação de Responsabilidade Técnica Ambiental (ARTA). Quando elaborado por consultoria, apresentar a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou ARTA;

XIII - Projeto ambiental específico da atividade em licenciamento, que contemple o controle da poluição ambiental (tratamento de efluentes, resíduos sólidos, emissões atmosféricas, ruídos, vibrações e outros passivos ambientais), com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do responsável pela elaboração de projeto, em conformidade com as atribuições do profissional;

Atendidas as exigências da Licença de Instalação, a documentação necessária para a formalização do processo de Licença de Operação da atividade é a seguinte:

I - Requerimento modelo da SEMARH, com a descrição do objeto solicitado e com os quadros de áreas atualizados, devidamente preenchido e assinado;

II - Procuração pública ou particular com firma reconhecida, se o requerimento não for assinado pelo titular do processo (prazo de validade de dois anos);

III - Comprovante de quitação da taxa (Documento de Arrecadação de Receitas Estaduais - DARE);

IV - Comprovante de quitação da Taxa de Fiscalização Ambiental – TFAGO -, Lei 14.384 (GOIÁS, 2002), quando aplicável;

V - Publicações originais referentes ao requerimento do licenciamento (Resolução CONAMA 006/1986);

VI - Cópia de Licença de Instalação (para solicitação da 1ª licença de funcionamento);

VII - Pessoa jurídica: Contrato Social ou similar e última alteração contratual. Inscrição Estadual + Cartão CNPJ;

VIII - Pessoa física: “cópia do RG/CPF;

IX - Se aplicável e conforme o caso apresentar: outorga de uso de água ou dispensa emitida pela Superintendência de Recursos Hídricos da SEMARH, para a fonte de captação d'água. Para abastecimento direto da rede pública, apresentar tarifa referente a esse abastecimento;

X - Cadastro de consumidor de lenha atualizado – específico para consumidor de lenha – quando aplicável;

XI - Croqui de localização e acesso ao local, quando o empreendimento estiver em zona rural. Informar as coordenadas geográficas;

XII - Relatório técnico de monitoramento ambiental. Contemplar neste relatório as avaliações dos programas de monitoramento. Observar ainda, as recomendações dos licenciamentos ambientais obtidos. O relatório deve estar assinado e anotado em seu conselho de classe, juntado ao processo ART (profissional inscrito no CREA) e ARTA (para funcionário da empresa e ou profissionais de outras categorias).

Em relação ao Município de Goiatuba, a Certidão do Uso do Solo é o documento requerido pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Costumes e Cidadania (SEMMA), amparada pela Lei Municipal 1.520/96 de 27 de dezembro de 1996 e Código Ambiental nº. 004/05 de 15 de dezembro de 2005, para conceder o funcionamento do empreendimento. Algumas exigências técnicas constam no referido documento:

I - A referida certidão não dispensa e nem substitui outros alvarás ou certidões exigidas pela Legislação Federal, Estadual ou Municipal;

II - O funcionamento e as atividades do empreendimento não poderão causar transtornos ambientais e/ou a terceiros fora da área de sua propriedade ou dentro dela;

III - De acordo com a Constituição Federal em seu art. 225, fica o licenciado obrigado a utilizar técnicas adequadas de manejo e conservação ambiental;

IV - Manter a ordem e classe conforme a resolução nº. 237, de 22 de dezembro de 1997, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA);

V - A SEMMA, reserva-se no direito de revogar a presente licença no caso de descumprimento destas condicionantes, ou de qualquer dispositivo que fira a Legislação Ambiental vigente, assim como, a omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiam a sua expedição, ou superveniência de graves riscos ambientais e de saúde.

O que fica evidenciado, ainda que seja fundamental a execução das exigências, são os conflitos e a generalidade do ato administrativo na obtenção da licença ambiental, ou seja, está na complexidade da norma as dificuldades para conseguir o licenciamento do negócio. De acordo com Milaré (2005, p. 536):

No tocante às licenças ambientais, entretanto, dúvidas podem surgir, já que é muito difícil, senão impossível, em dado caso concreto, proclamar cumpridas todas as exigências legais. Sim, porque, ao contrário do que ocorre, por exemplo, na legislação urbanística, as normas ambientais são, por vezes, muito genéricas, não estabelecendo via de regra, padrões específicos e determinados por esta ou aquela atividade. Nesses casos, o vazio da norma legal é geralmente preenchido por exame técnico apropriado, ou seja, pela chamada discricionariedade técnica, deferida à autoridade.

Não há dúvida que o instrumento legal é imprescindível para disciplinar e mitigar processos e atividades potencialmente poluidoras, contudo, não deve ser estorvo a ponto de criar dificuldades para o despontar de novos empreendimentos. Segundo Milaré (2005, p. 535), “este não deve ser considerado como obstáculo teimoso ao desenvolvimento, até porque, também, é um ditame natural e anterior a qualquer legislação”.

Fundamentado neste argumento, a burocrática licença ambiental é um instrumento essencial que visa melhorar a qualidade de vida e saúde da população, além de preservar e melhorar a qualidade do meio ambiente. O autor destaca que, embora a licença ambiental seja julgada burocrática e detalhada, um profissional habilitado e qualificado pode tratá-la sem maiores dificuldades.

O que se contesta na obtenção da licença, caso do método construtivo de Goiatuba, é o motivo pelo qual se trata uma atividade que representa pouca agressividade à saúde da população e meio ambiente da mesma forma que outra potencialmente agressiva na obtenção da licença ambiental? Não seria o caso de aprofundar na análise da atividade e tratá-la de forma específica?

A alegação está no fato da existência de “vários trabalhos que acenam para a viabilidade promissora para o uso deste novo material como ingrediente do concreto” (ALVES, 2006, p. 34) e no potencial do método para absorver o pneu inservível, podendo ser pontos de convergência para mitigar os conflitos de interesse público e social.

Especificamente, no presente estudo, ao verificar da inexistência de normativa que permite o emprego de pneus inservíveis em sistemas construtivos, o Poder Público poderia utilizar do permissivo legal de seu poder discricionário para conciliar os conflitos, ou no mínimo, contribuir para reduzir a burocracia na obtenção do licenciamento ambiental, principalmente para aquelas atividades que contribuem para mitigar os impactos.

6.5. A Falta de Reconhecimento da Técnica pela Reciclanip

Em resposta a um questionário com 14 perguntas, a Reciclanip declarou o motivo da falta de reconhecimento à técnica de Goiatuba. Selecionou-se as perguntas e respostas mais pertinentes para análise e discussão.

A primeira questão pretendeu saber, baseado na Resolução 258/99 do CONAMA, quantas toneladas de pneus inservíveis tiveram destinação legal a partir de 2002²⁴, quando os fabricantes de pneus foram obrigados a coletar (Tabela 8).

Tabela 8. Quantidade de pneus inservíveis coletados em toneladas no período de 2002 a 2009 pela Reciclanip

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
t	62.084	72.222	145.280	135.742	106.000	136.000	160.019	250.001

No período de 2002 a 2009 foram recolhidos 1.067.348 milhão de toneladas de pneus inservíveis, porém, desde que o processo de coleta foi implementado pela ANIP em 1999 com o Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis, mais de 1,3 milhão de toneladas ou 270 milhões de pneus de passeio tiveram um fim adequado.

De posse da informação, importante para o exame, tornou-se necessário saber do destino final dos pneus inservíveis neste mesmo período.

Da impossibilidade de divulgar os percentuais exatos relativos ao mesmo período em função de não terem sido repassados, algumas análises podem ser feitas. De 1999 a 2002 os pneus inservíveis eram mais destinados para reutilização dos materiais do que para geração de energia; houve um equilíbrio entre as destinações nos anos de 2003 e 2004 e a partir de 2005, o pneu inservível passou a ser mais utilizado na geração de energia.

Por tratar-se de uma importante associação, mais uma vez com o propósito de analisar, objetivou-se conhecer a missão da Reciclanip em relação ao pneu inservível.

²⁴ É importante destacar que até 2006 o trabalho de coleta deu-se por conta da ANIP, a partir de então, a Reciclanip assumiu a coleta no País.

Segundo esta, “consiste em administrar o programa de coleta e destinação de pneus inservíveis fabricados por seus associados de forma ambientalmente adequada”.

Não menos importante que conhecer a missão da associação, o trabalho precisava ir em busca de conhecer qual a definição para uma destinação ambientalmente correta. De acordo com a Reciclanip, “são aquelas destinações regulamentadas e licenciadas de acordo com os órgãos competentes e onde ocorre uma transformação dos pneus inservíveis em um produto ou subproduto, denominada cadeia sustentável”.

Na sua compreensão, orgulha-se do programa de coleta e destinação e considera modelo de responsabilidade pós-consumo, comparando-se ao de latas de alumínio, garrafas PET e embalagens de defensivos agrícolas, referências em reciclagem no Brasil.

Nesse instante uma observação merece reflexão. Para esta associação, basta que a atividade seja regulamentada e licenciada para sua legitimidade, o que é incontestável, porém, nota-se que algumas tecnologias para as quais os pneus inservíveis são destinados, causam impactos de maior magnitude do que a alternativa de utilização na construção civil.

As práticas, por serem atividades consideradas poluidoras, referem-se em utilizar a borracha nas misturas asfálticas, no co-processamento em fornos de cimenteira e no co-processamento Pirólise de Xisto Pirobetuminoso. De acordo com Seiffert (2009, p. 36) “as alternativas tecnológicas precisam ser enfatizadas e discutidas, uma vez que podem contribuir para a elevação da insustentabilidade de determinada sociedade”.

No caso do uso da borracha nas misturas asfálticas, de acordo com o pesquisador Fernandes Júnior em entrevista para Revista Inovação Uniemp (2007):

O termo “asfalto ecológico” – amplamente usado e divulgado erroneamente, segundo ele, para se referir ao asfalto-borracha. Ele alega que “quanto maior a temperatura de usinagem das misturas asfálticas, pior é a poluição atmosférica por produtos presentes nos asfaltos”. Ele explica que a produção do asfalto-borracha, por exigir maiores temperaturas para mistura da borracha com o asfalto convencional, gera mais poluição atmosférica. “Em outras palavras”, continua ele, “o asfalto-borracha ajuda a minimizar o problema de disposição inadequada dos pneus, mas ser chamado de ‘asfaltoecológico’ foi uma jogada de marketing de algumas empresas, muitas das quais não fazem investimentos em suas plantas industriais para minimizar a poluição atmosférica (nem são cobradas pelos órgãos ambientais)”, diz o pesquisador.

Segundo Specht (2007), dialogando com Fernandes Júnior:

É verdade que o asfalto-borracha deve ser aquecido a temperaturas maiores; mas também é fato consumado que não faz mal à saúde dos operários nem polui mais do que o convencional, desde que os cuidados tradicionais sejam tomados.

As opiniões dividem-se em torno da possibilidade dos poderosos filtros reterem a fumaça que é exalada na atmosfera com segurança, de que uma simples licença ambiental fiscalizada pelo Poder Público assegura um processo limpo e se os interesses são outros que não sejam os ambientais.

Normalmente as argumentações atestam que esta tecnologia garante durabilidade, menor ruído e menor manutenção, mas de custo elevado. A atividade é enxergada como promissora e no Brasil, segundo a Reciclanip, 2% da borracha é reutilizado na produção do asfalto.

Em se tratando da tecnologia de co-processamento em fornos de cimenteira, onde o pneu inservível é usado como combustível em substituição ao carvão e óleo, questiona-se a segurança dos sistemas de controle ambiental das emissões gasosas. De acordo com Achternbosch, 2003, apud Milanez *et al.* (2009, p. 2145):

Apesar da existência de sistemas de controle ambiental nas chaminés dos fornos, existem ainda incertezas quanto à sua capacidade de evitar a emissão de alguns poluentes, uma vez que os fornos de cimento e seus sistemas de controle são desenhados para a produção de cimento e não para a queima de resíduos perigosos.

Para os autores mencionados, a atividade causa impacto na saúde humana e meio ambiente, contudo, para outros, os níveis de poluição emitidos não ultrapassam os limites da normalidade e decididamente, consideram a melhor alternativa para eliminar o pneu inservível. No Brasil, é a destinação mais comum.

O co-processamento Pirólise de Xisto Pirobetuminoso é uma técnica que mistura o pneu inservível com a rocha de xisto pirobetuminoso. Os produtos oriundos do complexo processo são o gás de cozinha e óleo combustível.

Na apreciação de Novicki; Martignoni (2000, p. 43), “a técnica é adequada e ambientalmente segura”, todavia, em São Mateus do Sul - Paraná, onde está localizada a indústria de xisto, “o ar perde sua qualidade com a emanção de gases potencialmente prejudiciais ao meio ambiente e saúde da população” (FERREIRA, 2009, p. 24).

Igualmente, como as atividades anteriores, seja em menor ou maior escala, a atividade é questionada por causar problemas de saúde humana e ambiental.

Ao pensar que processo algum está isento de poluir e devido a grande quantidade de pneus que necessitam ser suprimidos, parece que não resta alternativa para a Reciclanip sustentar-se nestas, mesmo sendo atividades que são objetos de controvérsia.

No entanto, se o critério que a associação adota para reconhecer uma atividade é estar regulamentada e licenciada, mesmo quando esta é questionada por ser poluidora, evidencia contrassenso se o objetivo é destinar os pneus inservíveis de forma adequada.

Para fazer o recolhimento e a destinação dos pneus inservíveis, como preconiza em sua missão, os fabricantes de pneus novos associadas da ANIP destinam anualmente uma verba de 41,5 milhões de dólares para o cumprimento das determinações impostas pela Resolução 416/2009 do CONAMA, vigorando no momento presente.

Indagada se fomenta o desenvolvimento de tecnologias aplicadas ao pneu inservível, replicou que não faz repasse de verbas e não possui fins lucrativos.

Baseado nesta Resolução, em seu Art. 11, inciso 3, onde os fabricantes de pneus novos devem “promover estudos e pesquisas para o desenvolvimento das técnicas de reutilização e reciclagem...”, foi perguntado para a Reciclanip se tinha conhecimento da técnica desenvolvida em Goiatuba, respondendo afirmativamente. No entanto, conforme Medeiros (2010)²⁵, a associação jamais visitou a obra para verificar seu real potencial.

Na opinião do autor, sendo esta associação dotada de visão sustentável, deveria tomar a iniciativa para apoiar e auxiliar a atividade em sua regulamentação, afinal de contas, o referido método incorpora uma grande quantidade desse material, reduzindo o impacto ambiental, isto é, ela precisa estar aberta a novas tecnologias, parceira de todas as iniciativas afins.

Além disso, diante dos argumentos apresentados, objetivou-se saber da Reciclanip sobre a viabilidade do projeto e o motivo. Em sua menção, considera o projeto viável tendo em vista a “falta” de recurso natural e reaproveitamento de matéria usada, uma vez que ele é volumoso, incompressível e permite o acúmulo de água, proliferando epidemias nacionais.

Na opinião do autor, se ela considera o projeto viável baseado nos pontos citados, por qual razão não usar de seu prestígio para ajudar a regulamentar e licenciar a atividade? Sabe-se que os pneus inservíveis quando jogados de forma irresponsável no meio ambiente podem causar sérios danos de ordem sanitária e ambiental, além de onerar a administração pública ao coletar e armazenar esses materiais até o seu recolhimento.

Considerando a possibilidade da viabilidade do projeto pela Reciclanip, apoiado na resposta anterior, perguntou-se das exigências com o intuito de auxiliar a viabilizar o

²⁵ Comunicação pessoal do autor no momento da entrevista em 2 de novembro de 2010.

projeto. Mantendo seu posicionamento, declara não reconhecer o projeto por se tratar de atividade não licenciada e regulamentada.

É ético e plausível a postura da entidade tratar da legalidade no exercício de suas atividades, mas não seria sensato certificar dos benefícios produzidos por essa técnica? Não seria lógico apoiar uma atividade que absorve um material complexo e não degradável com responsabilidade e principalmente, se este é fabricado por seus associados?

A seguir serão elencados as razões para a entidade apoiar o projeto:

- a) Segundo o Departamento de Engenharia Civil da PUC/GO, a habitação possui características idênticas de sustentabilidade, durabilidade, conforto e segurança de uma habitação convencional;
- b) A técnica promove uma nova forma de destinação adequada. Segundo Alves (2006, p. 33):

Descobriu-se que os pneus velhos podem ser fragmentados ou moídos e incorporados como agregados ao concreto com grandes benefícios advindos de características conferidas ao concreto, tais como: redução do peso próprio, maior flexibilidade e elasticidade, capacidade de absorção de energia, baixa condutividade elétrica, isolamento térmico e acústico. Com tais características aqui citadas já justifica investir mais em pesquisas visando a incorporação dos fragmentos de pneus como agregados para concreto e argamassa.

- c) A técnica absorve aproximadamente 3.500 pneus de veículos de passeio para construir uma habitação de 58 m², com pé direito de 3 metros;
- d) Por não utilizar o tijolo convencional, a técnica auxilia para reduzir o consumo de água e energia nas fábricas de tijolos. Segundo John (2010, p. 16), “Toda a geração de energia implica impacto ambiental”;
- e) Em função de não usar areia fina e grossa em seu método construtivo, que são provenientes de RCC moídas ou trituradas, evita impactos do tipo alteração da paisagem, eliminação da mata ciliar, alteração dos cursos d’água e instabilidade das margens;
- f) Caso a técnica fosse regulamentada e difundida, os custos de transportes seriam reduzidos em função de uma demanda local, inclusive levando a valorização do material devido a essa nova demanda.

Há informações que em países da Europa e principalmente nos Estados Unidos, após graves acidentes ambientais provocados pela queima de pneus, pesquisas tiveram início no sentido de reutilizar estes na construção civil. Apoiado neste fato, foi perguntado à Reciclanip se tinha conhecimento da existência de projeto semelhante ao de Goiatuba em

outros países. Manifestou saber da existência do uso de pneus como matéria-prima, mas não da destinação. Ainda, informa em lugares como a Europa, por exemplo, no ano de 2010, cerca de 15,7% dos pneus inservíveis tiveram destinos como muros de arrimo, barreiras de contenção, dutos fluviais e outros. Já nos Estados Unidos, esse porcentual chega a 3,1%.

Novamente, outra observação merece pesar. Visto que nestes países, a borracha possui uma destinação através da engenharia civil, por qual motivo a atividade não é regulamentada no Brasil, uma vez que vários estudos apontam para essa viabilidade?

Segundo Milaré (2005, p. 142), “as causas mais amplas é a ausência de vontade política, a fragilidade da consciência ambiental e a inexistência de um aparelho implementador adequado”.

Talvez a inexistência de um aparelho implementador adequado seria o motivo para a Reciclanip apoiar a regulamentação do uso da borracha na construção civil, visto que a entidade é munida de consciência ambiental e vontade política.

Arrolado nesse contexto, acredita-se que a PNRS, calcado em suas diretrizes, possa contribuir para minimizar o problema da geração dos resíduos sólidos provocados pelos seus diversos atores, implicando muitas vezes em danos irreparáveis ao meio ambiente. Constitui-se instrumento motivador para desenvolver e implementar novas tecnologias para absorver ou eliminar os resíduos sólidos, principalmente no setor da construção civil, que tanto contribui para aumentar a produção de resíduos.

6.6. A Falta de Financiamento pela Caixa Econômica Federal para Construções Não Convencionais ou Inovadoras

A Caixa Econômica Federal respondeu um questionário que diz respeito ao uso de materiais alternativos na construção civil, as quais serão analisadas e discutidas.

Em primeiro plano, sendo a CEF uma instituição financeira de caráter social, foi providencial saber a opinião desta quanto a perspectiva de incentivo à construção de habitações usando o conceito de sustentabilidade (material reciclável, uso racional de energia, aproveitamento de água pluvial, uso racional de energia etc.). Em resposta, afirma apoiar iniciativas que traduzem em menor impacto ambiental, exploração sustentável dos recursos naturais, redução das emissões de gases derivados de carbono e uso racional de água e energia.

Após conhecer o modo de pensar da instituição, houve a necessidade de informar-se da existência de instrução normativa que trata especialmente de sistemas construtivos não convencionais ou inovadores ou se estas são tratadas em conjunto com construções que utiliza técnicas convencionais. A CEF informa que, embora exista normativa interna que trata de sistemas construtivos não convencionais ou inovadores, os referidos sistemas devem antes ser avaliados de acordo com o Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT)²⁶ a fim de obter o Documento de Avaliação Técnica (DATec)²⁷.

As etapas para conseguir o referido documento são os seguintes:

- a) Definição do sistema construtivo a ser homologado;
- b) Fornecimento de todos os projetos e documentos técnicos detalhados como, por exemplo, projetos arquitetônicos, elétrica, hidráulica, estrutural com respectiva memória de cálculo, memorial descritivo, caracterização dos materiais envolvidos e procedimentos executivos dentre outros;
- c) Caso contrário, elaboração e aprovação de Diretriz SINAT para o sistema construtivo, ou seja, é um documento de referência contendo diretrizes para avaliação técnica de produtos, incluindo requisitos e critérios de desempenho, bem como métodos de avaliação a serem adotados na avaliação técnica, conforme determina em seu Art. 2º, inciso VIII do Regimento Geral do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de produtos inovadores;
- d) Execução de todos os ensaios previstos nas normas, diretrizes e regulamentações. É bom salientar que os laboratórios envolvidos devem passar pelo crivo do Instituto Falcão Bauer de Qualidade (IFBQ), organismo brasileiro sem fins lucrativos que atua na área de certificação de produtos e sistemas de gestão;
- e) Munidos de todas as informações técnicas (projetos completos detalhados, memoriais descritivos, memoriais de cálculos, sistemas da qualidade e manual do proprietário dentre outros) e dos resultados dos ensaios, o IFBQ elaborará o Relatório Técnico de Avaliação (RTA);

²⁶ O SINAT, criado no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), foi proposto para avaliar o desempenho de materiais e sistemas construtivos que ainda não possuem normas técnicas específicas.

²⁷ De acordo com o Regimento Geral do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de produtos inovadores, o DATec é um documento síntese de divulgação dos resultados da avaliação técnica do produto, realizada por uma Instituição Técnica Avaliadora, com a chancela SINAT.

- f) Verificado o atendimento de todos os critérios exigidos, será elaborado uma minuta do DATec para apreciação do Comitê Técnico do SINAT, instância técnica que tem a função principal harmonizar diretrizes para avaliação técnica de produtos inovadores para a construção civil, elaborados ou adotados no âmbito do SINAT, e harmonizar documentos de avaliação técnica concedidos no âmbito do sistema, conforme estabelece em seu Art. 2º, inciso IV do Regimento Geral do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de produtos inovadores;
- g) Caso necessário, ajustes serão realizados conforme deliberações do Comitê Técnico do SINAT;
- h) Realizados todos os ajustes necessários, o DATec será apreciado pela Comissão Nacional do SINAT, instância superior do SINAT, de caráter deliberativo, constituída por representantes do Governo e da sociedade civil, incluindo representantes da cadeia produtiva da construção civil, chancelado e publicado.

Em função do detalhamento de um DATec, estima-se um período de 8 a 10 meses para sua obtenção, contando que o sistema construtivo já esteja plenamente definido e documentado pelo interessado.

Ainda, nos devidos termos da CEF, existe a demora nas análises e emissão de certificação final pelo SINAT, fazendo com que o sistema limite a quantidade de unidades produzidas. Em resposta ao problema, a CEF diz que o motivo reside na pequena estrutura do SINAT, que ainda não consegue analisar com maior rapidez os sistemas construtivos não convencionais ou inovadores.

Não menos importante que conhecer os procedimentos para aprovar um sistema construtivo não convencional ou inovador pelo SINAT ou CEF, foi ser instruído das exigências para financiar este tipo de construção. Conforme a Caixa, baseado no ponto de vista técnico, as exigências para obter financiamento dependerá da garantia de desempenho destes. Na opinião do autor, aspecto positivo desta medida, tem-se a percepção de defender o usuário final de transtornos futuros.

A seguir serão descritos as etapas para verificação de garantia de desempenho em conformidade com as exigências da CEF para sistemas construtivos não convencionais ou inovadores:

Do objetivo. Estabelecer diretrizes para aceitação de materiais, componentes e sistemas construtivos inovadores nas operações da CAIXA, com vistas a verificar a qualidade, vantagens em relação ao convencional e a garantia de desempenho do produto.

Da comprovação de viabilidade prévia da inovação:

- a) A comprovação de viabilidade prévia ocorre através da apresentação da documentação técnica da inovação proposta, acompanhada de Laudo de Análise de Desempenho;
- b) O laudo deve ser emitido por instituições técnico científicas, universidades ou institutos de pesquisa com reconhecida competência e capacitação laboratorial, cabendo ao proponente os encargos da contratação;
- c) O laudo deve conter a caracterização da inovação, metodologia da avaliação, descrição dos ensaios e comparação com os parâmetros de aceitação definidos pelas Normas Brasileiras ou regulamentação/ legislação pertinente, contendo manifestação conclusiva sobre o desempenho e viabilidade da inovação;
- d) Na inexistência de Norma Brasileira ou legislação específica, as normas internacionais são passíveis de correspondência, desde que sejam objeto de avaliação específica por meio de documento técnico elaborado por instituição e/ou profissional qualificado da área em questão;
- e) Os ensaios devem abranger os seguintes requisitos: segurança estrutural, segurança ao fogo, conforto térmico, conforto acústico, estanqueidade e durabilidade;
- f) Em função das características da inovação proposta, poderão ser necessários ensaios complementares.

Da comprovação de viabilidade definitiva da inovação:

- a) A comprovação de Viabilidade Definitiva ocorre após a obtenção da Viabilidade Prévia, com a complementação através do monitoramento da obra e de avaliação técnica em uso, realizada por profissional da CAIXA, sem ônus para o proponente, ou por instituições técnicas científicas, universidades ou institutos de pesquisa com reconhecida competência contratados pelo proponente.

Os documentos necessários na fase de comprovação de viabilidade prévia da inovação são:

- a) Ficha Informativa da Inovação Tecnológica;

- b) Projetos, especificações, orçamento e cronograma;
- c) Ensaio Tecnológicos;
- d) Laudo de Análise de Desempenho, comprovando a viabilidade da inovação;
- e) Manual do Usuário, contendo informações sobre as características da inovação que influem nas condições de uso e manutenção do imóvel.

Os documentos necessários na fase de comprovação de viabilidade definitiva da inovação:

- a) Relatórios mensais e Relatório final de monitoramento da obra;
- b) Relatório de Avaliação Técnica em uso.

É imprescindível destacar que o Departamento de Engenharia da PUC/GO avaliou o desempenho do método construtivo não convencional de Goiatuba conforme as diretrizes da CEF e encontrou solidez nos aspectos de durabilidade, sustentabilidade, conforto e segurança.

Neste instante é pertinente uma observação. Embora a habitação tenha logrado êxito na avaliação de desempenho exigido pela Caixa, o autor julga que se o empreendedor tivesse insistido na contratação de um engenheiro civil, segundo estabelece a Lei n.º 5.194, de 24 de dezembro de 1966, que regula o exercício da profissão, para acompanhar a obra, o referido projeto já poderia estar legalizado perante os órgãos competentes, ou seja, este profissional contribuiria na superação das dificuldades legais e técnicas como na obtenção da licença ambiental, na formalização do método construtivo em suas várias etapas e na obtenção do DATec junto ao SINAT, absolutamente necessários e propícios para as instituições de crédito e população.

Ademais, a vantagem de ter um sistema construtivo aprovado pelo SINAT é a prova do desempenho de materiais ou condições de uso da habitação junto aos usuários e que podem ser utilizados como referência em financiamento por agentes financeiros.

Na opinião do autor, a ausência de um profissional habilitado durante todo o processo pode estar associado ao próprio perfil do empreendedor, que tem em medida de excesso a autoconfiança.

Após conhecer o processo de avaliação de desempenho de sistemas construtivos não convencionais exigido pela CEF, pretendeu-se ter ciência sobre a viabilidade de criar uma linha especial para sistemas construtivos não convencionais ou inovadores e o motivo. De acordo com a instituição, apesar de não existir linha para financiamentos específicos visando a produção de unidades residenciais através destes, a Caixa vê como razoável a

possibilidade de incentivar o mercado a procurar meios alternativos para produção em série de habitação popular, desde que apresente ganhos de produtividade e redução de material, que logicamente deverão ser traduzidos em menor custo de produção, possibilitando atender um maior número de famílias com os recursos disponíveis.

Baseado na declaração, o método não convencional de Goiatuba possui ganhos de produtividade por não carecer de mão de obra qualificada na construção; por ser mais eficiente ao edificar em menor tempo, quando equiparado ao método convencional; por minimizar o impacto ambiental através do reaproveitamento de materiais; por reduzir o uso dos recursos naturais não renováveis; por não gerar desperdícios dos materiais utilizados na obra e por reduzir o consumo de energia, proporcionando moradias de baixo custo e atendimento a um número maior de usuários.

Partindo da premissa que o método não convencional de Goiatuba atende as exigências da CEF e apresenta ganhos efetivos de produtividade, porque então não criar uma linha especial de crédito para construções alternativas? Não seria o papel da instituição executar políticas que convergem para um desenvolvimento que preserve os interesses e as necessidades das futuras gerações?

No pensamento do autor, as instituições financeiras devem planejar suas decisões e iniciativas abalizadas na concepção da sustentabilidade, concedendo financiamento para projetos que não acomete o meio ambiente. Tal postura implicará, quando se trata do setor da construção civil, na redução dos efeitos produzidos por esta atividade, conhecida como uma das que mais degradam o meio ambiente.

Concluídas as argumentações e considerando o papel da caixa como um agente de financiamento de uma atividade (construção civil) que consome uma elevada quantidade de recursos naturais, perguntou-se da viabilidade da criação de linhas de financiamento com taxas mais reduzidas para construção “sustentável”, de forma a fomentar a redução dos impactos ambientais advindos desta atividade. Conforme a CEF, a política de incentivos para esse fim deve ser fomentada através do Ministério das Cidades e Conselho Curador do FGTS, que regulamenta e direcionada a política habitacional da maior parte dos recursos aplicados no setor. Nesse sentido, a instituição haverá de acompanhar a decisão dessas instâncias públicas.

Na realidade, a CEF é apenas um agente operador e financeiro. Quem de fato determina as diretrizes, prioridades, estratégias e instrumentos da Política Nacional de Habitação é o Ministério das Cidades.

7. CONCLUSÕES

Examinando o perfil de José Neto de Medeiros, empreendedor e idealizador da técnica de construção com pneus inservíveis, percebeu-se que o otimismo, a perseverança, a iniciativa, a predisposição para o trabalho e autonomia lhes são inerentes, entretanto, os mais proeminentes são a criatividade, a autoconfiança, a capacidade para assumir riscos e a necessidade de realização, afirmando ser características básicas deste empreendedor.

Por outro lado, tais atributos fazem com que o empreendedor centralize todas as atividades relacionadas à documentação, autorização e licenciamento, as quais exigem conhecimentos em áreas específicas como engenharia, administração e direito e que isso foi o ponto central de todas as dificuldades encontradas em todas as instâncias por ele percorridas para a aplicação do método.

A pesquisa confirmou que a população/usuário final mostrou aceitação pela habitação construída com pneus inservíveis. Entretanto, ao considerarem a paridade de preço entre as habitações, o preconceito mostrou-se ao recearem da segurança, da durabilidade, do conforto, do material usado e sua garantia, da aparência, de investir em experiência e do desconhecimento do método não convencional. O motivo dá-se em função de um método consagrado, no caso o convencional, e com forte presença cultural.

Por outro lado, demonstrando vulnerabilidade em relação a preço, optam pela casa construída com pneus inservíveis por custar 40% menos desde que sejam asseguradas as características de segurança conforto e durabilidade de uma casa convencional.

Verificou-se na investigação que o problema ambiental ainda é incipiente para a maioria da população pesquisada, pouco se importando com os ganhos ambientais exibidos pela habitação não convencional ou inovadora.

A SEMARH atesta que a técnica que emprega pneus inservíveis como material em seu sistema construtivo necessita especificamente da Licença de Instalação e da Licença de Operação. A licença ambiental constitui-se como um instrumento legítimo para a defesa e manutenção da qualidade ambiental, porém, no caso em estudo, ao conduzir pessoalmente o processo de licenciamento, o empreendedor deparou-se com um alto grau de dificuldade para sua realização em função de deter pouco conhecimento na área, visto que apenas vislumbrou o processo de licenciamento como burocrático, não despertando para a real importância deste instrumento.

A Reciclanip não possui uma política de fomento de novas tecnologias aplicadas ao pneu inservível. De acordo com o questionário, a associação informou que no Brasil, especificamente no ano de 2009, 63% dos pneus inservíveis são destinados para o Co-processamento em fornos de clínquer e 37% na reutilização desses materiais. Nos devidos termos da associação, a exemplo da construção civil no Brasil, não se registra atividades não regulamentadas pelo IBAMA.

A Caixa Econômica Federal não possui linha de financiamento para a produção de unidades residenciais através de processos construtivos não convencionais ou inovadores, contudo estimulam iniciativas convencionais que traduzem em menor impacto ambiental, exploração sustentável dos recursos naturais, redução das emissões de gases derivados de carbono e uso racional de água e energia através do Selo Casa Azul CAIXA.

Muitos são os documentos e a obrigatoriedade da apresentação destes para a Caixa Econômica Federal visando comprovar a viabilidade prévia e definitiva de sistemas construtivos não convencionais ou inovadores através do processo de avaliação de desempenho.

Em relação à política de incentivos, esta deve ser fomentada através do Ministério das Cidades e Conselho Curador do FGTS, que regulamenta e direcionada a política habitacional da maior parte dos recursos aplicados no setor. Nesse sentido, a Caixa Econômica Federal haverá de acompanhar a decisão dessas instâncias públicas.

8. REFERÊNCIAS

ABRAPNEUS. **Negro de fumo**. São Paulo, ano X, n. 55, julho/agosto 2002. Disponível em: <http://www.abrapneus.com.br/Revistas/Revi55/revista55_33.htm> Acesso em: 29 jun. 2010.

ALVES, J. D. **Materiais alternativos de construção**. Goiânia: Ed. da UCG, 2006.

ANDRIETTA, A. J. **Pneus e Meio Ambiente: Um grande problema requer uma grande solução**. 2002. Disponível em: <<http://www.reciclarepreciso.hpg.ig.com.br/recipneus.htm>> Acesso em 1 mai. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Co-processamento. Contribuição efetiva da indústria do cimento para a sustentabilidade**. 2010. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/conteudo/wp-content/uploads/2010/06/folder_coprocessamento.pdf> Acesso em 12 nov. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004 - Resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BERTOLLO, S. A. M.; FERNANDES JÚNIOR, J. L.; VILLAVERDE, R. B.; MIGOTTO FILHO, D. **Pavimentação asfáltica: uma alternativa para a reutilização de pneus usados**. Revista Limpeza Pública, nº 54, p. 23-30, ABLP, Associação Brasileira de Limpeza Pública, São Paulo/SP, jan. 2000.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Pneus**. BNDES: Áreas de Operações Industriais 2/ Gerência Setorial 2. Junho/1998. p. 01-34.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN. S. K. Investigação qualitativa em educação: uma introdução a teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.

BOISER, S. El vuelo de una cometa: una metáfora para una teoría del desarrollo territorial. Santiago de Chile: ILPES, Documento 48, 1997. p. 41-79. Disponível em: <<http://www.revistaestudiosregionales.com/pdfs/pdf524.pdf>> Acesso em 15 jan. 2011.

BOM DIA BRASIL. Pneus podem virar casas. 2009. Disponível em: <<http://g1.globo.com/bomdiabrasil/0,,MUL1323663-16020,00-PNEUS+PODEM+ VIRAR + CASAS.html>> Acesso em 08 mar. 2010.

BRASIL. Decreto n.º 6.514, de 22 de julho de 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Brasília, DOU de 23/7/2008.

BRASIL. Instrução normativa n.º 8, de 15 de maio de 2002. Sobre a destinação e o gerenciamento adequado de pneumáticos inservíveis oriundos de veículos automotores e bicicletas. Brasília, DOU de 14/5/1991.

BRASIL. Lei n.º 5.194, de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício das profissões de engenheiro, arquiteto e engenheiro agrônomo, e dá outras profissões. Brasília: DOU de 4.1.1967.

BRASIL. Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus afins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Brasília, DOU de 02/09/1981.

BRASIL. Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DOU de 3/8/2010.

BRASIL. **Portaria Decex n.º 8, de 13 de maio de 1991. Visando a necessidade de desregulamentar e agilizar os procedimentos administrativos na importação.** Brasília, DOU de 14/5/1991.

BRASIL. **Portaria Secex n.º 08, de 25 de setembro de 2000. Dispõe sobre o não deferimento de licenças de importação de pneumáticos recauchutados e usados, seja como bem de consumo, seja como matéria prima, classificados na posição 4012 da Nomenclatura Comum do Mercosul – NCM e revoga Portaria Decex n.º 18, de 13.7.1992.** Brasília, DOU de 27/9/2000.

BRASIL. **Portaria Secex n.º 14, de 17 de novembro de 2004. Visando consolidar as disposições regulamentares das operações de importação e do regime aduaneiro especial de drawback.** Brasília, DOU de 23/11/2004.

BRAZILTIREES. **Saiba tudo sobre pneus.** 2007. Disponível em: <<http://www.braziltires.com.br/tudosobrepneus/pneus.html>> Acesso em 30 jun. 2010.

CAIXA. Como obter o selo casa azul. *In*: JOHN, V. M.; PRADO, R. T. A. **Boas práticas para habitação mais sustentável.** São Paulo: Páginas & Letras – Editora e Gráfica, 2010, p. 21-27.

CAMPAGNONE, M. C. Gerente municipal: um profissional da gestão local. Fundação Prefeito Faria Lima – Cepam. **O município no século XXI: cenário e perspectivas.** ed. especial. São Paulo, 1999, p. 25-38.

CAPRA, F. Alfabetização ecológica: o desafio para a educação do século 21. *In*: TRIGUEIRO, A. (coord.). **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento.** Campinas, SP: Armazém do Ipê (Autores Associados), 2005.

CEMPRE. **Lixo municipal: manual de gerenciamento.** 2.ed. Brasília: CEMPRE, 2002.

CHIAVENATO, I. **Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor**. 2°. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

CIMENTO ITAMBÉ. **Co-processamento de resíduos industriais em fornos de clínquer**. 2002. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta15072010/wp-content/uploads/2008/09/palestra_apostila_coproc.pdf> Acesso em: 11 nov. 2010.

CIMINO, M. A. **Gerenciamento de pneumáticos inservíveis: análise crítica de procedimentos operacionais e tecnologias para minimização adotados no território nacional**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). 178 p. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

CIMINO, M. A.; ZANTA, V. M. **Gerenciamento de pneumáticos inservíveis (GPI): análise crítica de ações institucionais e tecnologias para minimização**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro v. 10, n. 4, p. 299-306, out/dez 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v10n4/a06v10n4.pdf>> Acesso em 11 jul. 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n. ° 001/86**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em 12 abr. 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n.º 23/96**. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res96/res2396.doc> Acesso em 12 abr. 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n. ° 235/98**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23597.html>> Acesso em 12 abr. 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n.º 237/97.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>> Acesso em 12 abr. 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n.º 258/99.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25899.html>> Acesso em 12 abr. 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n.º 264/99.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res26400.html>> Acesso em 12. Abr. 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n.º 301/02.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30102.xml>> Acesso em 12 abr. 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n.º 416/09.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>> Acesso em 12 abr. 2010.

COSTA, H. M.; VISCONTE, L. L. Y.; NUNES, R. C. R.; FURTADO, C. R. G. **Aspectos históricos da vulcanização.** Revista Polímeros, São Carlos, v.13, n.2, p. 125-129, abr/jun 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0104-14282003000200011>> Acesso em 10 jul. 2010.

DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade.** São Paulo: Atlas, 2009.

DOLABELA, Fernando. **O segredo de Luísa.** São Paulo: Cultura Editores Associados, 1999.

FERREIRA, A. B. **Avaliação do risco humano a poluentes atmosféricos por meio do biomonitoramento passivo: um estudo de caso em São Mateus do Sul, Paraná.** Tese (Doutorado em Ciências). 90 p. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FILION, L. J. *Vision et relations: clefs du succès de l'entrepreneur.* Montréal : Éditions de l'entrepreneur, 1991.

FLORIM, L. C.; QUELHAS, O. L. G. **Contribuição para uma construção sustentável: características de um projeto eco-eficiente.** Revista Engevista, Niterói, v. 6, n. 3, p. 121-132, dez. 2004. Disponível em: <http://www.uff.br/engevista/3_6Engevista11.pdf> Acesso em 25 jun. 2011.

FONSECA, J. S. de; MARTINS, G. de A. **Curso de Estatística.** 6 ed. São Paulo: Atlas, 1996.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DE SÃO PAULO (FAPESP). **Borracha difícil de apagar.** 2008. Disponível em: <<http://www.agencia.fapesp.br/materia/9311/especiais/borracha-dificil-de-apagar.htm>> Acesso em 2 mai. 2010.

FUNDAÇÃO IBGE. **O mercado da borracha.** Boletim Geográfico, ano 30, n. 222, p. 1-104, mai/jun. 1971. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/boletimgeografico/Boletim%20Geografico%201971%20v30%20n222.pdf#page=66>> Acesso em 21 dez. 2011.

GASI, T. M. T.; FERREIRA, E. Produção mais limpa. *In:* VILELA JÚNIOR, A.; DEMAJOROVIC, J. **Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações.** São Paulo: Editora Senac, 2006, p. 46-82.

GOMES FILHO, C. V. **Levantamento do potencial de resíduos de borracha no Brasil e avaliação de sua utilização na Indústria da Construção Civil.** 138 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia). Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, 2007.

GOMES, J. A.; OGURA, S. K. **Tratamento e reaproveitamento de pneus usados.** Cetesb: São Paulo, 1993.

HUTCHINSON, G. L.; STRANAGHAN, G. **Rubber isolators for structures.** Concrete International, 1990, 12(4), p. 57-58.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). **Fiscalização da qualidade de pneus reformados.** 2007. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/fiscalizacao/treinamento/pneus_reformados.pdf> Acesso em 24 jul. 2010.

JOHN, V. M. Desafios da construção sustentável. *In:* JOHN, V. M.; PRADO, R. T. A. **Boas práticas para habitação mais sustentável.** São Paulo: Páginas & Letras – Editora e Gráfica, 2010, p. 10-19.

JUS BRASIL NOTÍCIAS. **TRF confirma decisão que proíbe importação de carcaças de pneus para remoldagem.** 2008. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/noticias/26166/trf-confirma-decisao-que-proibe-importacao-de-carcacas-de-pneus-para-remoldagem>> Acesso em 13 jul. 2010.

KAMIMURA, E. **Potencial de utilização dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil.** 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. S. **Tecnologias reutilizadas para reutilização, reciclagem e valorização energética de pneus no Brasil.** Revista Polímeros, v. 18, n. 2, p. 106-118, abr/jun. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282008000200007&script=sci_arttext> Acesso em 13 mai. 2010.

LONGENECKER, J. G.; MOORE, C. W.; PETTY, J. W. **Administração de pequenas empresas.** São Paulo: Makron Books, 1997.

LUSTOSA, M. C. J. Industrialização, meio ambiente, inovação e competitividade. *In*: MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C. J.; VINHA, V. **Economia do meio ambiente: teoria e prática.** Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2003. p. 155-172.

MILANEZ, B.; FERNANDES, L. O.; PORTO, M. F. S. **A coincineração de resíduos em forno de cimento: risco para a saúde e meio ambiente.** Revista Ciência e Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 14, n. 6, p. 2143-2152, dez. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232009000600021&script=sciarttext>> Acesso em 12 nov. 2010.

MILARÉ, É. **Direito do ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário.** 4. ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2005.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Déficit habitacional no Brasil 2008.** 2011. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/>> Acesso em 25 out. 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Pneus um problema ambiental e de saúde pública.** 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqaproriscupml/arquivos/pneus_82.pdf> Acesso em 9 mai. 2010.

MOTTA, F. G. **A cadeia de destinação dos pneus inservíveis: o papel da regulação e do desenvolvimento tecnológico.** Revista Ambiente e Sociedade, Campinas, v. 11, n. 1, p. 167-184, jan. jun. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v11n1/11.pdf>> Acesso em 13 mai. 2010.

MURUGKAR, A. R. K. **Untapped possibilities of reuse of solid rubber waste in construction.** 10th National Conference on Technological Trends (NCTT09) 6-7, nov, 2009.

NOVICKI, R.; MARTIGNONI, B. **Retortagem de pneus.** In: Seminário Nacional Sobre Reuso/Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais. Petrobras. Paraná, 2000.

ODA, S.; FERNANDES JÚNIOR, J. L. **Borracha de pneus como modificador de cimentos asfálticos para uso em obras de pavimentação.** Acta Scientiarum, Maringá, v. 23, n. 6, p. 1589-1599, 2001. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/viewFile/2804/1855>> Acesso em 21 dez. 2010.

OLIVEIRA, S. M. **Estudo de interatividade de carga de látex para uso em material de linha viva.** 78 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais). Centro Federal de Educação Tecnológica, Curitiba, 2004.

PETROBRAS. **Aspectos técnicos, econômicos, logísticos, ambientais e sociais da reutilização de pneus inservíveis.** Boletim técnico v. 49, n. 1/3, dez. Rio de Janeiro, 2006.

RAMOS FILHO, L. S. N. **A logística reversa de pneus inservíveis: o problema da localização dos pontos de coleta.** 99 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RECICLANIP. **Institucional.** 2010. Disponível em: <<http://www.reciclanip.com.br/>> Acesso em 22 mai. 2010.

RESENDE, E. L. **Canal de distribuição reverso na reciclagem de pneus: estudo de caso.** 120 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.

REVISTA INOVAÇÃO UNIEMP. **Vantagens ambientais e econômicas no uso de asfalto em borracha.** Campinas, v.3, n.3, p. 12-15, mai/jun 2007. Disponível em: <http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S1808-23942007000300008&lng=pt&nrm=is>> Acesso em 22 set. 2011.

REVISTA QUIMICA E DERIVADOS. **Borracha natural.** São Paulo. Edição 460. Abril 2007. Disponível em: <http://www.quimicaederivados.com.br/index.php?sessao=reportagem&id=83>> Acesso em 3 jul. 2010.

SACHS, I. **Desenvolvimento: incluyente, sustentável, sustentado.** Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SANTOS, A. L. T. **Plano de gerenciamento do pneu resíduo: metodologia.** 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

SANTOS, J. G. **O impacto do lixo urbano no desenvolvimento de produtos sustentáveis – caso do concreto DI: pneus inservíveis.** 205 p. Dissertação (Mestrado em Gestão de Negócios). Universidade Católica de Santos, São Paulo, 2005.

SATTLER, M. A. **Habitações de baixo custo mais sustentáveis: a casa Alvorada e o Centro Experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis.** Porto Alegre: ANTAC, 2007.

SEIFFERT, M. E. B. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental.** São Paulo: Atlas, 2009.

SHUMPETER, J. A. **The theory of economic development**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1949.

_____. **The creative response in economic history**. Journal of Economic History, nov. 1947. p. 149-159. Disponível em: <<http://issuu.com/hichem.karoui/docs/the-creative-response-in-economic-history---joseph?mode=window&pageNumber=2>> Acesso em 02 out. 2010.

TRINDADE, G. **Entrevista**. Revista Abrapneus, São Paulo, ano 13, n. 74, setembro/outubro. 2005. Disponível em: <http://www.abrapneus.com.br/Revistas/Revi74/Revista74_1.htm> Acesso em 13 jul. 2010.

VALLE, C. E. **Qualidade ambiental: ISO 14000**. São Paulo: Editora SENAC, 2002.

VIANA, L. O. **A logística reversa e o tratamento de pneus inservíveis no Estado do Piauí**. 159 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Pública, Social e Ambiental). Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2009.

VILLAÇA, F. Dilemas do plano diretor. CEPAM. **O município no século XXI: cenário e perspectivas**. ed. especial. São Paulo, 1999, p. 237-247.

APÊNDICE A1 - ENTREVISTA REALIZADA COM O EMPREENDEDOR INVENTOR

1. Qual era sua ocupação antes de trabalhar no ramo de pneus?
2. Qual era a ocupação do seu pai?
3. Que motivo o levou a entrar no ramo de pneus?
4. Há quanto tempo trabalha no ramo de pneus?
5. Faça uma avaliação geral da estrutura (número de funcionários, equipamentos, serviços realizados, tamanho) nesse período?
6. Na sua opinião, qual a razão do crescimento do negócio?
7. A concorrência sempre foi acirrada na cidade?
8. Você já recebeu a visita de algum órgão fiscalizador? Sim Não
9. Quais foram os órgãos? Prefeitura Vigilância Sanitária SEMARH Outros:
10. Qual foi o propósito da visita?
11. Você tem consciência dos problemas que o pneu inservível pode causar quando dispostos em local inadequado para o meio ambiente e saúde humana? Sim Não. Qual?
12. Você é conhecedor das leis que trata do pneu? Sim Não. Poderia citar alguma?
13. Você já foi multado por não atender as exigências do órgão ambiental? Por quê?
14. Em média, quantos pneus são descartados mensalmente?
15. Onde estão dispostos os pneus descartados pela borracharia?
16. Quais são as condições do local onde estão dispostos?
17. Você acha adequado essas condições?
18. Qual o destino final dos pneus inservíveis da borracharia?
19. Como surgiu a ideia de aproveitar o pneu inservível na construção de habitação?
20. Você já tinha visto algo semelhante antes? Onde?
21. O que lhe motivou a utilizar o pneu inservível na construção de habitação?
22. Qual é o futuro, na sua visão, sobre a utilização do pneu inservível na habitação?
23. Você já produziu um outro tipo de invenção? Qual?
24. Quais são as características que melhor definem você?
25. Qual o seu nível de escolaridade?

APÊNDICE A2 - ENTREVISTA REALIZADA COM A POPULAÇÃO/ USUÁRIO FINAL DA HABITAÇÃO

1. Diante da foto apresentada de uma habitação construída com resíduo de pneus, você residiria nessa se tivesse a mesma segurança, conforto e durabilidade de uma casa convencional? Sim Não. Por quê? Desconfia da tecnologia Somente se for mais barato, quanto % mais _____ Preconceito Depende:

2. Se as duas casas tivessem o mesmo preço qual você escolheria? Casa convencional
 Casa construída com resíduo de pneus
3. E se a casa construída com resíduo de pneus for 40% mais barata. Qual você escolheria? Casa convencional Casa construída com resíduo de pneus.
4. Você possui habitação própria? Sim Não
5. Qual a faixa de renda da família? De 0 a 3 salários mínimos De 3 a 6 salários mínimos De 6 a 10 salários mínimos Acima de 10 salários mínimos

APÊNDICE A3 - QUESTIONÁRIO ENVIADO À RECICLANIP

1. A partir de 2002, em função da Resolução 258/99 do CONAMA, quando produtores de pneus foram obrigados a coletar e dar destinação legal aos pneus inservíveis, quantas toneladas, anualmente, tiveram destinação ambientalmente adequada?

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Toneladas								

Para fins de cálculo, favor informar a quantidade de pneus de automóvel equivalente a uma tonelada de pneus inservíveis.

2. Qual o destino final (%) dos pneus inservíveis no Brasil relativo ao mesmo período?

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Cimenteira								
Pirólise								
Regeneração								
Laminação, trituração e artefatos.								
¹ Diversos usos								
Sem destinação correta								

¹ Favor informar diversos usos:

3. A Reciclanip cumpriu as metas impostas pelo CONAMA nesse mesmo período?

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CONAMA								
Reciclanip								

Favor informar em toneladas

4. Quais as barreiras que dificultam as ações da Reciclanip?
5. Quais seriam as sugestões para superar estas barreiras?
6. Qual a principal missão da Reciclanip em relação ao pneu inservível?
7. Na concepção da Reciclanip, qual a definição para destinação ambientalmente correta?
8. A Reciclanip tem orçamento anual para o desenvolvimento de tecnologias aplicada ao pneu inservível? Quanto?
9. Dentre as tecnologias conhecidas, existe alguma que a Reciclanip tem preferência ou priorize? Qual o motivo?
10. A Reciclanip garante fornecimento em escala para novas aplicações que ofereça destino ambientalmente correto para o pneu inservível? Sim Não
11. A Reciclanip conhece projeto que utiliza o pneu inservível na construção de habitação em Goiatuba - GO? Sim Não
12. Na concepção da Reciclanip, esse tipo de projeto é viável? Por quê?

13. Quais seriam as exigências da Reciclanip para ajudar a viabilizar o projeto?
14. Quantos projetos como esse já foram viabilizados pela Reciclanip? Por quê?
15. A Reciclanip tem conhecimento da existência de projeto semelhante em outros países?
 Sim Não. Caso a resposta seja afirmativa, como a questão é tratada?

APÊNDICE A4 - QUESTIONÁRIO ENVIADO À SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE GOIÁS

1. Quais são as ações da SEMARH na fiscalização do tratamento da disposição final dos pneus inservíveis?
 Visita de inspeção ao local de disposição; Solicitação de relatório do Município em relação as quantidades e destino dos pneus inservíveis; Aplicação de sanções; Orientação nas fontes de geração; Outros:
2. Existe algum auto de infração/sanção aplicada ao Município de Goiatuba em relação ao gerenciamento adotado aos pneus inservíveis? Motivo?
3. A SEMARH conhece atividade no Município de Goiatuba que promove a destinação do pneu inservível na construção de habitação? Sim Não
4. O processo de construção civil na utilização de resíduos de pneus na habitação deve ser objeto de licenciamento? Qual?
5. Qual seria o procedimento para legalizar/licenciar essa atividade?

APÊNDICE A5 - QUESTIONÁRIO ENVIADO À CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

1. Sendo uma instituição financeira de caráter social, qual a opinião da CEF quanto a perspectiva de incentivo à construção de habitação usando o conceito de sustentabilidade (material reciclável, aproveitamento de água pluvial, uso racional de energia etc.)?
2. Existe instrução normativa que trata desse tipo de construção ou estas são tratadas em conjunto com construções que utiliza técnicas convencionais?
3. Quais seriam as exigências para financiar esse tipo de construção?
4. Na concepção da CEF é viável criar uma linha especial para esse tipo de construção?
Por quê?
5. Considerando o papel da caixa como um agente de financiamento de uma atividade (construção civil) que consome uma elevada quantidade de recursos naturais, qual a viabilidade da criação de linhas de financiamento com taxas mais reduzidas para construção “sustentável”, de forma a fomentar a redução dos impactos ambientais advindos desta atividade.

ANEXO B - RELATÓRIO PUC/GO

Relatório PUC/GO

NOVEMBRO/2009

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

LABORATÓRIOS DE ENGENHARIA CIVIL

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

**AVALIAÇÕES DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS E ESTABELECIMENTO DE
REQUISITOS PARA HABITAÇÕES TÉRREAS COM FUNDAÇÕES, PAREDES,
CINTAS E PILARES DE CONCRETO COM AGREGADO DE ENTULHO DE OBRAS
E DEMOLIÇÕES E BORRACHAS DE PNEUS EMBUTIDAS**

Coordenador: Prof. José Dafico Alves

Diretor do Departamento de Engenharia: Prof. José Alves de Freitas

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

LABORATÓRIOS DE ENGENHARIA CIVIL

TÍTULO: Caixa Econômica Federal – Avaliações de Desempenho de Sistemas Construtivos e Estabelecimento de Requisitos para Habitações Térreas com Cintas, Paredes e Pilares de Concreto com Agregados de Entulho de Obras e Demolições e Borrachas de Pneus Embutidas.

Prof. José Dafico Alves

Prof. José Alves de Freitas

PALAVRAS CHAVES: Avaliações. Borracha de pneus. Concreto com agregados de entulho. Requisitos.

RESUMO: Este relatório apresenta os resultados das avaliações de desempenho dos componentes e sistemas construtivos utilizados nas habitações térreas executadas em concretos com agregados de entulhos de obras e demolições e incorporação de borrachas de pneus para ser executadas em todo território brasileiro e estabelece requisitos técnicos que este processo deve seguir.

SUMÁRIO

- 1 – INTRODUÇÃO
- 2 – MATERIAIS E MÉTODOS
- 3 – ESTUDOS INICIAIS
- 4 – ENSAIOS E NORMAS DE EXECUÇÃO
- 5 – AVALIAÇÕES CORPOS DE PROVA PREPARADOS A PARTIR DE PLACAS DAS PAREDES (CEOD)
- 6 – REQUISITOS PARA DESEMPENHO DO SISTEMA COMO UM TODO E RESULTADOS MEDIDOS
- 7 – SISTEMA CONSTRUTIVO
- 8 – GARANTIAS E RESPONSABILIDADES
- 9 – VALIDADE DESTE DOCUMENTO
- 10 – CONSIDERAÇÕES FINAIS
- 11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 – INTRODUÇÃO

A disposição de resíduos sólidos provenientes das indústrias de alimentos tem somado tem somado aos das outras tantas no montante de lixos descartados na natureza que já se encontra severamente poluída por nós humanos. Haja vista que carregamos o estigma de maior predador do planeta.

Já não faz muito tempo que a humanidade começou a preocupar com sua agressão à natureza. Na ECO-92, com a definição da Agenda 21, destacou-se a necessidade de se implementar uma gestão ambiental para tratar dos resíduos sólidos. São várias ações que deverão ser implementadas para reciclagem dos vários tipos de resíduos sólidos gerados nos diversos setores da atividade humana.

Neste projeto propõe-se a reciclagem da carcaça de pneus visando sua aplicação como material e componente da construção de habitações. A carcaça de pneu é composta de borracha e fibras de aço de alta resistência.

A questão ambiental no Brasil é tratada somente do ponto de vista de preservação da natureza, tais como: desmatamento, extrações predatórias de recursos naturais, caça, pesca, etc, ainda está muito voltada para punições, deverá voltar-se para elaboração de Programas de Reciclagem que permitam valorizar e incentivar a industrialização de resíduos gerados nos seguintes Setores: agropecuários, industriais e extrativistas.

A estimativa é que cerca de 30 milhões de pneus são descartados por ano, sendo que muitos são retidos pelos donos nas residências sem nenhuma preocupação com os transtornos ambientais, porque acumula água, facilitando a proliferação de insetos como a larva do mosquito da dengue que tem causado problemas de saúde nos últimos anos em vários estados brasileiro.

A Resolução do CONAMA de nº 258 de 26/07/1999 prevê a reciclagem de 30 milhões de pneus nos próximos anos. É uma atitude ainda pequena, mas representa um grande passo para incentivar a reciclagem deste material.

As carcaças de pneu antes de ser descartadas devem separar a borracha das fibras e fragmentá-las para reduzir o volume nos lixões.

Todos os componentes do pneu podem ser reciclados para a construção civil, sendo as fibras preparadas para incorporar ao concreto como armadura, a borracha pode ser preparada para componentes da construção, tais como: placas impermeabilizantes de contrapiso, enchimento de fundações para habitações, composições de painéis de paredes de concreto, etc.

Este trabalho foi realizado pelo Departamento de Engenharia da PUC/GO, visando atender as exigências da Caixa Econômica Federal para liberar o presente processo construtivo, bem como os materiais utilizados na execução das partes estruturais.

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

Tomaram-se protótipos já construídos há algum tempo na cidade de Goiatuba em Goiás e necessitava de uma avaliação de desempenho para fins de aprovação pela CAIXA ECONÔMICA FEDERAL e também com objetivo de incorporar mais um sistema de construção sustentável no Brasil.

É um registro importante de um sistema inédito que merece todo apoio pelos Órgãos governamentais para ser disponibilizado para construção mais barata e sustentável.

Embora seja um sistema novo na sua metodologia, os componentes são de materiais já bastante pesquisados no Brasil, como o concreto com entulho de demolição e sendo as características do concreto com entulho já conhecidas, concreto com cerâmica britada, entre outros. Optou-se por no protótipo escolhido os ensaios de impacto de corpo mole, impacto de corpo duro, cargas de corpo suspenso nas paredes e fechamento brusco de portas.

Como as habitações já estavam concluídas e em uso, não se realizou provas de carga nas estruturas. Realizou-se apenas uma inspeção visual quanto a sua estabilidade.

Também foi levada em consideração a comparação com unidades construídas no sistema tradicional, como as casas de alvenaria cerâmica, em blocos de concreto, muito usado na região e comparou-se também com as avaliações de FURNAS, Relatório DCT.T.15.006.2005-R0 (2005), para sistemas de edificações térreas com paredes de concreto celular autoclavado e no estudo de caso realizado pela Escola de Engenharia de São Carlos (1998). Com estes dados foi possível fazer um julgamento criterioso do sistema objeto deste relatório.

3 – ESTUDOS INICIAIS

A primeira etapa do trabalho foi uma inspeção in loco das obras já realizadas na cidade de Goiatuba, Goiás, pelo idealizador do processo, Sr. José Neto de Medeiros onde foi constatada a consistência de um procedimento que embora não convencional em alguns aspectos, tem as características da sustentabilidade, durabilidade, conforto e segurança. Estas foram às conclusões tiradas nesta avaliação visual das obras concluídas e já habitadas há algum tempo.

4 – ENSAIOS E NORMAS DE EXECUÇÃO

Os primeiros ensaios realizados foram os de caracterização dos materiais componentes do concreto, dosagem de traços para os componentes da obra, tais como: fundações, regularização (contra piso), cintas, vigas e pilares e para os painéis de paredes. A metodologia de dosagem foi de (ALVES, 2006). Aproveitou-se a oportunidade para avaliar o potencial do entulho para aplicações na construção de habitações, conforme resultados da tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Resultados das características avaliadas dos traços

Fator A/C	Abatimento mm	Resistência à compressão (MPa)		Mód. Def. (GPa)
		7 dias	28 dias	28 dias
0,35	120	38,1	40,5	19,58
0,40	110	31,6	35,2	16,30
0,45	90	25,8	29,8	14,16
0,50	60	23,5	29,8	16,9

4.1 – Ensaios executados para avaliar o desempenho da habitação, de acordo com a tabela 2

Tabela 2 – Normas aplicadas nas avaliações constantes deste relatório

Natureza do ensaio	Norma	Procedimento FURNAS
Impacto de corpo mole em paredes	NBR 15575-2/2008	
Impacto de corpo duro em paredes		
Cargas de ocupação - Peças suspensa	NBR 11678/90	
Cargas de ocupação - Sustentação de redes de dormir		

Interação paredes e portas - Impacto de corpo mole	NBR 8951/83	
Interação paredes e portas - Operações de fechamento brusco	NBR 8054/83	
Verificação de estanqueidade à água em paredes externas	Método do IPT	
Avaliação de desempenho acústico em protótipos - Parte externa	ISSO 104-5/1998	
Avaliação de desempenho acústico em protótipos - Parte interna	ISSO 104-41998	
Ensaio de resistência ao fogo em escala reduzida	ASTM E - 119/1995 e Método do IPT	
Verificação do comportamento de paredes expostas à ação do calor e choque térmico	Método do IPT	

5 – AVALIAÇÕES DE CORPOS DE PROVA PREPARADOS A PARTIR DE PLACAS DAS PAREDES (CEOD)

As placas possuem uma densidade aparente, seca ao ar, entre 1800 e 2000 kg/m³ e resistência a compressão média de 3,8 MPa, tendo incorporado tiras de borracha de pneus. A espessura da parede varia de 10 cm com função apenas de vedação e de 15 cm para parede estrutural. Foram também feito prova de carga nas bobinas de borracha de pneu preenchida com concreto com agregado de entulho de demolição, conforme figura 1(a e b) a seguir, onde foram aplicadas cargas máximas a compressão de 250 kN.



(a)

(b)

Figura 1 (a e b) mostrando ensaios num prisma de parede e numa bobina de borracha preenchida com (CEOD).

5.1 – Características dos concretos da obra

- Concreto de regularização e das paredes, denominado de traço T.1:

Traço em volume: 1 : 7,5 (cimento e entulho moído) e relação água/cimento, em massa igual a 1,2 ou 60 litros por saco de cimento.

$f_{ck} = 3,00$ MPa;

Consumo de cimento por m^3 de concreto = 192,3 kg

Massa unitária do concreto fresco = 2,00 kg/dm^3

Massa unitária do concreto endurecido:

Na condição superfície, saturada, seca (δ_{sss}) = 2,085 kg/dm^3

Na condição seca (δ_0) = 1,87 kg/dm^3

Absorção de água no concreto endurecido (A%) = 12,9.

- Concreto das cintas e pilares denominado de traço T.2:

Traço em volume: 1 : 2,6 (cimento e entulho moído) e relação água/cimento em massa = 0,57

$f_{ck} = 15,00$ MPa;

Consumo de cimento por m^3 de concreto = 452 kg

Massa unitária do concreto fresco = 1,975 kg/dm^3

Massa unitária do concreto endurecido:

Na condição superfície, saturada, seca (δ_{sss}) = 2,21 kg/dm^3

Na condição seca (δ_0) = 1,98 kg/dm^3

Absorção de água no concreto endurecido (A%) = 11,4.

Na figura 2 (a e b) mostra corpos de prova do concreto das cintas e pilares e concreto das paredes sendo ensaiados à compressão.



(a)



(b)

Figura 2 (a e b) – mostrando os ensaios à compressão dos corpos de prova do CEOD das cintas e pilares e das paredes.

6 – REQUISITOS PARA DESEMPENHO DO SISTEMA COMO UM TODO E RESULTADOS MEDIDOS

As primeiras formulações e debates sobre desempenho na construção civil foram apresentados no segundo congresso do Conseil International du Bâtiment em 1962, por Frederick M. Lea do Building Research Establishment (SILVA E SOUZA, 2003).

O conceito de desempenho aplicado aqui é referente ao processo do projeto desde a concepção arquitetônica, processo de execução que determina todas especificações inerentes ao projeto e processo construtivo.

As avaliações de desempenho, visando a atender os requisitos da ABNT NBR 15575 estão relacionadas a seguir:

- Desempenho estrutural:

Resistência a impacto de corpo mole em paredes;

Resistência a impacto de corpo duro em paredes;

Carga de ocupação – peças suspensas e redes de dormir;

Interação entre paredes e portas por fechamento brusco;

Interação entre paredes e portas por impacto de corpo mole no centro geométrico da porta.

- Estanqueidade:

Verificação da estanqueidade à água de paredes externas e internas em contato com áreas molháveis:

Verificação de estanqueidade à água de pisos;

Verificação de estanqueidade à água de cobertura.

- Segurança ao fogo:

Propagação de chamas;

Densidade óptica de fumaça;

Resistência ao fogo.

- Conforto térmico:

Condições de conforto no verão;

Condições de conforto no inverno.

- Conforto acústico:

Isolamento sonoro de ruído de fachada – vedação externa;

Isolamento sonoro de parede interna.

- Durabilidade e manutenção;

- Custos.

Todos os requisitos apresentados serão avaliados segundo as normas pertinentes e apresentados de acordo com os resultados das avaliações realizadas por profissionais

especializados da área de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, através do Departamento de Engenharia.

6.1 – Desempenho Estrutural

6.1.1 – Resistência ao Impacto de Corpo Mole em Paredes

Os impactos de corpo mole segundo o ANEXO F da ABNT NBR 15575-4-2008., são aplicados por meio de saco cilíndrico de couro preenchido com areia seca, com massa total de 40 kg, acionado em movimento pendular a diferentes alturas de forma a provocar energias entre 120 e 720 J, para paredes sem função estrutural, seguindo os critérios de desempenho da ABNT NBR 15575-2-2008.

Nas paredes externas de casas térreas, com função estrutural, submetidas a impactos de corpo mole, a tabela F.3 da ABNT NBR 15575-4:2008, conforme registrado na tabela 3, informa o desempenho recomendável para os níveis intermediário a superior, onde:

Tabela 3 – Dados transcritos da tabela F.3 da ABNT NBR 15575-4:2008.

Energia de impacto de corpo mole (J)	Critério de desempenho
960	Não ocorrência de ruptura
720	Não ocorrência de ruptura
480	Não ocorrência de falhas
240	Não ocorrência de falhas Limitação dos deslocamentos horizontais: $D_h \leq h/250$ $D_{hr} \leq h/1250$

Impacto em paredes para casa térrea sem função estrutural, de acordo com a tabela F.4 da ABNT NBR 15575-4: 2008, cujos dados estão na tabela 4, para nível intermediário serão:

Tabela 4 - Dados transcritos da tabela F.3 da ABNT NBR 15575-4:2008.

Energia de impacto de corpo mole (J)	Critério de desempenho
720	Não ocorrência de ruptura
480	
360	Não ocorrência de falhas

240	Não ocorrência de falhas Limitação dos deslocamentos horizontais: $D_h \leq h/125$ $D_{hr} \leq h/625$
180 120	Não ocorrência de falhas

Onde:

D_h = Deslocamento horizontal

D_{hr} = Deslocamento horizontal residual

H = altura da parede analisada.

Realizaram-se os testes de impacto de corpo mole nas paredes externas com função estrutural cuja energia de impacto foi de 960 J e na parede interna com energia de impacto de 720 J. Também foram medidos os deslocamentos horizontais instantâneos e residuais no protótipo, medindo-se os deslocamentos horizontal e residual, conforme tabela 5 e tabela 6.

Tabela 5 – Resultados dos testes de impacto de corpo mole na parede externa com espessura de 12 cm.

Protótipo	Deslocamentos (mm)		Limites
Painéis de paredes externas	1º ensaio	$D_h = 1,0$	$D_h \leq h/250 = 10,0$
		$D_{hr} = 0,02$	
	2º ensaio	$D_h = 1,1$	$D_{hr} \leq h/1250 = 2,0$
		$D_{hr} = 0,03$	

Na figura 3 mostra momento da prova de impacto de corpo mole numa parede do protótipo.



Figura 3 – Ensaio de impacto de corpo mole no lado externo da parede

Tabela 6 – Resultados dos testes de impacto de corpo mole na parede interna com espessura de 10 cm.

Protótipo	Deslocamentos (mm)		Limites
Painéis de paredes internas	1º ensaio	$D_h = 0,5$	$D_h \leq h/250 = 10,0$
		$D_{hr} = 0,0$	
	2º ensaio	$D_h = 1,0$	$D_{hr} \leq h/1250 = 2,0$
		$D_{hr} = 0,02$	

Os resultados encontrados nas avaliações de desempenho por impacto de corpo mole indicam que o sistema apresentou bom desempenho nestes testes.

6.1.2 – Resistência ao Impacto de Corpo Duro em Paredes

Os impactos de corpo mole segundo o ANEXO F da ABNT NBR 15575-4-2008, são aplicados por meio de uma esfera de aço de 1 kg na parte externa da parede, cujos critérios e níveis de desempenho de fora para dentro, de acordo com a tabela 6 da ABNT NBR 15575-2: 2008, são os seguintes:

$J = 3,75$ – Não deve ocorrer falha e nem moissas com qualquer profundidade;

$J = 20$ - Não deve ocorrer ruína e nem traspassamento. Admitem-se moissas, fissuras e desagregação. A figura 4 mostra a realização do teste.



Figura 4 – Teste de impacto de corpo duro no lado externo da parede.

Nos testes de impactos de corpo duro realizado de fora para adentro com energia de 20 J ocorreu moissa de 5mm de diâmetro e de dentro para fora não ocorreu aparecimento de moissas ou qualquer outro tipo de avaria nas paredes.

Realizaram-se impactos de corpo duro de 1 kg nos contrapisos com energia de 10 J onde as moissas tinham 5 mm de diâmetro.

6.1.3 – Cargas de ocupação

De acordo com a ABNT NBR 15575-3: 2008, as paredes devem resistir cargas verticais concentradas previsíveis nas condições normais de ocupação sem apresentar ruínas localizadas e nem deformação excessiva, conforme resultados na tabela 7 e figura 5 (a e b) mostrando a realização dos testes.

Peças suspensas, sendo 40 kg em cada ponto, não devem ocorrer falhas e as limitações de deslocamentos horizontais são:

$$D_h \leq h/500$$

$$D_{hr} \leq h/2500.$$

Sustentação de rede de dormir deve ser de 110 kg por suporte da rede, não devendo ocorrer falhas e as limitações de deslocamentos horizontais são:

$$D_h \leq h/500$$

$$D_{hr} \leq h/2500.$$

Tabela 7 – Resultados das avaliações de cargas de ocupação

Ensaio	Deslocamentos (mm)	Observações	Limites
Cargas suspensas	$D_h = 0,0$	Sem ocorrência de falhas	$D_h \leq h/500 = 5,0$
	$D_{hr} = 0,0$		
Cargas da rede de dormir	$D_h = 1,0$		$D_{hr} \leq h/2500 = 1,0$
	$D_{hr} = 0,01$		



(a)

(b)

Figura 5 – (a) Carga suspensa numa parede e (b) prova de carga na rede de dormir

Verificou-se nas avaliações do protótipo de painéis que o desempenho das cargas de ocupação para cargas suspensas e cargas de rede de dormir apresentou resultados dentro das limitações das normas, sendo então aprovadas nestes testes.

6.1.4 – Interação entre Paredes e Portas

Teste de fechamento brusco – neste teste foi aplicada uma força de 15 kgf perpendicular ao plano da porta de forma a fechá-la bruscamente, tendo sido aplicado dez impactos, não sendo constatado nenhum dano tanto na porta como no marco.

As paredes também não apresentaram quaisquer danos na junção com o marco, tais como: rupturas, desintegração nas juntas e nem fissuras nas regiões de fixação dos marcos.

Impacto de corpo mole – realizou-se o teste de 240 J de impacto de corpo mole no centro geométrico da porta, não foi encontrado nenhum dano na vizinhança do marco.

6.2 – Estanqueidade

Foram avaliados três protótipos já habitados há algum tempo, onde não foram encontrados quaisquer indícios de infiltrações tanto nas proximidades próximas das cintas inferiores quanto nas faces externas das fachadas. Também nas paredes em contatos com áreas molhadas não foram encontradas manchas decorrentes absorção de água.

No ensaio de absorção do concreto das paredes, o resultado foi de 12,9% que é bem inferior ao limite máximo permitido para cerâmica tipo plan.

Os pisos dos protótipos avaliados também estavam sem nenhuma alteração devido à umidade do solo ou proveniente de lavagem periódica pelos moradores dos referidos imóveis.

As coberturas se apresentavam em excelente estado de conservação, sem nenhum indício de deficiência no escoamento da água da chuva e as telhas estavam sadias sem vestígios de alguma patologia própria de cerâmica de má qualidade.

6.3 – Segurança ao fogo

6.3.1 – Propagação de chamas

Todos os elementos dos protótipos são adequados para ambientes que oferecem segurança contra a evolução de um incêndio porque não apresentam tendência à combustão instantânea e tem alta resistência à propagação de chamas por ser concreto com entulho de demolição, apresentando maior retardo na emissão e propagação de calor, são mais eficientes que uma construção com concreto convencional.

6.3.2 – Densidade ótica de fumaça

Sobre este item, o Projeto de Norma da ABNT: Desempenho de Edificações 02:136.01:003:2002, no item 8.3, estabelece que a fuga dos usuários em situação de incêndio deve ser facilitada pela limitação da densidade ótica da fumaça gerada na combustão de seus elementos construtivos.

O desenvolvimento e propagação de fumaça devem ser controlados de acordo com a localização em relação ao ambiente construído. A tabela 8 do projeto 02:136.01:003:2002, estabelece a densidade ótica de fumaça.

Tabela 8 – Densidade ótica de fumaça

Elemento construtivo	Densidade ótica em cozinhas e outros locais de uso privativo das habitações (somente classificação com aplicação de chama piloto)
Piso	450

O concreto com entulho de demolição, da mesma forma que o concreto convencional e o concreto celular, sendo este último já analisado por FURNAS, Conforme Relatório DCT.T.15.006.2005-R0, não contribui com emissão de fumaça. Há que considerar os tipos de revestimentos que poderão emitir fumaça.

Pode-se controlar a emissão de fumaça dos revestimentos externos e internos das paredes em função de sua localização. Existem testes para assegurar este controle, conforme a norma ASTM (American Society for Testing and Materials), ASTM E-662/2003 – “Standar Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials”

Ligações através de frestas ou buracos entre os compartimentos de uma habitação devem ser evitadas para não permitir circulação de fumaça durante o incêndio. As portas devem ser instaladas entre todos os ambientes de forma a permitir seu isolamento no caso de incêndio. Este procedimento muitas vezes poderá contribuir para que o incêndio seja contido e eliminado sem maiores prejuízos para o imóvel.

6.3.3 – Resistência ao fogo

São vários fatores a serem analisados para definir a resistência ao fogo dos componentes de uma habitação, quais sejam:

- Quanto tempo o componente mantém suas características iniciais;
- Quanto tempo para início de colapso;
- Quanto tempo impedirá a passagem de gases e das chamas de um ambiente para o outro.

De acordo com as exigências do projeto: Desempenho de Edificações 02.136.02 : 2004, item 8.1.1, “A resistência ao fogo dos elementos construtivos com função estrutural e de compartimentação entre unidades habitacionais, deve atender ao disposto na tabela 8 a seguir:

Tabela 9 – Critérios relativos à resistência ao fogo de elementos construtivos de compartimentos entre as unidades habitacionais

Elementos construtivos	Resistência ao fogo (horas)		
	Isolação térmica	Estanqueidade	Estabilidade
Pisos e paredes entre habitações contíguas	1/2	1/2	1/2

O método de avaliação deve seguir a orientação das normas da ABNT NBR 5628/2002, sendo que a comprovação do atendimento também poderá ser por avaliações de ensaios realizados e também por métodos analíticos.

6.4 – Conforto térmico

Foram tomadas temperaturas do protótipo de Goiatuba para avaliar o conforto térmico interno, cujos resultados estão na tabela 10.

Tabela 10 - Relatório das temperaturas do protótipo avaliado em Goiatuba

Dia	Horário	Temp. int. °C	Temp. ext. °C
15/10/2009	07:00	21	23
15/10/2009	09:00	24	26
15/10/2009	11:00	26	29
15/10/2009	13:00	27	31
15/10/2009	15:00	27	32
15/10/2009	17:00	25	31
15/10/2009	19:00	24	29
16/10/2009	07:00	21	22
16/10/2009	09:00	24	25
16/10/2009	11:00	27	30
16/10/2009	13:00	27	31
16/10/2009	15:00	28	32
16/10/2009	17:00	26	28
16/10/2009	19:00	21	24
19/10/2009	07:00	19	23
19/10/2009	09:00	22	25
19/10/2009	11:00	22	27

19/10/2009	13:00	26	33
19/10/2009	15:00	26	34
19/10/2009	17:00	25	30
19/10/2009	19:00	24	28
20/10/2009	07:00	20	25
20/10/2009	09:00	24	25
20/10/2009	11:00	25	26
20/10/2009	13:00	24	29
20/10/2009	15:00	26	42
20/10/2009	17:00	28	40
20/10/2009	19:00	28	38
21/10/2009	07:00	22	24
21/10/2009	09:00	24	27
21/10/2009	11:00	26	30
21/10/2009	13:00	27	32
21/10/2009	15:00	28	34
21/10/2009	17:00	28	33
21/10/2009	19:00	25	28

A partir de dados de dados medidos de temperatura interna e externa, Krueger(2003), pode-se gerar equações preditivas de temperatura ser alcançadas no ambiente interno e externo que está sendo avaliado. Este método fornece dados do comportamento térmico de um ambiente com relativa precisão, a partir de poucas variáveis ambientais, dispensando simulações de desempenho. As equações representam o padrão de relações entre o ambiente interno e externo de uma habitação de forma puramente matemática.

Este procedimento foi desenvolvido a partir da pesquisa de (GIVONI, 1999, Apud KRUEGER, 2003). Foram exaustivas medições realizadas no sul da Califórnia, EUA, durante dois anos sob diversas condições para se chegar a seguinte equação (1):

$$T_{\text{máx, int}} = GT_{\text{méd, ext}} + \Delta T + K(T_{\text{méd, ext}} - GT_{\text{méd, ext}}) \quad (1)$$

Onde:

$T_{\text{máx, int}}$ = temperatura máxima interna do dia analisado;

$GT_{\text{méd, ext}}$ = temperatura média externa no período analisado;

ΔT = elevação da temperatura máxima interna sobre a média da temperatura externa;

$T_{\text{méd, ext}}$ = temperatura média externa do dia analisado;

K = razão da variação diária entre a máxima temperatura interna e a média externa.

Aplicando-se a equação (1) de Krueger, os resultados das temperaturas máximas internas estão na tabela 11.

Tabela 11 – Temperatura máxima calculada

Dia da tomada das temperaturas	Temperatura máx. calculada (°C)
15/10/2009	27,04
16/10/2009	25,33
19/10/2009	26,07
20/10/2009	27,63
21/10/2009	27,96

Na figura 6 a seguir, são apresentados os valores da temperatura média interna e externa de cada dia das leituras.

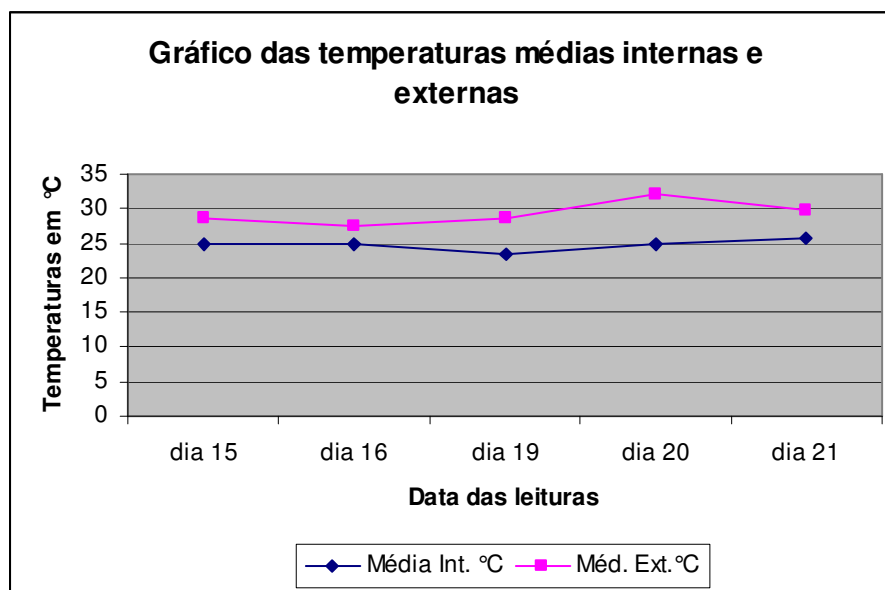


Figura 6 – resultado das médias das temperaturas internas e externas.

6.4.1 – Cálculo dos parâmetros térmicos

Concreto das paredes:

Traço em massa: 1:8,2:0,8 (cimento:entulho moído:água/cimento)

Cimento por m³ de concreto = 200 kg

Massa unitária do concreto = 1,87kg/dm³

Calor específico (c) = 0,713 kJ/kg.K

Condutividade térmica (λ) = 0,73 W/m.K

Resistência térmica para paredes de 12 cm de espessura:

$$R_T = 0,12/0,73 = 0,16 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$$

Sendo que este valor está entre a resistência total de uma parede de bloco de 9 cm de espessura mais revestimento em argamassa que é 0,30 m².K/W e a resistência de uma parede de bloco cerâmico de 9 cm de espessura mais revestimento em argamassa, 0,42 m².K/W.

A transmitância térmica (U) é o inverso da resistência térmica que é igual à:

$$U = 1/0,16 = 6,25 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$$

A capacidade térmica da parede de concreto com 12 cm de espessura será:

$$C_T = 0,12 \times 0,713 \times 1870 = 160 \text{ kJ}/\text{m}^2.\text{K}$$

O atraso térmico calculado para parede de 12 cm de espessura é de 3,73 horas.

De acordo com as diretrizes construtivas para zona bioclimática 6 da ABNT NBR 15220-3/2005 em que está à cidade de Goiátuba, deve-se adotar aberturas médias para ventilação e também sombreamento.

6.5 – Conforto Acústico

O desempenho acústico de uma habitação deve apresentar níveis que permitam aos habitantes morar bem sem perturbação de ruídos externos da rua, vizinhanças e até mesmo em relação a compartimentos internos, quando destinadas ao lazer, trabalhos e ao repouso noturno.

O isolamento acústico depende:

- da massa específica do elemento;
- da sua porosidade interna;
- da espessura.

É importante analisar a fuga de sons através de portas, janelas e caixas de passagens.

O isolamento mínimo, segundo NBR 1575-4:2008, tabela 19:

- dentro da mesma habitação é de 30 a 34 dB;
- entre as habitações, é de 40 a 44 dB.

Na avaliação do protótipo, os resultados foram:

- som externo para o interior, o valor médio foi de 41,1 dB;
- interno entre compartimentos, o valor médio foi de 30,3 dB.

6.6 – Durabilidade

A durabilidade do sistema construtivo aqui analisado pode ser comparada aos sistemas construtivos com concreto convencional, concreto com agregados leves e concretos celular. Para concretos de mesma resistência à compressão e relação água/cimento foi encontrada uma pequena diferença na taxa de carbonatação. Outro cuidado na utilização de entulho de demolição é a presença de resíduos de gesso cuja ação já é bastante conhecida na degradação do concreto e da armadura. Alguns cuidados no projeto e execução darão uma grande contribuição na durabilidade da obra, tais como: evitar infiltração de água, impermeabilização na transição fundação para paredes e os demais procedimentos para manter a habitação com drenagens da água da chuva.

Nas figuras a seguir mostram a avaliação de carbonatação, figura 7 (a e b) numa cinta e um pilar com mais de um ano de idade, onde a espessura de carbonatação foi de 1,5 cm.



Figura 7 (a e b) avaliação de carbonatação numa cinta inferior externa e um pilar externo.

As paredes devem receber pintura adequada, ou seja: na parte externa deve receber uma aplicação de selador externo para impermeabilizar e prolongar a vida útil da pintura que também deve ser própria para exterior. Internamente, seria o selador interno e pintura com PVA interior. O piso será como na construção convencional, tendo uma lona de PVC na superfície da camada de solo compactado para receber o contrapiso e o piso. No banheiro e cozinha devem ser revestido com cerâmica. As instalações elétricas e hidro- sanitárias devem ter a tubulação já embutida junto com a execução das paredes, evitando rasgos ou cortes após a parede pronta. A cobertura também será com na construção convencional ou com material reciclado como as telhas de Tetra Pak que será uma boa opção para sustentabilidade da habitação.

6.6.1 Manutenção

O sistema construtivo aqui analisado não apresenta dificuldade para sua manutenção devido às características de durabilidade já avaliadas do concreto e ressalta-se ainda que a borracha seja praticamente não degradável. O concreto das paredes tem baixa absorção,

12,9 %, item 5.1. Recomenda-se pintura periódica das portas e janelas, sempre que se apresentar sinais de corrosão, como expansão da camada de pintura. Também as paredes devem ser pintadas pelo menos a cada dois anos com tinta de boa qualidade.

Deve ter calçada em volta das paredes externas para evitar carreamento do solo na vizinhança das fundações.

Devem-se observar principalmente os pisos dos banheiros, cozinha e área de serviço quanto ao escoamento da água para que não permaneça empoçada porque irá causar deterioração do mesmo e também não usar produtos de limpeza com alto teor de cloro ou sabões que são tremendamente agressivos aos pisos de um modo geral.

As instalações hidráulicas e sanitárias devem ser bem cuidadas para evitar entupimentos, vazamentos que trarão problemas de infiltrações e deterioração da habitação.

As instalações elétricas também devem estar com uso dentro do que foi planejado para a residência porque uma sobrecarga trará grandes transtornos como até riscos de incêndios.

6.6.2 - Manual do proprietário

Ao proprietário do imóvel caberá a responsabilidade do uso consciente de seu habitat para seguir a premissa de que sabendo usar não vai ter transtornos de despesas maiores com sua residência. Qualquer intervenção futura como ampliações ou modificações devem ser planejadas para não comprometer a segurança da obra. A orientação de um profissional habilitado deve ser considerada, além atender as normas da ABNT NBR 5674/1999 – “Manutenção de edificações – Procedimento” e ABNT NBR 14037/1998 “Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação”, ou seguir orientação da CAIXA que deverá orientar aos ocupantes do imóvel sobre a forma correta de utilizar seu imóvel. Tais recomendações deverão conter ainda informações sobre eventuais patologias que poderão ocorrer no imóvel e a forma correta para resolver o problema. No manual do proprietário deverá abordar os seguintes itens: fundações, alvenarias, revestimentos, parte metálica, madeira, cobertura e estrutura. Ao lado do proprietário está o Código de Defesa do Consumidor para auxiliá-lo nas questões que não foram resolvidas por entendimento entre as partes.

7 SISTEMA CONSTRUTIVO

O sistema objeto desta avaliação diferencia dos já existentes nos seguintes itens:

- fragmentos de borracha de pneu, plásticos e vidros incorporados ao concreto com agregado de entulho.

7.1 Fundações

Para habitação térrea a fundação é constituída de uma cava de 40x50 cm, preenchida com bobinas ou de carcaça de pneu e concreto com agregado de entulho, com um consumo mínimo de cimento de 200 kg/m³, traço T.1 do item 5.1. Acima do alicerce vem a cinta

inferior com armadura mínima e concreto com agregado de entulho, com consumo mínimo de cimento de 400 kg/m^3 , $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$, segundo o traço T.2, do item 5.1. As fotos da figura 8(a e b) mostram a execução das fundações deste sistema.



Figura 8(a e b) – Execução da fundação para habitações térreas.

Pode-se também usar as carcaças de pneus para fundações de até dois pavimentos, devidamente dimensionada, utilizando a carcaça de pneu para executar as sapatas, conforme sugestão da figura 9 a seguir:



Figura 9 – Fundação em sapata utilizando a carcaça de pneu.

7.2 - Pisos

Após a compactação do aterro conforme processo convencional coloca-se uma lona plástica e executa o contrapiso com o mesmo traço de concreto das paredes, (T.1) e a seguir o piso que poderá ser nas alternativas usuais de construção e inclusive com cimentado colorido. Para os pisos de áreas molháveis como banheiro, cozinha e áreas de serviço deverão ser impermeável para evitar infiltrações.

7.3 - Painéis de paredes

Os painéis de paredes não devem ter altura acima de 3,00m, com a cinta superior e vão de no máximo 3,00m entre paredes ou pilares de modo a permitir maior segurança a pressão de ventos. A execução dos painéis é concretagem in loco com fôrmas de chapas metálicas, desmontáveis. O preechimento é com concreto cujo traço recomendado no item 5.1 e com fragmentos de borracha de pneu, garrafas PET e vidro. A figura 10(a e b) a seguir, mostra a execução dos painéis segundo o processo citado aqui:



Figura 10 (a e b) – Execução dos painéis de paredes em concreto com entulho de demolição, fragmentos de borracha de pneus, garrafa PET e vidros.

7.4 - Laje de forro

A laje de forro é do tipo treliçada devendo ser calculada de acordo com o vão livre. O concreto é com $f_{ck} = 15$ MPa, cujo traço avaliado foi o (T.2) do item 5.1. Como preechimento pode-se usar bobinas de borracha de pneu ou isopor, conforme figura 11 a seguir:



Figura 11 – Preparo da laje de forro para concretagem.

7.5 - Telhado

O telhado pode ser um dos já tradicionais, com a recomendação de manter o conforto térmico interno e as outras funções inerentes para habitação. Na figura 12 a seguir mostra um telhado de telha plan como excelente opção para a zona 6, segundo a ABNT NBR 15220-3/2005. Esta recomendação não inibe outras formas de coberturas, pois já existem várias sugestões de coberturas com outros materiais, também reciclados com excelente proteção ao ambiente interno da habitação.



Figura 12 – Telhado com telha plan o protótipo avaliado em Goiatuba.

7.6 - Instalações hidro-sanitárias

As instalações hidro-sanitárias deverão ser embutidas nas paredes e nos pisos, devendo ser de PVC rígido, soldável ou rosqueável e executadas de acordo com as técnicas recomendadas pelas normas específicas.

7.7 - Instalações elétricas

Da mesma forma, as instalações elétricas seguem os padrões normais de execução, a fiação deve estar embutida em eletrodutos de PVC. Deverão ser respeitadas as orientações da ABNT NBR 5410/2004.

7.8 – Esquadrias

As esquadrias metálicas poderão ser assentadas após a conclusão das paredes. Os vãos das janelas devem ter vergas e contra-vergas para evitar fissuras de cisalhamento nos cantos das aberturas. As partes metálicas deverão receber pintura de proteção anti-corrosiva e pintura final, optativa em esmalte sintético.

7.9 - Acabamento dos painéis

Recomenda-se pelo menos uma pintura de proteção contra umidade dos painéis com um selador externo e interno e pintura final com tinta PVA interna e externa.

8 - GARANTIAS E RESPONSABILIDADES

As avaliações e recomendações deste documento não eximem da assistência de profissional habilitado e nem permite que as construções sejam executadas sem responsabilidade técnica conforme legislação vigente.

8.1 - Da construtora

À Construtora se obriga a garantia do produto final (a habitação) de acordo com a lei vigente no País, além de garantias adicionais exigidas especialmente pela CAIXA.

8.2 - Dos outros materiais e componentes do sistema construtivos utilizando o concreto com agregado de entulho e borracha de pneu

Quanto aos outros materiais e componentes utilizados neste sistema construtivos, o Fabricantes destes materiais e componentes deverão dar a CEF, à construtora e aos proprietários do imóvel as garantias previstas no Código de Defesa do Consumidor.

9 - VALIDADE DESTE DOCUMENTO

Este documento será válido a partir da data de sua publicação, e será válido enquanto não for proposta alguma alteração na tecnologia que poderá sofrer alguma modificação a qualquer época em que for julgada conveniente.

10 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O concreto com entulho de demolição já foi bastante pesquisado com muitas publicações que possibilita estabelecer uma tecnologia adequada que permite sua aplicação com segurança. Já se tem parâmetros bem definidos, tais como: teor de absorção de água, resistência em função do fator água/cimento, densidade, parâmetros térmicos, entre outros. A borracha de pneu, além de ser um componente não degradável dentro do concreto, também irá contribuir no isolamento termo-acústico e melhorar sua deformabilidade, reduzindo à tendência a fissuração.

Todos os elementos construtivos seguem os padrões usuais de construção que já fazem parte das metodologias disponíveis para a engenharia voltada para projetos e execução de habitações unifamiliar.

11 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Alves, José Dafico – Manual de Tecnologia do Concreto. 4ª ed. Rev. e Atualizada. Goiânia: Ed. da UCG, 2002. 219 p.: il.
- 2 Associação Brasileira de Normas Técnicas. Revestimento de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas – Especificação – NBR 13749. Rio de Janeiro. 1996.
- 3 Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Critérios Mínimos de Desempenho para Habitações Térreas de Interesse Social. IPT – São Paulo - SP.
- 4 Associação Brasileira de Normas Técnicas. Porta de Madeira de Edificação: Verificação da Resistência a Impactos da Folha –NBR 8051. Rio de Janeiro, 1983.
- 5 Associação Brasileira de Normas Técnicas. Porta de Madeira de Edificação: Verificação do Comportamento da Folha Submetida a Manobras Anormais – NBR 8054. Rio de Janeiro, 1983.
- 6 Associação Brasileira de Normas Técnicas. Materiais de Construção - Determinação do Índice de Propagação Superficial de Chama Pelo Método do Painel Radiante – NBR 9442. Rio de Janeiro. 1986.
- 7 Associação Brasileira de Normas Técnicas. Desempenho Térmico de Edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social – ABNT NBR 15220-3. Rio de Janeiro. 2005.
- 8 Associação Brasileira De Normas Técnicas. Desempenho de Edifícios Habitacionais de Até Cinco Pavimentos - Parte 1:Requisitos Gerais – Projeto 02:136.01.001. Rio de Janeiro. 2002.
- 9 Associação Brasileira de Normas Técnicas. Desempenho de Edifícios Habitacionais de Até Cinco Pavimentos - Parte 4:Fachadas e Paredes Internas – Projeto 02:136.01.004. Rio de Janeiro. 2002.
- 10 Associação Brasileira de Normas Técnicas. Componentes Construtivos Estruturais - Determinação da Resistência Ao Fogo – NBR 5628. Rio de Janeiro, 2001.
- 11 Associação Brasileira de Normas Técnicas. Paredes Divisórias sem Função Estrutural - Determinação da Resistência ao Fogo –NBR 10636. Rio de Janeiro, 1989.
- 12 Associação Brasileira de Normas Técnicas. Exigências de Resistência ao Fogo de Elementos Construtivos de Edificações – Procedimento – NBR 14432. Rio de Janeiro. 2001.
- 13 Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento – NBR 6118. Rio de Janeiro, 2003.

- 14 Associação Brasileira de Normas Técnicas. Instalações Elétricas de Baixa Tensão – NBR 5410. Rio de Janeiro. 2004.
- 15 American Society For Testing And Materials. Standard Test Method For Specific Optical Density Of Smoke Generated By Solid Materials – ASTM E-662, 2003.
- 16 American Society For Testing And Materials. Standard Test Methods For Fire Tests Of Building Construction And Materials – ASTM E-119, 2000.
- 17 FURNAS – CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. – Avaliações de Sistemas Construtivos e Estabelecimento de Requisitos para Edificações Térreas com Paredes de Concreto Celular Autoclavado. Relatório DCT. T. 15.006.2005-R0. Junho 2005.
- 18 Krueger, Eduardo Leite – Um protótipo habitacional construído de materiais alternativos – ANTAC, v. 3, nº 2, p. 77/86. Porto Alegre, abril/junho, 2003.
- 19 Oliveira, Fabiana Lopes de e Junior, Eloy F. Machado – Avaliação da segurança estrutural de sistemas inovadores: estudo de caso. Nº 5. Escola de Engenharia de São Carlos, USP. São Carlos, 1998.