



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - CEUB

PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

IATHER MAGALHÃES FONTENELE

**ANÁLISE DE LEGISLAÇÃO PERTINENTE A INOVAÇÕES NO RAMO DE
HABITAÇÕES POPULARES**

BRASÍLIA

2022

IATHER MAGALHÃES FONTENELE

**ANÁLISE DE LEGISLAÇÃO PERTINENTE A INOVAÇÕES NO RAMO DE
HABITAÇÕES POPULARES**

Projeto de Pesquisa apresentado à comissão avaliadora do Programa de Iniciação Científica (PIC) 2022, do Centro Universitário de Brasília-CEUB. Orientadora: PhD. Eugênia Cornils Monteiro Araújo.

BRASÍLIA

2022

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 4 |
| 3. JUSTIFICATIVA E PROBLEMATIZAÇÃO | 5 |
| 4. REFERENCIAL TEÓRICO | 6 |
| 5. METODOLOGIA | 9 |
| 6. RESULTADOS | 10 |
| 7. REFERÊNCIAS DE PESQUISA | 15 |

1. INTRODUÇÃO

A inovação tecnológica na construção civil se apresenta como uma possível solução diante das limitações das técnicas tradicionais, como tempo de execução, custo, questões culturais e ambientais. Já que a demanda por habitações populares é crescente no Brasil, e o não-atendimento dessa demanda tem graves impactos sociais que contribuem para a marginalização de uma parcela da população.

O uso de materiais alternativos pode reduzir os problemas habituais na construção de edificações de cunho popular, como madeira, aço, EPS (Poliestireno Expandido), taipa, entre outros. Porém para a utilização desse tipo de recurso é essencial avaliar o atendimento a parâmetros técnicos definidos por normas vigentes no país.

Em muitos casos o conjunto de normas nacionais não abrange os tipos de materiais utilizados e as técnicas selecionadas para a construção de habitações com caráter inovativo.

Assim urge a necessidade do desenvolvimento de um procedimento para validar técnicas construtivas inovativas, além de adequar os normativos brasileiro referentes a esses tipos de construções.

Neste trabalho será desenvolvida uma metodologia para avaliar normas e procedimentos para adequação de técnicas construtivas inovativas às solicitações da legislação brasileira.

2. OBJETIVOS

Neste item serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos deste projeto.

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e apresentar as procedimento para análise de habitações populares por meios métodos construtivos não “convencionais” e os ensaios listados pelas respectivas normas necessários para a aprovação dos materiais a serem utilizados.

Diante disso, este estudo elaborou estratégias para que o sistema construtivo tenha um baixo custo, rápido fornecimento e seja adaptável, para atender as famílias que sofrem alguma vulnerabilidade, obedecendo todas as normas de desempenho.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A proposta tem como foco sistematizar ensaios necessários para avaliar o atendimento às normas de materiais e estruturas de uma habitação popular. Dessa forma serão avaliadas as seguintes normas brasileiras e americanas:

- Analisar as normas NBR 6122 - Projeto e execução de fundações; NBR 15575 - Edificações habitacionais e NBR 7190 - Projeto de estruturas de madeira;
- Identificar trechos que tratam de ensaios realizados em sistemas inovativos;
- Caracterizar os ensaios nas partes das habitações;
- Caracterizar os ensaios nos trechos de moradias com inovação;
- Listar ensaios necessários para avaliar habitações inovadoras.

3. JUSTIFICATIVA E PROBLEMATIZAÇÃO

A demanda por moradia no Brasil é um grave problema, e quando ocorrem desastres naturais ou causados pelo ser humano, existem um crescimento exponencial dessa necessidade.

Outra questão técnica a ser considerada são os aspectos socioeconômicos e políticos, que também afetam a qualidade de vida de seres humanos, trazendo dificuldades como o desemprego ou subemprego, renda insuficiente, instabilidade financeira etc. Tal exclusão fere a dignidade humana e a qualidade de vida dessa população e é agravada com a baixa infraestrutura pública e serviços coletivos para acolhê-los.

A Lei Federal 10.257/2001 garante o direito às cidades sustentáveis, através do direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao

lazer, para as presentes e futuras gerações. Ademais, toma como importante a ordenação e gestão do uso do solo para que a população seja menos vulnerável aos riscos naturais (BRASIL, 2001).

Diante dos argumentos supramencionados, materiais e técnicas “não convencionais”, como uso de polímeros e blocos de parede na construção civil vem crescendo, devido a fatores como leveza, baixo custo e alta resistência. Diante disso, este estudo pretende elaborar estratégias para que o sistema construtivo tenha um baixo custo, rápido fornecimento e seja adaptável, podendo ser utilizado para emergências imediatas quanto para casos temporários.

O OSB, por exemplo, material escolhido para a realização dos blocos de paredes para a habitação popular, até 2000, não era conhecido no mercado nacional (GOUVEIA et al, 2000); mas era reconhecido pelos códigos de Construção do Canadá e dos Estados Unidos. No Brasil, onde não existe ainda normas próprias para OSB, há a necessidade de caracterizar este material, e, em particular, o OSB Form tendo em vista sua utilização alternativa em forma para concreto (BASTOS, 2009).

Cabe ressaltar que incentivos governamentais são fundamentais para viabilizar o desenvolvimento de novos materiais e métodos construtivos inovadores no Brasil e incentivar o mercado de construção a utilizar tais métodos. Dessa forma, esse estudo pretende contribuir para a análise do processo construtivo de abrigos pós-desastres de algumas comunidades que sofrem alguma vulnerabilidade, obedecendo todas as normas de desempenho.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

No Brasil, o SiNAT (Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Sistemas Inovadores e Convencionais) costuma suprir a lacuna de normalização técnicas para edificações inovadoras. Para isso esse sistema oferece operacionalização dos processos construtivos nas situações em que não existe normas relacionada vigente (FABRÍCIO, 2017).

O mesmo autor ainda relata que em muitos casos as inovações estão puramente focadas na obtenção de lucro no país e por isso não atendem a uma série de premissas relacionadas as qualidades e a segurança das edificações,

assim o SiNAT passou a considerar de forma prioritária a norma de desempenho NBR 15575 como referência para análise dessas edificações.

Na análise dos componentes construtivos das habitações populares com caráter inovativo, muitas vezes alguns componentes já apresentam laudos e ensaios que respaldam sua utilização para os fins previstos pelo fabricante. Por outro lado, ao se tratar de um sistema inovador no conjunto, bem como de componentes não testados para os fins previstos, alguns requisitos não apresentam norma aplicável. É fundamental, portanto, a definição dos ensaios que devem ser efetivamente adotados, diferenciando aqueles que serão aplicados a componentes isolados ou à casa completa.

Conforme Caruso (2015) a norma 15575 preconiza que a estrutura deve atender a alguns requisitos mínimos como:

- a) Não perder estabilidade ou nem ruir em nenhuma de suas partes;
- b) Prover uma sensação de segurança aos usuários quando estiverem sobre ações de vibrações, choques e impactos, entre outros que são normais em sua utilização
- c) Por conta de deformações não provocar sensação de insegurança aos usuários
- d) Permitir a manobra normal das partes móveis como portas e janelas
- e) E cumprir as disposições de outras normas como as das ABNT NBR 5629, ABNT NBR 11682 e ABNT NBR 6122 (NBR 15575, 2013).

O mesmo autor ainda ressalta normas que devem ser atendidas com relação aos cálculos e análises relativas ao desempenho estrutural, são elas:

- ABNT NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto, não
- ABNT NBR 6120 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações, talvez a carga x deslocamento
- ABNT NBR 6122 - Projeto e execuções de fundações,
- ABNT NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações,
- ABNT NBR 7190 - Projetos de estruturas de madeira,

- ABNT NBR 8681 - Ações e segurança nas estruturas,
- ABNT NBR 8800 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios,
- ABNT NBR 9062 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado,
- ABNT NBR 10837 - Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto e
- ABNT NBR 14762 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio.

No caso do habitações com caráter inovativo desenvolvido nesse trabalho não seriam aplicadas as normas relacionadas a concreto e aço, porém as normas ABNT NBR 6120, ABNT NBR 6122, ABNT NBR 6123, ABNT NBR 7190 e ABNT NBR 8681 foram consultadas para identificar quais ensaios são realizados nesse caso.

Tanto da norma ABNT NBR 15575 quanto da norma ABNT NBR 6120 é citada a necessidade de realização dos ensaios para desenvolvimento do gráfico de carga x deslocamento, esse gráfico é necessário para analisar novas tecnologias construtivas.

Já a NBR 6122 regula o projeto e a execução da fundação de todas as estruturas de engenharia civil. Isso quer dizer que tanto obras pequenas quanto grandes, residenciais ou comerciais, precisam aplicar a norma.

Assim é necessário a realização de: ensaios de compressão, ensaio de cisalhamento e ensaio de tração. Cabe destacar que estes normativos já estão relacionados como ensaios laboratoriais necessários para testar inovações na construção civil (ABNT NBR 15575).

Ornstein *et al.* (2017) desenvolveu uma metodologia para avaliar qualquer sistema construtor inovativo com relação principalmente a seu desempenho acústico com base nos critérios da ABNT NBR 15575 e as normas de referências citadas por ela. Isso foi feito através do uso de questionários aplicado junto aos moradores das edificações. Teve como conclusão que não bastava apenas

avaliar o desempenho construtivo de um sistema inovador utilizado, mas a unidade habitacional completa.

Outros trabalhos como Mendes *et al.* (2017) sugerem metodologias de avaliação de sistemas inovativos pós-ocupação com a opinião de moradores, e vistorias no local e entrevistas desenvolvidas com roteiro apropriado com profissionais que prestam assistência técnica às moradias com tecnologia inovadora. Esse trabalho realizou avaliação dos ambientes internos e externos à moradia com relação a durabilidade, vida útil e desempenho.

Assim fica constatado que parte da avaliação de sistemas habitacionais inovativos devem ser realizados em seu uso e que ensaios prévios, certificam os materiais utilizados e as partes da edificação.

5. METODOLOGIA

Nesses projetos foi descrito um procedimento para analisar e testar características de moradias com características inovativas, que partiu da percepção das condicionantes do projeto e até a definição de ensaios prévios a serem realizados na habitação.

Num primeiro momento a avaliação das condicionantes do projeto é uma tarefa que deve ser realizada pela equipe de arquitetura que desenvolve o projeto. A partir dele podem ser avaliadas as características de inovação na habitação, sejam elas relativas ao uso de materiais ou técnicas construtivas.

A partir da identificação das áreas que trazem inovações para o sistema construtivo deve ser avaliados os usos prévios dos materiais e laudos existentes anteriormente. Podem ser avaliadas edificações com sistemas ou materiais similares previamente construídos.

Para esse trabalho foram avaliadas as normas brasileiras e estrangeiras que devem ser cheçadas para analisar construção de habitações populares que tenham caráter inovativo. Algumas normas amplamente conhecidas na construção civil foram avaliadas como a ABNT NBR 15575 – Norma de desempenho, NBR ABNT 6120 – Cálculo de estrutura em edificações, entre

outras. Nelas foi procurado alguma forma de realizar ensaios ou validar novas tecnologias construtivas.

Assim foram selecionado um grupo de ensaios a serem realizados em habitações que possuem inovação em suas escolhas construtivas baseada em normas nacionais e internacionais.

Naturalmente pode ocorrer uma variação na indicação de ensaios realizados na habitação com inovações, que está relacionada aos materiais utilizados e as normas nacionais e internacionais relacionadas com esses materiais em questão.

6. RESULTADOS

Conforme apresentado na literatura as análises relacionadas as habitações dependem do projeto e suas condicionantes. A partir disso, a característica inovativa da edificação poderá ser avaliada de diversas formas. Nesse trabalho sugerimos que seja feita uma busca nas normas relacionadas com o material em questão ou mesmo o procedimento inovativo escolhido para desenvolvimento da habitação (Figura 1).

Nas normas relacionadas à inovação da habitação em questão devem ser fornecidas indicações de ensaios a serem realizados, nas partes ou em todas a edificação para avaliar o desempenho dos materiais e do conjunto.

Podem ser feitas simulações numéricas ou protótipos para a realização de ensaios, e entrevistas com partes interessadas (como moradores, responsáveis pela manutenção, síndicos, construtores, entre outros) que utilizem habitações com sistemas similares a moradia do estudo.

Dessa forma, os estudos realizados podem ser constatado que a para checar a utilidades de uma inovação no ramo de habitações populares é desejável iniciar por uma análise do material empregado, principalmente se esse está sendo utilizado de forma inovativa ou trata-se de algum material diferenciado.

Posteriormente, a análise é realizada em parte do sistema construtivo avaliando suas características e testando suas propriedades. Por fim são realizadas simulações numéricas ou ensaios em protótipos reduzidos da habitação total, já que em geral grande parte das propriedades da edificação será testada em uso.



Figura 1: Pilares de bambu apoiados em base de concreto.

Assim cada etapa tem uma demanda diferente por ensaios e análises conforme o apresentado:

- A) Fundação ou base – baseado na norma de desempenho (ABNT NBR 15575) uma das características essenciais para uma habitação é a estabilidade e sensação de segurança que ela proporciona às pessoas que a utilizam. Estruturalmente, a base ou fundação de uma habitação é um dos principais elementos para assegurar essas propriedades às habitações. Assim alguns ensaios foram sugeridos para esse elemento construtivo partindo da análise do material, e passando por trechos

montados.

- B) Estrutura e vedação – Cada uma das inovações em habitação popular pode utilizar diferentes materiais de vedação e esses podem ter função estrutural ou não. Outro grupo de ensaios foi sugerido para esse elemento construtivo.
- C) Instalações elétrica e hidráulicas – Os ensaios desse tipo de etapa são similares na maioria dos casos a habitações construídas com tecnologia tradicional, assim já existem na literatura uma ampla gama de ensaios a serem realizados.
- D) Revestimentos – dependendo do tipo de material selecionado para essa função já existem diferentes parâmetros e propriedades a serem analisadas. A inovação pode ser proveniente de um novo uso de um material tradicional, sendo assim já testado em outras funções; porém no caso de novos materiais os ensaios terão que ser mais amplos e detalhados.
- E) Coberta – Na mesma linha dos demais componentes é importante analisar qual a característica inovativa atribuída a essa etapa, se é um material já testado para usos similares, porém conhecido ou se é um novo material, sendo assim a análise deve ser aprofundada.

Com relação aos ensaios sugeridos nas partes da fundação ou base da habitação após os estudos foram sugeridos:

A.1) Resistência à compressão da amostra do material utilizado na fundação ou base

Objetivo: Este ensaio pretende avaliar a resistência à compressão do material utilizado na base ou fundação do objeto de estudo para que a edificação tenha estabilidade e segurança durante seu uso.

A.2) Resistência à tração da amostra do material utilizado na fundação ou base

Objetivo: Este ensaio pretende avaliar a resistência à tração paralela às fibras do material utilizado nos paletes plásticos utilizados para a base. O ensaio de tração se faz necessário por conta da flexão ocorrida nas peças da base ou da fundação.

A.3) Resistência ao fogo da amostra do Palete plástico e/ou estrado plástico

Objetivo: Este ensaio pretende avaliar a resistência ao fogo do material utilizado na base ou fundação da habitação.

A.4) Ensaio de resistência mínima do projeto determinada na ABNT NBR 15575 da base ou fundação utilizada pela edificação.

A seguir são apresentados os ensaios sugeridos para os elementos presentes na estrutura e vedação das habitações:

B.1) Resistência à compressão da amostra de materiais estruturais e/o de vedação da habitação.

Objetivo: Este ensaio pretende avaliar a resistência à compressão do material utilizado na estrutura e na vedação da habitação de forma a avaliar além da estabilidade a sensação de segurança oferecida aos usuários do sistema.

B.2) Resistência à compressão da amostra de materiais estruturais e/o de vedação da habitação.

Objetivo: Este ensaio pretende avaliar a resistência à tração elementos que compõem a estrutura e vedação das paredes da habitação.

B.3) Ensaio de resistência mínima do projeto determinada na ABNT NBR 15575 da amostra de materiais estruturais e/o de vedação da habitação.

Objetivo: Este ensaio pretende estabelecer a resistência mínima de sistemas estruturais ou componentes em que não há Norma Brasileira de projeto de sistemas, ou que não possuem modelagem matemática conhecida e consolidada por experimentação (NBR 15575).

B.4) Resistência ao fogo da amostra dos elementos que compõem a estrutura e a vedação da habitação

Objetivo: Este ensaio pretende avaliar a resistência ao fogo do material utilizado na estrutura e na vedação da habitação popular.

Nessa etapa foram sugeridos ensaios em protótipos ou trechos da habitação popular:

C.1) Ensaio de Impactos de corpo mole de parede

Objetivo: Este ensaio pretende avaliar a resistência e estabilidade dos sistemas construtivos.

C.2) Ensaio de Impactos de corpo duro de parede

Objetivo: Este ensaio pretende avaliar a resistência e estabilidade dos sistemas construtivos através do impacto de uma esfera maciça de aço.

C.3) Ensaio de absorção de água

Objetivo: Este ensaio pretende avaliar a resistência e estabilidade dos sistemas construtivos através do impacto de uma esfera maciça de aço em diferentes ângulos.

C.4) Ensaio de estanqueidade

Objetivo: Este ensaio pretende avaliar a estanqueidade da parede.

C.5) Ensaio de carga de deslocamento

Objetivo: Este ensaio pretende estabelecer a resistência mínima de sistemas estruturais ou componentes em que não há Norma Brasileira de projeto de sistemas, ou que não possuem modelagem matemática conhecida e consolidado por experimentação (NBR 15575).

Com esse grupo de ensaios apresentado já é possível obter bons resultados para estimar o comportamento dos materiais e das partes de habitações populares. A depender da escolha do material um série de outros ensaios podem ser selecionado para fornecer estimativas sobre o comportamento do conjunto.

Como cita a literatura apresentada grande parte do comportamento da habitação é comumente avaliada após sua construção e uso através de metodologias desenvolvida por diferentes autores (MENDES *et al.*, 2017) (FABRÍCIO *et al.*, 2017).

7. REFERÊNCIAS DE PESQUISA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15.575-1: Edificações Habitacionais Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013;

_____. NBR 15575- 2 Edificações habitacionais — Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas 2013a.

_____. NBR 15.575-4: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 4: Sistema de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013;

_____. NBR 15.575-5: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 4: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013;

_____. NBR 15220-3. Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático Brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

BESSA, Marco Aurélio Souza. Dimensionamento de estruturas de madeira tropical utilizando a densidade básica: madeira seca. 2018.

CARUSO, J. G. Desenvolvimento numérico-experimental de corpos de prova aplicáveis a ensaios de tração, compressão e torção de polímeros. 2015.

FABRICIO, Márcio M.; BRITO, Adriana C.; VITTORINO, Fúlvio. Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: conforto ambiental, durabilidade e pósocupação. Porto Alegre: ANTAC, v. 1, 2017.

ORNSTEIN, Sheila Walbe; ONO, Rosaria; OLIVEIRA, Fabiana Lopes de. Em busca da qualidade na habitação social no Brasil: instrumentos para a Avaliação Pós-Ocupação (APO) aplicada a sistemas construtivos inovadores. In: Anais... 4º CONGRESSO INTERNACIONAL DA HABITAÇÃO NO ESPAÇO LUSÓFONO. Covilhã, Universidade Beira Interior. 2017. p. 49-60.

Bastos, Eliomar Ferreira; Caracterização física e mecânica de painel de OSB do tipo FORM / Eliomar Ferreira Bastos. - Campinas, SP: [s.n.], 2009.

MENDES, Mena Cristina Marcolino; FABRICIO, Márcio Minto; IMAI, César. Sistemas Construtivos Inovadores no Contexto do SiNAT: Normativas, Produção e Aplicações de Painéis de Vedação. FABRÍCIO, MM; BRITO, AC; VITTORINO, F.. Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: conforto ambiental, durabilidade e pós-ocupação, p. 169-194, 2017.