

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE CONSTRUÍDO

Rita de Cássia Teixeira Assis

Manutenção e desempenho de edificações residenciais: a contribuição de práticas sustentáveis

Juiz de Fora
2022

Rita de Cássia Teixeira Assis

Manutenção e desempenho de edificações residenciais: a contribuição de práticas sustentáveis

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Gestão em Ambiente Construído.

Orientadora: Dra Maria Aparecida S. Hippert

Juiz de Fora

2022

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Teixeira Assis, Rita de Cássia.

Manutenção e desempenho de edificações residenciais: a contribuição de práticas sustentáveis / Rita de Cássia Teixeira Assis. -- 2022.

78 p. : il.

Orientadora: Maria Aparecida Steinherz Hippert

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, 2022.

1. Manutenção Predial. 2. Durabilidade. 3. Medidas Sustentáveis.
I. Steinherz Hippert, Maria Aparecida , orient. II. Título.

Rita de Cássia Teixeira Assis

Manutenção e desempenho de edificações residenciais: a contribuição de práticas sustentáveis

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Gestão em Ambiente Construído.

Aprovado em: 27 de setembro de 2022

BANCA EXAMINADORA

Dra. Maria Aparecida S. Hippert - Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Samuel Rodrigues Castro
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Marcelo Fabiano Costella
Unochapecó

AGRADECIMENTO

“O título é de mestre, mas a alegria é de criança!”

É momento de agradecer a Deus e às pessoas que tanto me apoiaram para a conclusão dessa importante etapa na minha vida.

Ao meu parceiro de vida, Pedro, não poderia deixar de externar a minha gratidão por ser meu maior incentivador. Obrigada pelo carinho e por ter escutado a minha defesa tantas vezes!

À minha família, que mesmo de longe, estão sempre na torcida pelas minhas realizações. Especialmente meus pais Santa e Celso, maiores exemplos de vida!

À minha orientadora, pelas valiosas reuniões e por toda a paciência desprendida durante nossos encontros virtuais. Muita admiração pelo seu trabalho!

Agradeço também ao PROAC, à empresa construtora e aos síndicos que permitiram a realização deste estudo.

Para finalizar, registro meu agradecimento à Faculdade Univértix, instituição que concluí a graduação e hoje tenho a felicidade de construir uma carreira acadêmica.

RESUMO

Toda construção deve ser submetida a ações de manutenção durante sua vida útil. Com a publicação da ABNT NBR 15.575/2013 - Desempenho de edificações habitacionais, um padrão mínimo de qualidade foi estabelecido para que construtoras e incorporadoras garantissem à edificação um nível de desempenho admissível durante toda a sua vida útil. Associado a isso, tem-se uma crescente preocupação ambiental, estimulando a adoção de práticas sustentáveis nas edificações em uso. Pensando nisso, o objetivo deste trabalho é investigar sobre as atividades de manutenção de edificações residenciais, considerando o atendimento às exigências de desempenho e práticas sustentáveis, com foco no consumo de água e energia. Foi realizada uma revisão sistemática de literatura, além de um estudo de caso na cidade de Três Rios/RJ. Questionários foram elaborados e direcionados para uma empresa construtora e para síndicos de empreendimentos residenciais construídos por ela, a fim de coletar dados referentes ao desempenho, manutenção e práticas sustentáveis adotadas dos prédios analisados. A pesquisa concluiu, através da amostra estudada, que a manutenção predial ainda demanda de atenção, especialmente quando se trata da manutenção preventiva pouco identificada nos edifícios estudados. A utilização de materiais de qualidade, em especial nos empreendimentos populares foi apontada como alternativa para melhoria das condições de manutenção das edificações e garantia da vida útil prevista. A difusão do conhecimento relacionado ao desempenho das edificações também se apresenta como ação necessária, bem como maiores investimentos em medidas sustentáveis que reduzam os impactos ambientais gerados na fase de uso e operação das edificações, como sistemas de energia fotovoltaica e captação de água pluvial. É fundamental a integração de todos os intervenientes envolvidos no ambiente construído para garantir a durabilidade das edificações.

Palavras-chave: Manutenção Predial; Durabilidade; Medidas Sustentáveis.

ABSTRACT

Every construction must undergo maintenance actions during its useful life. With the publication of ABNT NBR 15,575/2013 - Performance of residential buildings, a minimum quality standard was established for builders and developers to guarantee the building an acceptable level of performance throughout its useful life. Associated with this, there is a growing environmental concern, encouraging the adoption of sustainable practices in buildings in use. With that in mind, the objective of this work is to investigate the maintenance activities of residential buildings, considering compliance with performance requirements and sustainable practices, with a focus on water and energy consumption. A systematic literature review was carried out, in addition to a case study in the city of Três Rios/RJ. Questionnaires were prepared and directed to a construction company and to the trustees of residential projects built by it, in order to collect data regarding the performance, maintenance and sustainable practices adopted in the analyzed buildings. The research concluded, through the sample studied, that building maintenance still demands attention, especially when it comes to preventive maintenance that is little identified in the buildings studied. The use of quality materials, especially in popular developments, was identified as an alternative for improving the maintenance conditions of buildings and guaranteeing the expected useful life. The dissemination of knowledge related to the performance of buildings is also presented as a necessary action, as well as greater investments in sustainable measures that reduce the environmental impacts generated in the use and operation phase of buildings, such as photovoltaic energy systems and rainwater harvesting. The integration of all stakeholders involved in the built environment is essential to ensure the durability of buildings.

Keywords: Building maintenance; Durability; Sustainable Measures

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas da pesquisa.....	35
Figura 2 – Resultados de busca com a aplicação dos filtros de exclusão.....	38
Figura 3 – Nuvem de palavras dos textos da RSL.....	42
Figura 4 – Análise temporal das publicações.	46
Figura 5 – Solicitações de manutenção.	57
Figura 6 – Indicadores para acompanhar a eficiência da manutenção.	58
Figura 7 – Indicadores para contratação dos serviços de manutenção.	59
Figura 8 – Motivos de reincidência de problemas de manutenção.....	60
Figura 9 – Dificuldades para adoção de práticas sustentáveis.....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas da Revisão Sistemática de Literatura.....	36
Quadro 2 - Resultados da busca adotada.	37
Quadro 3 - Distribuição de temas por artigo.	43
Quadro 4 – Procedimentos metodológicos.....	44
Quadro 5 – Periódicos de publicação.	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização dos empreendimentos.	40
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
BIM	Building Information Modeling
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MCMV	Minha Casa Minha Vida
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
RSL	Revisão sistemática de literatura
VUP	Vida útil de projeto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1.	JUSTIFICATIVA	12
1.2.	PROBLEMA DE PESQUISA	15
1.3.	OBJETIVOS	16
1.3.1.	Objetivo geral	16
1.3.2.	Objetivos específicos	16
1.4.	CONDIÇÕES DE CONTORNO	16
1.5.	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1.	DESEMPENHO, MANUTENÇÃO E SUSTENTABILIDADE	18
2.1.1.	Desempenho	21
2.1.2.	Manutenção	21
2.1.3.	Sustentabilidade	23
2.2.	NBR 15.575 - DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS	27
2.2.1.	Durabilidade e manutenibilidade	28
2.2.2.	Adequação ambiental	31
2.3.	NBR 5.674 - MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES	32
2.3.1.	Requisitos para a manutenção	32
2.3.2.	Requisitos para a documentação	33
2.3.3.	Incumbências e encargos	34
3	MÉTODO DE PESQUISA	35
3.1.	DELINEAMENTO	35
3.2.	REVISÃO DE LITERATURA	35
3.2.1.	Revisão Sistemática de Literatura	35
3.2.2.	Apresentação das Normas Técnicas	38
3.3.	ESTUDO DE CASO	38
3.3.1.	Caracterização da empresa	39
3.3.2.	Caracterização dos empreendimentos	39
3.3.3.	Levantamento de dados	40
3.3.4.	Análise dos resultados	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
4.1.	REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	42
4.2.	ESTUDO DE CASO	53
4.2.1.	Empresa A	53
4.2.2.	Empreendimentos	55

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
5.1.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	63
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICE A – Questionário para construtora	72
	APÊNDICE B – Questionário para síndicos.....	74

1 INTRODUÇÃO

1.1. JUSTIFICATIVA

O estabelecimento do desempenho de uma edificação se baseia na definição de requisitos, critérios e métodos de avaliação a serem cumpridos pelos intervenientes para a edificação e seus sistemas (SANTOS, 2017).

A NBR 15.575-1 estabelece diversos requisitos relacionados ao desempenho de uma edificação, percorrendo uma sequência de exigências referentes à segurança (desempenho mecânico, segurança contra incêndio, segurança no uso e operação), habitabilidade (estanqueidade, desempenho térmico e acústico, desempenho lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico) e sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e adequação ambiental) (ABNT, 2021a).

Um requisito a ser destacado nessa norma se refere à durabilidade. Diversos problemas relacionados à durabilidade da edificação podem ser resolvidos durante a sua construção. Um projeto eficaz, orientações adequadas, o atendimento às exigências impostas pelas normas e pelo programa de uso, a qualidade dos materiais empregados e o acompanhamento técnico adotado na construção são procedimentos importantes que vão propiciar essa durabilidade.

A degradação prematura das edificações e dos seus componentes manifestada pelo decréscimo de desempenho é um problema atual e frequente, podendo ser observada na queda da segurança, utilização, estabilidade, durabilidade e até estética das edificações.

Na fase de uso, uma série de complicações pode aparecer devido ao desgaste com usos indevidos das peças utilizadas. Faz-se necessário, procedimentos regulares e programados de manutenção para a conservação e eficácia da destinação da edificação, evitando o surgimento de patologias e deteriorações inesperadas, permitindo previsão segura de gastos periódicos (MARTINS, 2017).

A atividade de manutenção não é nova. Desde que os seres humanos descobriram ferramentas para auxiliá-los nas suas atividades diárias, os procedimentos de manutenção começaram a existir. Com a evolução desses instrumentos, houve também a necessidade de evolução e de adaptação de tais métodos à realidade dos novos tempos. Juntamente a isso, se associa a esse desenvolvimento, as crescentes preocupações de segurança com as pessoas e com o meio ambiente, em que as atividades são revistas e onde as relações entre equipamento / ambiente se estreitam (SANTOS, 2014).

A gestão do sistema de manutenção deve englobar possibilidades para preservar as características originais da edificação e também garantir a prevenção da perda de desempenho proveniente da degradação dos seus sistemas, elementos ou componentes (ABNT, 2012).

Porém, segundo Melo Filho, Rabbani e Barkokebas Junior (2012), a aplicabilidade do programa de manutenção esbarra em um paradigma do setor da construção: a rejeição, por grande parte dos responsáveis pelos imóveis, ao investimento previamente programado para a manutenção preventiva, considerado um custo desnecessário.

A NBR 15.575-1 trata manutenibilidade como um requisito para “manter a capacidade do edifício e de seus sistemas e permitir ou favorecer as inspeções prediais, bem como as intervenções de manutenção previstas no Manual de Uso, Operação e Manutenção” (ABNT, 2021a, p.34).

De acordo com a NBR 5.674, norma que trata de procedimentos ligados à manutenção:

A omissão em relação à necessária atenção para a manutenção das edificações pode ser constatada nos frequentes casos de edificações retiradas de serviço muito antes de cumprida a sua vida útil projetada (VUP), causando muitos transtornos aos seus usuários e um sobrecusto intensivo dos serviços de recuperação ou construção de novas edificações (ABNT, 2012, p.5).

Além da durabilidade e manutenção, a Norma de Desempenho (NBR 15575) aborda também a questão da adequação ambiental dentre as exigências de sustentabilidade.

Muitas análises consideram o meio ambiente como externo, separado das pessoas e do mundo do trabalho, um fato oriundo de heranças culturais e éticas. Se tratando de fluxo de matéria e energia, simplesmente não há como existir essa separação. Almeida (2017) afirma que a sustentabilidade exige que além da gestão dos recursos, exista uma gestão da própria humanidade. A busca por viver de uma maneira sustentável, necessita que os produtos e processos da natureza sejam utilizados num ritmo que possibilite a sua regeneração.

A interferência antrópica, nos mais diversos sistemas que compõem o meio ambiente, levanta questões relativas aos aspectos e impactos ambientais relacionados às atividades desenvolvidas, que precisam ser analisadas e avaliadas. No setor da construção civil não é diferente e, atualmente, necessita de gerenciamento responsável em suas obras

para que ocorra o desenvolvimento da sociedade de forma sustentável (SENA NETO; ALCÂNTARA, 2015).

As cidades sustentáveis apresentam como princípio a melhoria do bem-estar e qualidade de vida de seus habitantes, priorizando a integração do planejamento e da administração do meio urbano, juntamente com os sistemas ecológicos e ambientais. Relacionado a isso, tem-se o *retrofit*, surgindo como uma forma de revitalizar edifícios e outras construções trazendo a eles novas tecnologias e designs mais promissores. Esse processo, de acordo com o Sebrae (2019), permite que adaptações tecnológicas sejam realizadas em diversas instalações, como elétricas e hidráulicas, podendo também ser aplicado em equipamentos situados nas áreas comuns dos edifícios, como elevadores e sistemas de iluminação, dentre outros.

Dentre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis é apontado como item necessário à promoção do desenvolvimento de um país. Ademais, assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis também são requisitos necessários para esse progresso (IPEA, 2019).

Alinhado a isso, tem-se a ISO 37.120, publicada em 2017, com o propósito de estabelecer metodologias para um conjunto de indicadores relacionados ao Desenvolvimento Sustentável de comunidades urbanas, orientando e medindo o desempenho de serviços urbanos e a qualidade de vida (PRESTES; POZZETTI, 2018). Esta norma foi atualizada e sua versão vigente é de 2021.

Dessa forma, o tema sustentabilidade nas práticas da manutenção predial apoia-se na perspectiva de aplicação de atividades de manutenção, de melhoria e modernização das edificações na etapa de uso e operação, visando a contribuição para a sustentabilidade (ABREU, 2012).

Ceolin e Librelotto (2016) afirmam que a construção tem um alto impacto sobre o ambiente, sendo inviável que sejam produtos descartáveis e assim como outros bens de consumo duráveis deve ter previsão de dispositivos que facilitem a sua manutenção, pois a durabilidade desempenha uma função essencial para a obtenção da construção sustentável.

A etapa de operação e uso é a mais longa do ciclo de vida da edificação, segundo Abreu (2012), logo, é a que mais provoca impactos ao meio ambiente, especialmente quando se avalia o consumo de água e de energia.

1.2. PROBLEMA DE PESQUISA

A preocupação com o desempenho de uma edificação se faz presente em âmbitos nacionais e internacionais. No Brasil, a NBR 15.575 ratifica que a mensuração do desempenho de um empreendimento deve ser dada através de parâmetros que reflitam as necessidades dos usuários (CARVALHO *et al.*, 2020).

Hippert (2020) aponta em sua pesquisa que as empresas ainda enfrentam muitos desafios para atendimento às exigências da Norma de Desempenho. A falta de conhecimento, a necessidade de valorização do projeto e a falta de informações técnicas de produtos e sistemas construtivos são pontuados como entraves.

O desenvolvimento sustentável também deve fazer parte da construção civil. Entretanto, este setor enfrenta o desafio da busca de novas práticas visando a sustentabilidade das edificações. Estas práticas devem abordar as etapas de projeto, atividade de construção e uso e manutenção da edificação (MOTTA; AGUILAR, 2009).

De acordo com Abreu (2012), os princípios da construção e da manutenção predial com práticas sustentáveis aplicam-se a todo tipo de edificação (corporativa, comercial ou de serviços e residencial) e também a diferentes edificações de uma mesma tipologia. Introduzem inovações no desenvolvimento de projetos, no sistema construtivo e soluções de manutenção, todos de menor impacto sobre o meio ambiente.

As empresas de construção civil, ao incluírem uma abordagem sustentável em suas decisões de projetos em empreendimentos habitacionais, possibilitam uma melhoria nos seus processos, consumo de materiais, aplicação de tecnologias, bem como a otimização da vida útil dos empreendimentos (MACEDO; MARTINS, 2015).

Na fase de pós-ocupação, as atividades de manutenção são fundamentais para garantir que o desempenho da edificação seja compatível com o projetado. Viana *et al.* (2020) afirma que a manutenção predial tem consequências maiores que a conservação da edificação. Aspectos legais, sociais, econômicos, técnicos e ambientais também estão envolvidos nesse processo. Ao se abordar a fase de pós-ocupação, a norma de desempenho enfatiza a necessidade das atividades de manutenção, bem como a existência do manual de orientação para os usuários na realização de tais atividades.

Em âmbito nacional, algumas pesquisas foram desenvolvidas na área de manutenção predial e desempenho das habitações, especialmente ligadas à durabilidade das edificações. Diante do apresentado, a questão norteadora dessa pesquisa é: Quais práticas sustentáveis podem ser adotadas na etapa de manutenção, considerando a Norma de Desempenho, para contribuir com a durabilidade das edificações?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo geral

O propósito central deste estudo é investigar as atividades de manutenção de edificações residenciais, considerando o atendimento às exigências de desempenho e práticas sustentáveis, com foco no consumo de água e energia.

1.3.2. Objetivos específicos

Dentre os objetivos específicos, tem-se: (i) analisar as atividades de manutenção e sua relação com o desempenho de edifícios; (ii) analisar as atividades de manutenção e sua relação com as práticas sustentáveis; (iii) discutir sobre a realização das atividades de manutenção em edificações habitacionais na cidade de Três Rios/RJ.

1.4. CONDIÇÕES DE CONTORNO

Localizada no estado do Rio de Janeiro, Três Rios é uma cidade de pequeno porte, com 82.468 habitantes (IBGE, 2021). Este local de estudo conta com três maiores construtoras e diversos empreendimentos residenciais lançados e entregues por estas empresas. A seleção destes objetos de estudo e as etapas desenvolvidas estão descritas no capítulo de Métodos de Pesquisa.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho será constituído por cinco capítulos, apresentando as seguintes descrições:

Capítulo I: Introdução do estudo, com apresentação da justificativa e contextualização, além do problema de pesquisa, objetivos, condições de contorno e estrutura do trabalho.

Capítulo II: Fundamentação teórica de acordo com estudos analisados na RSL e as normas relacionadas à pesquisa.

Capítulo III: Métodos de pesquisa, descrevendo cada uma das etapas utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa, considerando os objetivos propostos. Inclui delineamento, revisão de literatura e estudo de caso.

Capítulo IV: Resultados e discussão, com a finalidade de apresentar os dados obtidos com a revisão de literatura e com estudo de caso, contendo a apresentação e a análise dos resultados encontrados.

Capítulo V: Considerações finais, contemplando os principais pontos abordados no trabalho e as sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. DESEMPENHO, MANUTENÇÃO E SUSTENTABILIDADE

De acordo com Vilhena (2007), os empreendimentos da indústria da construção civil provocam diversos impactos ambientais. As atividades relacionadas à construção, operação e demolição de edifícios promovem a degradação ambiental por meio do consumo excessivo de recursos naturais e através da geração de resíduos sólidos. A necessidade de minimizar os impactos gerados ao meio ambiente pelas edificações e a difusão dos conceitos relacionados ao desenvolvimento sustentável levaram o setor a procurar construções que apresentem um desempenho ambiental superior.

O primeiro ponto a se considerar na busca de edificações sustentáveis é que as preocupações devem começar desde o projeto, prosseguirem durante a construção e participarem da etapa de utilização.

Dentre as principais ações, de acordo com Lamberts *et al.* (2008), é possível destacar: adoção de um modelo de projeto, no qual as soluções são avaliadas considerando o ciclo de vida da edificação (incluindo custos de operação, uso, manutenção e desmontagem das edificações) e não apenas seus custos iniciais; utilização de soluções que aumentem a flexibilidade das edificações e facilitem reformas e modernizações, como por exemplo, a reposição de componentes e subsistemas; e, utilização de materiais e componentes que resultem em menor impacto ambiental ao longo do seu ciclo de vida.

É importante garantir desde a concepção, um empreendimento voltado à economia de energia e água, redução de custos ao longo da vida útil do empreendimento e bem estar ao usuário.

Sanches e Fabricio (2008) destacam que, para a obtenção de uma maior racionalização do ciclo de vida de um edifício, é válida a utilização de ferramentas que contribuam para a eficiência de seu desempenho em todas as etapas. A manutenção predial vai além de manter as edificações em bom estado. Questões legais, sociais, econômicas, técnicas e ambientais, são algumas das muitas variáveis que estão envolvidas no processo de manutenção.

Dessa forma, se mostram importantes pesquisas que busquem levantar a importância do projeto para manutenção e suas consequências, viabilizando a concepção de edifícios cuja manutenção uso e operação sejam simples e economicamente viáveis, na intenção de proporcionar uma arquitetura de boa qualidade, atendendo melhor aos seus usuários e suas necessidades em longo prazo, otimizando recursos ambientais e

econômicos e prolongando o ciclo de vida do produto habitação (SANCHES; FABRICIO, 2008).

A busca pela manutenção e/ou melhoria na qualidade de vida, deve vir acompanhada de soluções que apresentem maior eficiência no uso dos recursos naturais e produzam menor impacto ambiental. A sociedade vem buscando um novo modelo de desenvolvimento que atenda a estas questões, configurando um novo paradigma definido como desenvolvimento sustentável (MOTTA; AGUILAR, 2009).

Existem vários benefícios relacionados a sustentabilidade das edificações. Corrêa (2009) cita a redução dos custos com a gestão dos resíduos, que consiste na redução do desperdício e dos custos decorrentes da aquisição de novos materiais, a redução de reclamações por parte dos clientes, devido a patologias do empreendimento no período de garantia. Além disso, existem também benefícios indiretos, tanto para o empreendedor, quanto para os clientes, devido ao aumento da durabilidade do empreendimento e manutenção de seu desempenho, por exemplo. Existem ganhos até mesmo para a sociedade, com a redução da poluição causada pelo transporte, estímulo à economia local e aumento da vida útil de aterros sanitários, entre outros.

Sendo assim, se faz necessário a integração entre a gestão do sistema de manutenção e procedimentos sustentáveis, a fim de garantir o desempenho esperado para as edificações habitacionais e contribuir para a sustentabilidade do ambiente construído.

Klein e Correio (2019) afirmam que as construtoras estão se conscientizando da função e importância da qualidade, buscando um sistema de gestão que possa atender aos aspectos financeiros da empresa, às exigências dos usuários e também às certificações.

O exercício contínuo da gestão da qualidade assegura que sistemas e procedimentos sejam introduzidos ao longo do processo como um todo, particularmente, através da implantação de sistemas e programas de qualidade, como, por exemplo, *International Organization for Standardization* - ISO ou Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat - PBQP-H (BLUMENSCHNEIN; MILLER; TOMÉ, 2013). Conseqüentemente, haverá menos erros, menos retrabalhos, menos desperdícios, mais qualidade, mais durabilidade e menos manutenção.

Segundo Conto, Oliveira e Ruppenthal (2017), o PBQP-H trabalha com indicadores da qualidade, classificados como instrumentos de acompanhamento e medição que precisam ser empregados pelas empresas do setor da construção civil para análise do desempenho dos empreendimentos.

Santos Filho *et al.* (2014) apontam que a prática de projetar com enfoque em desempenho deve ser incorporada ao processo de projeto crescentemente, principalmente em razão das crescentes preocupações a respeito da durabilidade e da sustentabilidade de edificações. Além disso, o conceito de desenvolvimento sustentável estimula a ideia de projetar estas edificações não somente para a construção e o uso, mas também para sua fase final, incluindo o conceito de desconstrução, desmontabilidade e reciclabilidade. Neste conceito também é apontada a necessidade do claro estabelecimento da Vida Útil de Projeto e Custo Global.

Referindo-se às melhores práticas do setor da construção, Liu *et al.* (2018) também aponta que o BIM (Building Information Modeling) é visto como uma ferramenta que melhora a eficiência e a qualidade, reduz erros e retrabalhos, permite análises quantitativas e facilita a comunicação eficaz.

Xu *et al.* (2019) completa que o BIM permite que as partes interessadas participem do processo de construção e maximiza o uso da pré-fabricação, otimizando assim a fase de construção enquanto permanece dentro das restrições orçamentárias. Através da digitalização das informações da construção, o processo BIM nos dá um grande controle na fase de construção. Ter os dados sobre todos os produtos de construção dá a possibilidade de verificar os impactos das atividades de construção no meio ambiente.

Estudos de Horongoso e Bogo (2018) informam que a aplicação de uma Avaliação Pós-Ocupação completa, permite observar a relevância da análise de desempenho em uso no caso de sistemas construtivos inovadores e adotados em diversas regiões geográficas e climáticas do país. É evidente que não é suficiente a realização da avaliação de desempenho apenas do sistema construtivo inovador, pois muitas vezes esse sistema construtivo é somente um dos componentes da unidade habitacional. Ao usuário final não interessa o desempenho do sistema construtivo isolado, mas sim o do conjunto da edificação.

González e Cardoso (2020) ressaltam que a atuação das diversas esferas de governo por meio de políticas públicas é fundamental para a implementação dos princípios da sustentabilidade nos processos decisórios na construção. Além disso, ainda de acordo com os autores, diversos estudos têm demonstrado que as unidades de habitação de interesse social apresentam baixo desempenho ambiental e baixa eficiência energética devido ao uso de materiais bioclimáticos e estratégias inadequadas para o clima local e os sistemas de redução do consumo de energia da região.

As práticas de construção sustentável estão enraizadas na necessidade de informações confiáveis sobre o desempenho de longo prazo dos materiais de construção; especificamente, a vida útil esperada de materiais de construção, componentes e conjuntos (LACASSE; GAUR; MOORE, 2020).

2.1.1. Desempenho

O conceito de desempenho é bastante amplo e aplicado em diversos segmentos. Na construção civil, está associado ao comportamento em uso de uma edificação, dentro de determinadas condições. O grande desafio, segundo Borges (2008), é que esse comportamento atenda às expectativas dos usuários ao longo de uma vida útil e dentro da realidade técnica e socioeconômica a que o empreendimento está inserido.

O desempenho bem como a vida útil das obras tem se tornado uma preocupação cada vez mais em destaque para empresas de construção civil e consumidores. Consequentemente, esse assunto também tem despertado bastante interesse aos pesquisadores da área (MARTINS *et al.*, 2018).

Em relação à vida útil, Bueno *et al.* (2019) aponta que os estudos também estão associados à durabilidade estrutural do edifício, em que as especificações técnicas e qualidade dos materiais, sistemas construtivos, processo construtivo, uso e manutenção do edifício são fatores importantes para melhorar o desempenho.

Araújo, Medeiros e Silva (2019) afirmam que o foco no desempenho vem ao encontro da necessidade de se estabelecer parâmetros de qualidade para as obras de edificações, que tem sido uma demanda dos intervenientes do setor da construção civil. É necessário estabelecer as exigências a serem atendidas, assim como uma forma para mensurá-las.

A gestão do ambiente construído envolve ações de planejamento, execução, avaliação e controle das diferentes atividades que visam manter as edificações dentro do nível de desempenho para o qual foram projetadas (MORAIS; LORDSLEEM JÚNIOR, 2018).

2.1.2. Manutenção

A manutenção de edifícios pode ser definida como um “conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes a fim de atender às necessidades e segurança dos seus usuários” (ABNT, 2011).

Segundo Rezende, Brito e Freitas (2017), a VUP de uma edificação poderá ou não ser atingida em função da eficiência e da constância dos processos de manutenção, cuidados na utilização do imóvel, alterações do clima ou no entorno da obra.

Apesar de ser uma questão complexa, para Serralheiro, Brito e Silva (2017), prever a vida útil de edifícios é uma tarefa muito interessante e mutável. Muitos autores têm estudado e proposto planos de inspeção e manutenção para componentes do edifício, permitindo reduzir custos com reparos, otimizando o uso de recursos escassos. Para elaborar esses tipos de planos, é necessário entender os fenômenos de degradação, de que forma a perda de desempenho das edificações ocorre ao longo do tempo, e quais são os parâmetros mais relevantes para promover a degradação dos seus elementos.

A idade de um edifício é conhecida pela observação dos componentes externos e internos de um edifício. Costuma-se argumentar que quanto mais antigo é o edifício, maiores são os defeitos, principalmente quando há falta de manutenção planejada (DADZIE *et al.*, 2018).

A adoção de estratégias de manutenção racionais e adequadas nas edificações, só é possível através do conhecimento do processo de degradação ao longo do tempo, dos seus elementos e sistemas constituintes, permitindo deste modo, estimar o instante após o qual é necessário intervir (SOUZA *et al.*, 2018).

Com a utilização de materiais de boa qualidade durante a obra, é possível evitar perdas de materiais por defeitos, evitar reparos e manutenções antecipadas. Com isso, são reduzidos os impactos ambientais, visto que não é necessária a produção de novos materiais para reposição (DINAMARCO; HADDAD; EVANGELISTA, 2016).

Araújo, Medeiros e Silva (2019) constatam que 66% das prováveis causas e origens dos acidentes em edificações com mais de dez anos estão relacionados à deficiência com a manutenção, perda precoce de desempenho e deterioração acentuada. Outro aspecto importante da realização periódica da manutenção é que ela também evita a perda de garantia da edificação, uma vez que o Código de Defesa do Consumidor estabelece que o uso inadequado do bem isenta o construtor da responsabilidade sobre o defeito ou a anomalia que porventura vierem a acontecer.

A NBR 15.575-1 traz em seu escopo a clara atribuição da responsabilidade da manutenção da edificação ao usuário, desde que este receba da construtora e/ou incorporadora um manual que o oriente nesse sentido (ABNT, 2021a). Os itens referentes à manutenção contidos na Norma de Desempenho representam um incremento ao conteúdo do manual, voltado para a garantia da vida útil da edificação.

Porém, Araújo, Medeiros e Silva (2019) destacam que, em muitos casos, os manuais de uso e operação não vêm contribuindo como esperado com a qualidade e o desempenho das edificações, bem como não há qualquer preocupação por parte das empresas construtoras em começar a elaboração dos manuais quando iniciadas as primeiras atividades da obra. Os manuais, assim como as obras, são tratados pelas empresas construtoras de maneira independentes, quanto à temporalidade, à qualidade e ao desempenho das edificações, elaborados apenas com o intuito de atender à legislação e não com o intuito de atender ao usuário.

Por outro lado, de acordo com Teston *et al.* (2018), faltam pesquisas sobre manutenção e desempenho dos sistemas.

2.1.3. Sustentabilidade

Para Abreu (2012), a inclusão da sustentabilidade nos projetos arquitetônicos e nos processos construtivos é uma tendência incontestável e um horizonte a ser perseguido. Na fase de uso de um edifício, essa perspectiva não deve ser diferente, cujas práticas de manutenção predial devem se enquadrar na busca pelo desenvolvimento sustentável.

O termo "saudáveis" é apresentado por alguns autores, como Oliveira *et al.* (2016), caracterizando uma edificação onde a permanência do usuário é agradável, que com a devida manutenção é um espaço durável e que sua implantação não representa a destruição do meio, mas sim abrigo em harmonia com os ecossistemas, não descartando a tecnologia, mas utilizando-a como instrumento para alcançar o desenvolvimento sustentável.

O conceito de sustentabilidade no ambiente construído demanda por sistemas construtivos que se integrem ao meio ambiente, adaptados as necessidades de uso, produção e consumo humano, preservando os recursos naturais para as futuras gerações, utilizando soluções que permitam o desenvolvimento econômico e o bem-estar social (SOARES, 2017).

Brito e Silva (2020) destacam ainda que a sustentabilidade do ambiente construído só pode ser alcançada por meio do planejamento da manutenção das instalações construídas ao longo do seu ciclo de vida, considerando os aspectos sociais, econômicos, funcionais, técnicos e ecológicos. As partes interessadas devem estar cientes das ferramentas e conhecimentos disponíveis para a otimização das ações de manutenção e

reabilitação, considerando os mecanismos de degradação e o risco de avaria ao longo do tempo.

A sustentabilidade desperta o interesse de todos os setores de produção, e do setor da construção civil de forma mais significativa. Macedo e Martins (2015) apontam que edificações que geram a sua própria energia, equipadas com sistemas de reaproveitamento de águas ou qualquer outra prática que as tornem mais sustentáveis são cada vez mais almejadas por um crescente número de consumidores, vindo a impactar positivamente na preservação da natureza e na minimização dos impactos ambientais.

A inserção de conceitos sustentáveis no projeto e na seleção de materiais surge como uma nova meta para as edificações. Os avanços e melhorias do processo de projeto, em particular no que tange aos materiais de construção, colaboram para a melhoria do desempenho global da edificação, buscando edificações mais sustentáveis (BISSOLI-DALVI *et al.*, 2013).

O desenvolvimento constante de novas técnicas construtivas e a crescente adesão de diversas certificações ambientais também vem contribuindo para o aumento do desempenho do ambiente construído, associado à sustentabilidade (CONTO; OLIVEIRA; RUPPENTHAL, 2017).

Estas certificações ambientais de edificações são uma importante ferramenta para a transformação do setor da construção civil. De acordo com Nunes (2018), através delas, é possível mensurar, avaliar e mitigar os impactos ambientais da implantação, construção e uso de uma edificação, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do planeta.

É essencial a adoção de ferramentas de avaliação para as indústrias, em especial para o setor da construção, devido ao grande impacto ambiental no seu ciclo de vida. Para Severo e Souza (2016), analisar o ciclo de vida das edificações é uma tarefa complexa, mas, extremamente importante, na qual vários materiais estão envolvidos, bem como produtos e serviços. Verifica-se uma rápida evolução das ferramentas qualitativas (certificações) e quantitativas (ACV) no sentido de criar uma avaliação voltada a um ambiente construído sustentável.

Mirabella *et al.* (2018) revela que o peso das etapas do ciclo de vida é influenciado pelo desempenho energético, pela tipologia do edifício e pela disposição do edifício (compacidade do edifício). Em síntese, percebe-se que nas edificações existentes, pouco isoladas, a fase de uso é responsável pela maior participação nos impactos ambientais (até 89% dos impactos do ciclo de vida). Para edifícios de baixo consumo de energia, a

imagem muda à medida que a fase de uso causa menos encargos ambientais e, portanto, seu peso é reduzido em uma extensão importante.

Bissoli-Dalvi *et al.* (2016) destacam que a disseminação e a utilização de ferramentas de avaliação da sustentabilidade de um edifício contribuem para que o conhecimento seja efetivado na prática, pois fornecem aos projetistas uma base referencial e estimulam as melhores práticas de sustentabilidade.

Entretanto, a falta de planejamento de projetos de construção sustentável, o não cumprimento de normas técnicas e a ausência de conhecimento técnico da força de trabalho e de padronização estão entre os principais entraves para a implantação da sustentabilidade na construção civil (TRINDADE *et al.*, 2020).

Por outro lado, alguns estudos apontam a necessidade de adoção de medidas sustentáveis nas edificações, especialmente relacionadas a utilização de água da chuva, para racionalizar o uso de água tratada, e energia, através de sistemas alternativos.

a) Consumo de água

O aproveitamento de água pluvial apresenta vários aspectos positivos, pois permite a redução no consumo de água potável acarretando a diminuição do custo de água fornecido pelas companhias de abastecimento, reduzindo o risco de alagamentos e contribuindo para a preservação do meio ambiente através da redução da exploração de recursos hídricos.

A NBR 15527 aponta que a água de chuva coletada pode ser utilizada em descargas de bacias sanitárias, irrigação, lavagens de veículos e pisos, dentro outras situações (ABNT, 2019).

Para Tugoz, Bertolini e Brandalise (2017), a facilidade na composição do sistema é a principal característica para o aproveitamento da água da chuva, o que implica diretamente a redução dos custos de implantação e manutenção. Desse modo, o uso de cisternas, por exemplo, apresenta baixo custo e pode ser eficaz para o uso excessivo da água potável pelo ser humano, tornando viável economicamente.

Teston *et al.* (2018) ressalta que os sistemas de coleta de água da chuva para fins não potáveis apresentam melhor desempenho quando se considera o controle de vazamentos e perdas causadas por descuido ou manutenção deficiente em edifícios em que estão instalados.

A inovação tecnológica é fundamental para melhorar a ecoeficiência do uso da água em aparelhos e utensílios domésticos. Com isso, acessórios com eficiência hídrica,

como descarga dupla banheiros e banheiros de alta eficiência podem ser um recurso valioso, segundo Arocha e McCann (2012).

A gestão do sistema de água urbano deve contribuir para o objetivo do desenvolvimento urbano sustentável. Hoje, é necessário integrar a concessionária de água no ambiente de cidade inteligente (DURIN; MARGETA, 2017).

b) Consumo de energia

A exploração de novas alternativas para geração energética vem se apresentando como uma opção, em conjunto com outras técnicas, para alcançar uma maior eficiência energética. São viáveis, com a tecnologia atual disponível, a microgeração da energia, seja através de painéis fotovoltaicos, energia eólica e centrais hidroelétricas de pequeno porte (MIRANDA *et al.*, 2018).

De acordo com Condeixa *et al.* (2015), os impactos do ciclo de vida dos edifícios podem variar radicalmente e devem ser estudados caso a caso. O consumo de energia na fase de utilização dos edifícios torna esta fase a mais impactante do ciclo de vida do edifício. No entanto, o consumo de derivados de petróleo, carvão e gás natural na extração de recursos naturais, produção e montagem de materiais, demolição e transporte de materiais e pessoal aumentam os impactos energéticos dos edifícios.

Silva e Nassar (2016) apontam que uma maneira de reduzir o consumo de energia de um edifício é projetá-lo visando o uso mais econômico de energia para aquecimento, iluminação, refrigeração, ventilação e abastecimento de água. A exploração das energias renováveis pode colaborar significativamente para a redução da dependência dos combustíveis fósseis, que produzem poluição do ar e gases de efeito estufa. Sendo assim, promover tecnologias inovadoras e reforçar o mercado das energias renováveis contribuirá para a preservação do ecossistema.

Importante destacar que a eficiência energética é uma característica relevante nas construções sustentáveis, no entanto, Santa *et al.* (2017) apontam que é preciso analisar também os edifícios já construídos e avaliar o seu nível de sustentabilidade, com vistas a adequá-lo às normas ambientais, especialmente aquelas que se referem à energia. Em relação ao consumo de energia, várias medidas são passíveis de adaptação e ajustamento, como, por exemplo, a substituição de instalações, iluminação, equipamentos eletrônicos, entre outros.

A eficiência energética pode ser comprometida, de acordo com Ferrador Filho, Aguiar e Kniess (2018), por atitudes de desperdício de energia elétrica, assim como uma

edificação pode conseguir melhorar seu desempenho se os seus usuários tomarem atitudes voltadas a reduzir o consumo energético.

Silveira *et al.* (2018) ainda complementa que, para promover a eficiência energética, é necessário desenvolver políticas ambientais que fomentem tecnologias inovadoras.

Segundo Zepeda-Gil e Natarajan (2020), o Brasil, juntamente com o México, consomem 54% da energia da América Latina, sendo que a maior parte do fornecimento é não renovável. É necessário, segundo os autores citados acima, que os governos não apenas implementem as regras e políticas corretas, mas também os mecanismos para avaliar o sucesso ou fracasso dessas ações, garantindo assim um futuro mais sustentável para as próximas gerações.

2.2.NBR 15.575 - DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS

Ocorreu em 2008 a publicação da primeira versão da Norma de Desempenho, com uma carência de dois anos para sua aplicação. Devido ao forte impacto decorrente das alterações propostas pela norma, foi solicitado à ABNT a revisão do conjunto normativo em 2010. Com isso, houveram prorrogações no prazo para entrada em vigor da norma, inicialmente para março de 2012 e depois para julho de 2013 (LAZZARINI, 2019).

Anteriormente à essa norma, nenhuma outra específica garantia ao consumidor que a edificação habitacional adquirida desempenharia um comportamento durante o uso adequado ao longo do tempo (COSTELLA *et al.*, 2017).

A Norma de Desempenho traz as incumbências técnicas de alguns intervenientes envolvidos no processo de concepção, construção e uso de um edifício: Fornecedores, projetistas, construtor e incorporador, além do usuário (ABNT, 2021a). Hippert (2020) afirma que é possível observar, através da análise dos requisitos apresentados na norma, que a maioria deles estão relacionados à etapa de projeto.

A Norma de Desempenho é constituída por seis partes: (i) Requisitos gerais; (ii) Requisitos para os sistemas estruturais; (iii) Requisitos para os sistemas de pisos; (iv) Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas; (v) Requisitos para os sistemas de coberturas; (vi) Requisitos para os sistemas hidrossanitários (ABNT, 2021a).

A NBR 15.575-1: Requisitos Gerais, primeira parte da norma, tem um caráter mais generalizado, funcionando como um índice de referência e incluindo aspectos de natureza geral e critérios que envolvem a norma como um todo (ABNT, 2021a).

A segunda parte da norma, a NBR 15.575-2, apresenta os requisitos para os sistemas estruturais aplicáveis a edificações habitacionais relacionados ao desempenho estrutural, sendo analisado através do ponto de vista dos estados-limites último e de serviço (ABNT, 2013b).

A NBR 15.575-3: Requisitos para os sistemas de pisos trata do desempenho do sistema citado, tanto para pisos destinados para área de uso privativo ou de uso comum, não contemplando requisitos de limpeza ou manchamento devido à falta de embasamentos técnicos aplicáveis (ABNT, 2021c).

Os requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas são abordados na NBR 15.575-4, que além da compartimentação dos espaços da edificação, integram-se significativamente aos demais elementos da construção, recebendo influências e influenciando o desempenho do edifício. Mesmo sem função estrutural, as vedações podem atuar como contraventamento de algumas estruturas ou ainda sofrer com as ações provenientes das deformações das estruturas, exigindo assim uma análise conjunta do desempenho dos elementos que interagem (ABNT, 2021d).

A NBR 15.575-5: Requisitos para os sistemas de coberturas destaca que esses sistemas exercem funções importantes nas edificações habitacionais, desde a contribuição para preservação da saúde dos usuários até a própria proteção do corpo da construção, interferindo diretamente na durabilidade dos demais elementos que a compõem. Diante disso, os sistemas de coberturas devem ser planejados e executados de forma a proteger os demais sistemas da edificação (ABNT, 2021e).

A NBR 15.575-6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários é a última parte da Norma de Desempenho. As instalações hidrossanitárias são responsáveis diretas pelas condições de saúde e higiene requeridas para a habitação. Essas instalações devem ser incorporadas à construção, de maneira que garanta a segurança dos usuários, sem riscos de acidentes. Devem ainda ser compatíveis com a deformabilidade das estruturas, interações com o solo e características físico-químicas dos demais materiais utilizados (ABNT, 2021f).

2.2.1. Durabilidade e manutenibilidade

A durabilidade do edifício e de seus sistemas é um requisito econômico do usuário, pois está associado diretamente ao custo global do imóvel. Um produto deixa de atender a esse critério quando não atende mais às funções que lhe foram atribuídas, podendo ocorrer devido a degradação, que produz um estado insatisfatório de

desempenho, ou por obsolescência funcional. O período de tempo correspondente ao intervalo entre o início de operação ou uso de uma edificação e o momento em que o seu desempenho deixa de atender aos requisitos do usuário estabelecidos inicialmente caracteriza a sua vida útil (ABNT, 2021a).

A vida útil e desempenho de uma edificação estão ligados diretamente a qualidade das atividades de manutenção. Mas para correta execução dessas ações, é necessário que o projeto do empreendimento apresente condições favoráveis para realização das manutenções. Estas condições são conhecidas como manutenibilidade (VIANNA; ANTUNES, 2020).

A Norma de Desempenho explica que a VUP é o período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado, ou seja, uma estimativa teórica do período que compõe o tempo de vida útil, considerando o atendimento aos requisitos das normas aplicáveis, o estágio do conhecimento no momento do projeto e supondo o atendimento da periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no manual de uso, operação e manutenção (ABNT, 2021a).

Ainda de acordo com a NBR 15.575, a incorporadora ou construtora deve fornecer ao usuário um manual que atenda à NBR 14.037, que traz as recomendações para o conteúdo do Manual de Uso e Operação. Na gestão de manutenção, deve-se atender à NBR 5.674, para preservar as características originais da edificação e minimizar a perda de desempenho decorrente da degradação de seus sistemas, elementos ou componentes (ABNT, 2012).

Os requisitos de durabilidade e manutenibilidade previstos na NBR 15.575, estão mencionados na Seção 14 e dizem respeito às seis partes da norma.

Quanto ao sistema estrutural, a Norma de Desempenho estabelece que a estrutura principal da edificação e os elementos que fazem parte desse sistema, responsáveis pela sua segurança e estabilidade global, devem ser projetados e construídos para que, sob as condições ambientais previstas no projeto, com a utilização devida e submetidos a intervenções periódicas de manutenção e conservação, conforme as instruções do manual de uso, operação e manutenção, mantenham a sua capacidade funcional durante toda a VUP (ABNT, 2013b).

Ainda de acordo com a Norma de Desempenho, os requisitos para os sistemas de pisos internos estabelecem que as camadas de acabamento devem acompanhar as normas de aplicação, manutenção e orientações fornecidas pelos fabricantes. Os sistemas de pisos não podem apresentar sensibilidade excessiva às condições de serviço previsíveis,

alterando suas características funcionais ou estéticas além do esperado decorrente do envelhecimento natural do material utilizado ao longo da vida útil, exigindo maior esforço e investimento dos usuários em atividades de manutenção ou implicando limitações quando à utilização do ambiente (ABNT, 2021c).

Quanto aos requisitos de durabilidade e manutenibilidade para os sistemas de vedações verticais internas e externas dos edifícios, a NBR 15.575-4 estabelece que estes devem manter a capacidade funcional e as características estéticas, compatíveis com o envelhecimento natural dos materiais durante a VUP. Além disso, os deslocamentos, fissuras e falhas nas paredes externas devem ser limitados, incluindo seus revestimentos, em função das condições de exposição ao calor e resfriamento que ocorrem ao longo da vida útil (ABNT, 2021d).

É necessário a especificação em projeto de todas as condições de uso, operação e manutenção dos sistemas de vedações verticais internas e externas, especialmente relacionados às esquadrias e demais componentes; fixação de peças suspensas com peso incompatível com o sistema, abertura de vãos em paredes com função estrutural, limpeza de pinturas e travamento impróprio de janelas; além da periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções e das manutenções (ABNT, 2021d).

Para o sistema de coberturas, a NBR 15.575-5 determina que o prazo de substituição e as operações de manutenções periódicas pertinentes precisam estar contidas no projeto (ABNT, 2021e). Os fabricantes, dos componentes ou dos subsistemas, assim como o construtor/incorporador devem também especificar todas as condições de uso, operação e manutenção.

As cargas transmitidas por pessoas e objetos nas fases de montagem ou de manutenção devem ser suportadas. Além disso, o fabricante deve informar as condições necessárias para fixação das peças nos forros, diretamente ou em estrutura auxiliar. Estas orientações devem estar contidas no manual de uso, operação e manutenção do edifício (ABNT, 2021e).

A Norma de Desempenho esclarece que devido à complexidade e variedade dos componentes que constituem o sistema hidrossanitário, considerando-se ainda que a vida útil depende também da agressividade do meio ambiente, das características intrínsecas dos materiais e dos solos, os componentes podem apresentar vida útil menor do que aquelas estabelecidas para esse sistema como VUP. Dessa forma, o projeto deve apresentar o prazo de substituição e manutenções periódicas pertinentes (ABNT, 2021f).

A NBR 15.575-6 destaca ainda que o fornecedor do sistema hidrossanitário, de seus elementos ou componentes, precisa especificar todas as suas condições de uso, operação e manutenção, incluindo o projeto “Como Construído” (ABNT, 2021f).

2.2.2. Adequação ambiental

De acordo com a NBR 15.575-1, os empreendimentos e sua infraestrutura (arruamento, drenagem, rede de água, gás, esgoto, telefonia, energia) devem ser projetados, construídos e mantidos buscando minimizar as alterações ao meio ambiente (ABNT, 2021a). Recomenda-se que as edificações sejam construídas mediante exploração e consumo racionalizado de recursos naturais, objetivando a menor degradação ambiental, menor consumo de água, de energia e de matérias-primas. É importante destacar que o item “Adequação ambiental” na Norma de Desempenho é apenas sugerido, não sendo obrigatório.

O uso de tecnologias visando uma melhor adequação ambiental das edificações produz uma redução considerável de recursos naturais, diminuindo, portanto, os impactos ambientais provocados pelo empreendimento (CARVALHO *et al.*, 2020).

As águas servidas provenientes dos sistemas hidrossanitários devem ser encaminhadas às redes públicas de coleta e, na indisponibilidade destas, é necessário buscar sistemas que evitem a contaminação do ambiente local. As instalações elétricas devem privilegiar a adoção de soluções que minimizem o consumo de energia, entre elas a utilização de iluminação e ventilação natural e de sistemas de aquecimento baseados em fontes de energia alternativa (ABNT, 2021a).

Nas partes II, III, IV e V da Norma de Desempenho, recomenda-se para as edificações, a consideração dos aspectos abordados na NBR 15.575-1 (ABNT, 2021a) sobre adequação ambiental. Como a avaliação técnica do impacto gerado ao meio ambiente pelas atividades da cadeia produtiva da construção ainda demanda muitas pesquisas, não é possível estabelecer critérios, métodos de avaliação e níveis de desempenho para esses sistemas.

A NBR 15.575-6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários destaca a importância de reduzir a demanda da água da rede pública de abastecimento e o volume de esgoto conduzido para tratamento, sem aumentar a probabilidade de ocorrência de doenças ou reduzir a satisfação do usuário com esses serviços. É recomendado que as peças de utilização nesses sistemas possuam vazões que permitam tornar o uso da água neles utilizada o mais eficiente possível (ABNT, 2021f).

2.3.NBR 5.674 - MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES

O processo de construção das edificações não se limita ao momento em que a mesma é entregue para uso, como culturalmente é pensado. Considerar as edificações como produtos descartáveis, que podem ser simplesmente substituídas quando deixam de atender aos requisitos de desempenho é equivocado, tanto sob o ponto de vista econômico, quanto sob o ponto de vista ambiental, sendo essencial o planejamento da manutenção (ABNT, 2012).

A Norma de Desempenho estabelece que, para a gestão de manutenção, deve ser atendida a NBR 5.674, a fim de preservar as características originais da edificação e minimizar a perda de desempenho decorrente da degradação de seus sistemas, elementos ou componentes.

A NBR 5.674 (ABNT, 2012) é composta por oito capítulos, sendo três de interesse para essa pesquisa: Requisitos para a manutenção; Requisitos para a documentação; e, Incumbências ou encargos. Abaixo, são apresentadas as três partes relacionadas com a pesquisa.

2.3.1. Requisitos para a manutenção

A gestão do sistema de manutenção precisa considerar características específicas das edificações, tais como: tipologia da edificação; uso efetivo da edificação; tamanho e complexidade da edificação e seus sistemas; além da localização e implicações do entorno da edificação (ABNT, 2012).

As atividades de manutenção são classificadas de acordo com as características específicas de realização de intervenções, em que os fatores preponderantes são a escala e o momento da intervenção e o seu efeito sobre o uso normal da edificação. A NBR 5.674 divide essas ações em três tipos: rotineira, preventiva e corretiva (ABNT, 2012).

- **Manutenção rotineira:** Caracterizada por um fluxo constante de serviços, padronizados e cíclicos, podendo ser programados diariamente, semanalmente ou mesmo mensalmente, sem afetar a rotina dos usuários. Geralmente está relacionada à conservação da edificação, para a qual somente é necessário equipamento e pessoal permanente.

- **Manutenção preventiva:** Contempla serviços cuja realização seja programada com antecedência, de acordo com a periodicidade específica para cada sistema, a fim de minimizar as suas possibilidades de falha ou degradação. É essencial, para o sucesso da

manutenção preventiva, que as especificações sobre as instalações e equipamentos existentes na edificação estejam disponíveis.

- **Manutenção corretiva:** Definida por serviços que demandam ação ou intervenção imediata para permitir a continuidade do uso dos sistemas, elementos e componentes das edificações, ou ainda, evitar graves riscos e prejuízos pessoais ou patrimoniais aos seus usuários. Normalmente, são as atividades de manutenção que demandam maiores esforços técnicos e administrativos, pois apresentam maior complexidade.

O programa de manutenção deve determinar as atividades essenciais de manutenção, sua periodicidade, responsáveis pela execução, documentos de referência, referências normativas e recursos necessários, considerando projetos, memoriais, orientação dos fornecedores e manual de uso, operação e manutenção (ABNT, 2012).

A NBR 5.674 estabelece que é necessário conter, em um programa de manutenção, uma sistematização ou estrutura que contemple a designação do sistema, quando aplicável aos elementos e componentes; descrição da atividade; periodicidade em função de cada sistema; identificação dos responsáveis; documentação referencial e formas de comprovação; modo de verificação do sistema; e o custo (ABNT, 2012).

Ainda de acordo com a NBR 5.674, as atividades de manutenção têm um custo significativo na fase de uso da edificação, não podendo ser realizada de modo improvisado, esporádico ou casual. Ela deve ser considerada um serviço técnico programável e um investimento na preservação do valor patrimonial (ABNT, 2012). Além de contribuir para a segurança e qualidade de vida dos usuários, um programa de manutenção é essencial para preservar os níveis de desempenho do edifício, ao longo da sua VUP.

2.3.2. Requisitos para a documentação

A documentação do programa de manutenção deve incluir, dentre outros, o manual de uso, operação e manutenção das edificações; manual dos fornecedores dos equipamentos e serviços; contratos firmados; catálogos, memoriais executivos, projetos, desenhos, procedimentos executivos dos serviços de manutenção e propostas técnicas; relatório de inspeção; registros de serviços de manutenção realizados; e documentos de atribuição de responsabilidade de serviços técnicos (ABNT, 2012).

Para Michelin (2005), o manual de uso, operação e manutenção é considerado um item essencial para ligação das fases de produção e utilização de uma edificação,

definindo as responsabilidades do construtor e do usuário, além de proteger a construtora ou incorporadora do mau uso ou má intenção do proprietário, visto que esse documento informa o cliente como ocupar e realizar os procedimentos de manutenção no imóvel.

A NBR 5.674 informa que toda a documentação dos serviços de manutenção executados deve ser arquivada, ficando sob responsabilidade do proprietário ou síndico. Toda esta documentação, se necessário, precisa ser facilmente localizada e acessada, estando disponível aos envolvidos, quando pertinente (ABNT, 2012).

2.3.3. Incumbências e encargos

Quanto às incumbências ou encargos, a NBR 5.674 destaca que os intervenientes devem atender aos requisitos apresentados por ela, às normas técnicas aplicáveis e ao manual de uso, operação e manutenção da edificação (ABNT, 2012).

O proprietário de uma edificação ou o condomínio deve fazer cumprir e prover os recursos para o programa de manutenção preventiva das áreas comuns. O construtor ou incorporador precisa fornecer ao proprietário do imóvel o manual de uso, operação e manutenção da edificação, elaborado de acordo com a NBR 14.037 (ABNT, 2012).

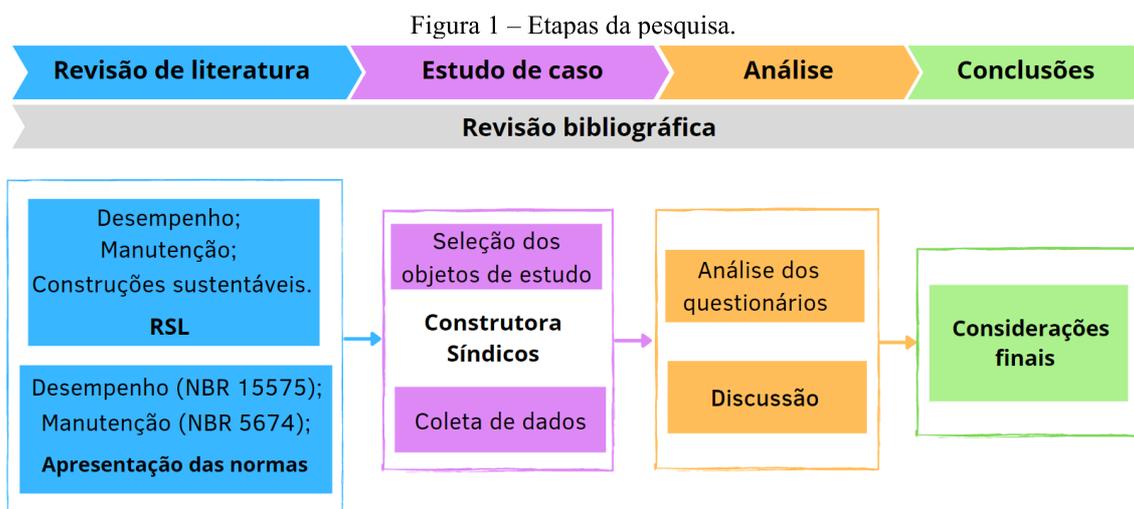
O síndico ou o proprietário pode delegar a gestão da manutenção da edificação à empresa ou profissional contratado. Nesse caso, a empresa ou o profissional deve responder pela gestão do sistema de manutenção da edificação, ficando responsável por: assessorar o proprietário ou o síndico nas decisões que envolvam a manutenção da edificação; providenciar e manter atualizados os documentos e registros da edificação; implementar e realizar as verificações ou inspeções previstas no programa de manutenção preventiva; elaborar as previsões orçamentárias; orientar os usuários sobre o uso adequado da edificação e em caso de situações emergenciais; dentre outros (ABNT, 2012).

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1.DELINEAMENTO

Para atender aos objetivos propostos, foi realizada uma revisão de literatura, juntamente com apresentação das normas técnicas relacionadas à pesquisa.

Após essas etapas, o estudo de caso foi o método empregado, como é possível observar na Figura 1 apresentada abaixo:



Fonte: Autora, 2021.

Inicialmente, as três maiores construtoras em atividade da região de Três Rios/RJ foram contactadas, para que a partir delas, os síndicos dos edifícios participantes dessa pesquisa fossem selecionados, conforme descrito no capítulo de Método de Pesquisa.

Entretanto, somente uma das empresas atendeu os critérios de seleção definidos. Desta forma, os limites da pesquisa realizada consistiram em consultar uma amostra referente a uma empresa construtora na cidade analisada, bem como os síndicos de edifícios construídos por essa mesma empresa. A empresa é atuante em diferentes cidades do estado do Rio de Janeiro e possui destacada atuação no setor da construção civil local.

3.2.REVISÃO DE LITERATURA

3.2.1. Revisão Sistemática de Literatura

A primeira etapa para a realização deste estudo foi a Revisão Sistemática de Literatura, que segundo Maiorino e Bertoli (2017), pode ser considerada uma metodologia de trabalho que visa criar um protocolo de busca de literatura de maneira criteriosa. “A expressão *sistemática* significa que a revisão deve seguir um método explícito, planejado, responsável e justificável” (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015, p. 142).

Randolph (2009) apresenta diversas razões científicas para a necessidade da realização de uma revisão de literatura, entre elas está a análise do avanço da pesquisa a ser desenvolvida em relação aos estudos anteriores. Ressalta também que é necessário definir uma questão motivadora para orientar a RSL, além da elaboração de um protocolo de busca. Pode-se então, englobar os procedimentos necessários em quatro etapas: (a) Formulação do problema; (b) Coleta de dados; (c) Análise e interpretação; (d) Apresentação pública. A descrição dessas fases apresentadas pode ser observada no quadro abaixo:

Quadro 1 - Etapas da Revisão Sistemática de Literatura.

FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	<ul style="list-style-type: none"> • Definição da questão motivadora • Elaboração do protocolo (Base de dados, palavras-chave, filtros e critérios de inclusão/exclusão)
COLETA DE DADOS	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação do protocolo estabelecido
ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Análise dos dados extraídos • Síntese das informações
APRESENTAÇÃO PÚBLICA	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração da discussão

Fonte: Autora, 2020.

FORMULAÇÃO DO PROBLEMA: Como justificativa para essa primeira fase, tem-se a necessidade de esclarecer a seguinte indagação: “Como a manutenção de edificações pode contribuir, considerando a Norma de Desempenho, através de práticas sustentáveis para a durabilidade das edificações?”.

Definida a questão motivadora, foi possível iniciar o planejamento da pesquisa de títulos relacionados ao tema proposto.

A fonte de dados utilizada para a obtenção dos estudos já publicados foram os Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, utilizando um recorte temporal de 2013 até o momento da pesquisa, tendo em vista a data de publicação da Norma de Desempenho, e filtrando o tipo de material em artigos e em qualquer idioma.

Para definição das *strings*, investigações preliminares no Portal da CAPES foram realizadas, tendo a finalidade de refinar a busca sistematizada. Considerando que os resultados de algumas buscas com palavras-chave isoladas foram excessivamente amplos, optou-se por utilizar termos de busca mais específicos.

A busca adotada foi realizada utilizando-se da associação de termos em português e inglês a cada pesquisa, conectados pelo *booleano AND*. Com a aplicação do protocolo de busca estabelecido para a RSL, um total de 470 artigos foram obtidos, distribuídos conforme o quadro abaixo:

Quadro 2 - Resultados da busca adotada.

MANUTENÇÃO EDIFÍCIOS and NBR 15575	04 artigos
BUILDING MAINTENANCE and NBR 15575	15 artigos
MANUTENÇÃO EDIFÍCIOS and PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS and CONSTRUÇÃO CIVIL and ÁGUA and ENERGIA	51 artigos
<i>BUILDING MAINTENANCE and SUSTAINABLE PRACTICES and CIVIL CONSTRUCTION and WATER and ENERGY</i>	400 artigos
Total	470 artigos

Fonte: Autora, 2021.

Na última busca realizada e apresentada no quadro acima, foi necessário refinar os resultados obtidos, incluindo apenas o tópico “Civil Engineering” para delimitar em número a quantidade de textos obtidos.

Para a seleção dos artigos, alguns critérios de exclusão e inclusão foram estabelecidos, e após triagem, os artigos passaram por um processo de aprovação para serem avaliados na RSL.

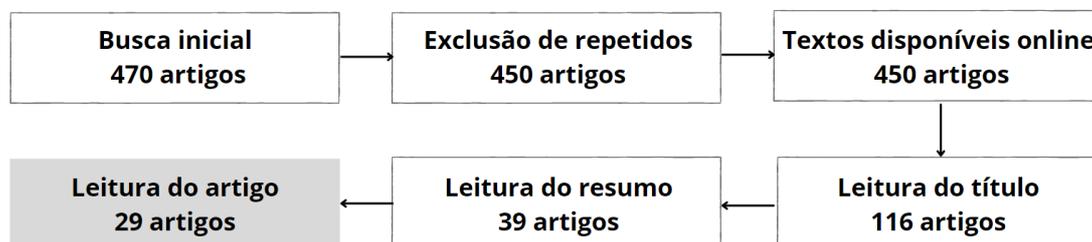
Os critérios estabelecidos para a exclusão dos artigos foram: (a) Artigos repetidos que aparecem em mais de uma base; (b) Trabalhos em que o texto completo não esteja disponível online; (c) A partir da leitura do título, o artigo não apresenta aderência à questão motivadora (caso haja dúvidas, deverá continuar); (d) A partir da leitura do resumo, o artigo não apresenta aderência ao assunto investigado (não estando claro, deverá ser mantido); (e) A partir da leitura do artigo, não há aderência aos objetivos propostos.

O critério estabelecido após seleção dos artigos para que pudessem ser incluídos e avaliados foi: O artigo deve incluir em sua proposta a manutenção e/ou o desempenho de edificações, considerando práticas sustentáveis, especialmente relacionadas ao consumo de água e energia.

COLETA DE DADOS: Deve ser realizada de forma criteriosa, documentando com rigor todos os dados coletados, garantindo uma pesquisa precisa e sistemática.

Após o levantamento preliminar, os artigos foram filtrados com o emprego dos critérios de exclusão, resultando nos seguintes quantitativos:

Figura 2 – Resultados de busca com a aplicação dos filtros de exclusão.



Fonte: Autora, 2021.

ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO: Nessa etapa acontece a síntese e organização dos dados encontrados. Os 29 artigos, selecionados na etapa anterior, foram incluídos conforme os principais assuntos abordados nesta pesquisa.

APRESENTAÇÃO PÚBLICA: Preparação para redação e discussão das informações obtidas com a RSL, na abordagem teórica. Os textos selecionados embasaram a Fundamentação Teórica desse estudo. A distribuição dos artigos, de acordo com temas mais específicos, está apresentada no primeiro item dos resultados. O *software* livre Iramuteq foi utilizado para a análise de conteúdo dos textos.

3.2.2. Apresentação das Normas Técnicas

A NBR 15.575 e NBR 5.674 são normas estritamente relacionadas aos objetivos dessa pesquisa, por isso foram utilizadas para embasar parte da Fundamentação Teórica. A Norma de Desempenho teve as suas seis partes apresentadas, entretanto, somente os requisitos de Sustentabilidade foram abordados, sendo apresentados durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental. Na NBR 5.674, os requisitos para a manutenção, para a documentação e incumbências ou encargos foram discutidos.

3.3. ESTUDO DE CASO

Como segunda etapa para a realização deste trabalho, tem-se o estudo de caso, que possui uma metodologia de pesquisa classificada como aplicada, na qual se busca a aplicação prática de conhecimentos para a solução de problemas de campo.

Prodanov e Freitas (2013) afirmam que o estudo de caso é um tipo de pesquisa qualitativa e/ou quantitativa, entendido como uma categoria de investigação que tem como objeto o estudo de uma unidade de forma aprofundada, podendo tratar de um sujeito, de um grupo de pessoas, de uma comunidade etc.

O instrumento utilizado para coleta de dados foi questionários, que devem ser objetivos, limitados em extensão, estarem acompanhados de instruções que expliquem a natureza da pesquisa e que ressaltem a importância e a necessidade das respostas, a fim de motivar o respondente. O questionário é uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito pelo informante (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Os dados foram levantados de agosto à dezembro do ano de 2021 e analisados qualitativamente, sendo apresentados no segundo item do Capítulo IV.

3.3.1. Caracterização da empresa

Inicialmente, foram levantadas as três maiores construtoras na cidade de Três Rios/RJ, considerando o número de unidades entregues (superior a mil) e o período de atuação no mercado da construção civil (a mais de 20 anos). Duas dessas empresas concordaram em participar da pesquisa, enquanto a terceira não se dispôs a responder o questionário, motivo que justifica sua exclusão do estudo.

A Empresa A exerce suas atividades nas cidades de Três Rios/RJ, Paraíba do Sul/RJ, Petrópolis/RJ e Barra do Pirai/RJ. Atua de forma integrada nos setores residenciais e comerciais desde a incorporação, construção até a comercialização de seus imóveis. No mercado da construção civil, conta com cerca de 3 mil unidades entregues, de padrões variados. O foco da empresa é em empreendimentos residenciais, especialmente voltados ao programa MCMV (Minha Casa Minha Vida) do Governo Federal. Os projetos arquitetônicos são elaborados por arquitetos da empresa, já os demais projetos complementares são terceirizados.

A Empresa B está no mercado desde 1988 na cidade investigada, com empreendimentos residenciais e comerciais em padrões variados. Entretanto, nos últimos anos, seus empreendimentos foram compostos principalmente por ambientes comerciais e não há previsão de nenhum outro lançamento imobiliário.

Diante disso, como a Empresa B não está atuando em empreendimentos residenciais, que é o foco desta pesquisa, somente os edifícios construídos pela Empresa A foram investigados, na cidade de Três Rios/RJ.

3.3.2. Caracterização dos empreendimentos

A partir da seleção da construtora, os síndicos dos edifícios localizados em Três Rios/RJ, que concordaram em participar, foram inseridos nesse estudo. A Empresa A foi responsável pela construção de 14 empreendimentos no local investigado, sendo todos os respectivos síndicos contatados via contato telefônico.

Após a apresentação do estudo e convite aos síndicos para contribuir com o estudo, 8 deles (I a VIII) concordaram em participar da pesquisa, representando 57,14% da amostra. Inicialmente, o questionário foi enviado em formato digital, sendo respondido por 5 síndicos. Um novo contato foi realizado e mais 3 questionários foram respondidos presencialmente.

Tabela 1: Caracterização dos empreendimentos.

Empreendimento	Lançamento	Número de Unidades	Tipo de construção
I	1999	192	POPULAR
II	2005	160	POPULAR
III	2009	140	POPULAR
IV	2010	80	NORMAL
V	2012	146	NORMAL
VI	2013	160	POPULAR
VII	2013	160	POPULAR
VIII	2019	48	POPULAR

Fonte: Autora, 2021.

3.3.3. Levantamento de dados

Foi elaborado um questionário em que as questões a serem respondidas, foram agrupadas em blocos: (i) Desempenho; (ii) Manutenção; (iii) Sustentabilidade. Tais perguntas foram direcionadas para a construtora, através de um questionário, e aos síndicos dos edifícios por meio de outro modelo de questionário, apresentados nos Apêndices A e B, estando já aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora, sob o CAAE: 45541621.8.0000.5147.

A Norma de Desempenho passou por atualização em 2021, entretanto, a versão utilizada para a elaboração dos questionários foi a publicada em 2013, visto que estava em vigor no momento de preparação das perguntas.

O profissional responsável pela manutenção dos edifícios poderá responder o questionário, caso o síndico não tenha conhecimento das informações necessárias para respondê-lo ou não se disponha a participar da pesquisa.

Nas perguntas incluídas no bloco (i) Desempenho, a construtora é questionada sobre a Norma de Desempenho, se consideram os seus requisitos nos projetos e verificam esse cumprimento. No questionário para os síndicos, as perguntas também estão relacionadas à NBR 15.575, investigando sobre o conhecimento dessa norma e o atendimento das exigências de desempenho em cada sistema da edificação.

No bloco (ii) Manutenção, do questionário para a construtora, as perguntas estão relacionadas ao Manual do Usuário, assistência técnica e preocupação com a manutenção ainda na fase de projeto. Para os síndicos, as questões contemplam a identificação, execução e acompanhamento das atividades de manutenção nos edifícios, bem como a utilização do Manual do Usuário e armazenamento de informações.

O último bloco, (iii) Sustentabilidade, traz perguntas sobre a adoção de medidas sustentáveis na concepção dos edifícios e no canteiro de obras para a construtora. Os questionamentos direcionados aos síndicos envolvem o consumo de água e de energia, coleta seletiva e dificuldades na implantação de práticas sustentáveis nas edificações.

3.3.4. Análise dos resultados

Os dados foram tratados de maneira qualitativa, através da estruturação e análise destes. Prodanov e Freitas (2013) apontam que na abordagem qualitativa, a pesquisa tem o ambiente como fonte direta dos dados. O pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo. Na análise dos dados levantados, não há a preocupação em comprovar hipóteses estabelecidas previamente, entretanto este fato não elimina a existência de um cenário teórico que direcione a coleta, a análise e a interpretação desses dados.

É evidente que o *Iramuteq* por si não basta para a análise de conteúdo, pois somente trata e esquematiza os dados. Para complementar, o quadro apresentado abaixo traz esses estudos analisados, distribuídos conforme os principais assuntos específicos que foram discutidos em cada um deles, juntamente com os termos principais de foco deste trabalho.

Quadro 3 - Distribuição de temas por artigo.

	Desempenho	Manutenção	Sustentabilidade	Materiais	Consumo de água	Consumo de energia	Sistema ambiental
Araújo, Medeiros e Silva (2019)	✓	✓		✓			
Arocha e McCann (2012)			✓	✓	✓		✓
Bissoli-Dalvi <i>et al.</i> (2013)			✓	✓			✓
Bissoli-Dalvi <i>et al.</i> (2016)			✓	✓			✓
Blumenschein, Miller e Tomé (2014)			✓				✓
Brito e Silva (2020)		✓	✓				
Bueno <i>et al.</i> (2019)	✓	✓					
Condeixa <i>et al.</i> (2015)	✓						✓
Conto, Oliveira e Ruppenthal (2017)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dadzie <i>et al.</i> (2018)			✓	✓		✓	✓
Dinamarco, Haddad e Evangelista (2016)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Durin e Margeta (2017)			✓		✓	✓	✓
González e Cardoso (2020)			✓			✓	
Lacasse; Gaur; Moore (2020)		✓	✓	✓			
Liu <i>et al.</i> (2018)	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Macedo e Martins (2015)			✓	✓	✓	✓	✓
Mirabella <i>et al.</i> (2018)	✓			✓		✓	
Miranda <i>et al.</i> (2018)			✓		✓	✓	✓
Nunes (2018)			✓	✓	✓	✓	✓
Oliveira <i>et al.</i> (2016)			✓			✓	
Rezende, Brito e Freitas (2017)			✓				✓
Santos Filho <i>et al.</i> (2014)	✓	✓		✓			

Serralheiro, Brito e Silva (2017)	✓	✓		✓			
Severo e Sousa (2016)	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Silveira <i>et al.</i> (2018)			✓			✓	✓
Soares (2017)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Trindade <i>et al.</i> (2020)	✓	✓	✓	✓			✓
Tugoz, Bertolini e Brandalise (2017)			✓		✓		✓
Xu <i>et al.</i> (2019)			✓		✓	✓	✓

Fonte: Autora, 2021.

Em função da metodologia empregada, os 29 artigos selecionados estão distribuídos conforme o quadro abaixo:

Quadro 4 – Procedimentos metodológicos.

MÉTODOS	TEXTOS
REVISÃO DE LITERATURA	<ul style="list-style-type: none"> • Bissoli-Dalvi et al. (2013) • Brito e Silva (2020) • Conto, Oliveira e Ruppenthal (2017) • González e Cardoso (2020) • Lacasse; Gaur; Moore (2020) • Mirabella et al. (2018) • Miranda et al. (2018) • Nunes (2018) • Oliveira et al. (2016) • Rezende, Brito e Freitas (2017) • Severo e Sousa (2016) • Silveira et al. (2018)
PESQUISA DE CAMPO	<ul style="list-style-type: none"> • Araújo, Medeiros e Silva (2019) • Arocha e McCann (2012) • Bissoli-Dalvi et al. (2016) • Bueno et al. (2019) • Condeixa et al. (2015)
PROPOSIÇÃO DE FERRAMENTAS	<ul style="list-style-type: none"> • Blumenschein, Miller e Tomé (2014) • Trindade et al. (2020) • Xu et al. (2019)
ESTUDO DE CASO	<ul style="list-style-type: none"> • Dadzie et al. (2018) • Dinamarco, Haddad e Evangelista (2016) • Durin e Margeta (2017) • Liu et al. (2018) • Macedo e Martins (2015) • Miranda et al. (2018) • Santos Filho et al. (2014)

MÉTODOS	TEXTOS
	<ul style="list-style-type: none"> • Serralheiro, Brito e Silva (2017) • Soares (2017) • Tugoz, Bertolini e Brandalise (2017)

Fonte: Autora, 2022.

Percebe-se que a revisão de literatura e o estudo de caso foram os procedimentos metodológicos mais recorrentes dentro da amostra, seguidos de pesquisa de campo e proposição de ferramentas.

O quadro 5 organiza os textos analisados, através do protocolo da RSL, de acordo com o meio de divulgação, demonstrando um grande número de periódicos vinculados.

Quadro 5 – Periódicos de publicação.

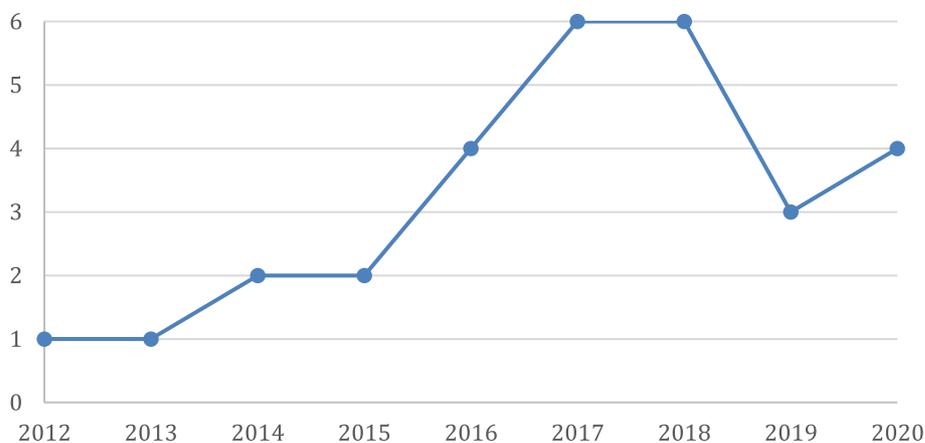
PERIÓDICOS	TEXTOS
ARQUITETURA REVISTA	<ul style="list-style-type: none"> • Bissoli-Dalvi et al. (2013)
BUILDINGS	<ul style="list-style-type: none"> • Brito e Silva (2020) • Dadzie et al. (2018) • Lacasse; Gaur; Moore (2020) • Mirabella et al. (2018) • Trindade et al. (2020)
CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS	<ul style="list-style-type: none"> • Bissoli-Dalvi et al. (2016) • Serralheiro, Brito e Silva (2017)
GEAS	<ul style="list-style-type: none"> • Macedo e Martins (2015) • Miranda et al. (2018) • Soares (2017) • Tugoz, Bertolini e Brandalise (2017)
GEPROS	<ul style="list-style-type: none"> • Conto, Oliveira e Ruppenthal (2017)
HINDAWI	<ul style="list-style-type: none"> • Liu et al. (2018) • Xu et al. (2019)
HOLOS	<ul style="list-style-type: none"> • Araújo, Medeiros e Silva (2019) • Oliveira et al. (2016) • Rezende, Brito e Freitas (2017)
RBPG	<ul style="list-style-type: none"> • Blumenschein, Miller e Tomé (2014)
REEC	<ul style="list-style-type: none"> • Santos Filho et al. (2014)
REM	<ul style="list-style-type: none"> • Bueno et al. (2019)

PERIÓDICOS	TEXTOS
REVISTA PRODUÇÃO ONLINE	<ul style="list-style-type: none"> • Silveira et al. (2018)
REVISTA INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Nunes (2018)
RISTI	<ul style="list-style-type: none"> • Severo e Sousa (2016)
SUSTENTABILIDADE	<ul style="list-style-type: none"> • Condeixa et al. (2015) • González e Cardoso (2020)
SUSTINERE	<ul style="list-style-type: none"> • Dinamarco, Haddad e Evangelista (2016)
TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DEL AGUA	<ul style="list-style-type: none"> • Durin e Margeta (2017)
WATER WORK	<ul style="list-style-type: none"> • Arocha e McCann (2012)

Fonte: Autora, 2022.

Foi realizado ainda uma análise temporal das publicações, mostrada na Figura 4. Percebe-se que os anos de 2017 e 2018 apresentaram o maior número de publicações no Portal de Periódicos da Capes, relacionadas ao assunto dessa pesquisa.

Figura 4 – Análise temporal das publicações.



Fonte: Autora, 2022.

Por fim, para uma análise geral dos 29 artigos analisados na RSL, a Tabela 2 apresenta um quadro-resumo do conteúdo apresentado em cada um dos textos.

Referência	Objetivos	Método	Resultados
Araújo, Medeiros e Silva (2019)	Elaborar um diagnóstico quanto à contribuição do Manual do Usuário para a qualidade e desempenho das edificações em João Pessoa - PB.	Pesquisa bibliográfica, documental e de campo. Onze empresas construtoras que possuíam manuais do usuário elaborados e entregues.	Os manuais são elaborados apenas para cumprir um requisito legal e que a qualidade de construção e o desempenho das obras não possuem relação com o conteúdo dos manuais.
Arocha e McCann (2012)	Determinar a relação entre o design de um acessório destinado a economizar água e o impacto no comportamento do usuário e, portanto, no consumo de água.	A pesquisa se qualifica como um experimento de campo natural. Os banheiros do experimento estão localizados na Prefeitura de uma pequena cidade do meio-oeste americano.	A economia comportamental pode ser uma ferramenta útil para examinar a eficácia e o design de todos os aparelhos e acessórios que usam água, não apenas em banheiros. A menos que o comportamento humano seja considerado, a economia de água não será alcançada.
Bissoli-Dalvi <i>et al.</i> (2013)	Sistematizar os indicadores potencialmente aplicáveis em um processo de seleção de materiais de construção com base na sustentabilidade.	Foram adotadas como referências as principais ferramentas de avaliação de sustentabilidade. A partir da sistematização, foi efetuada a correlação dos indicadores com as dimensões ambiental, econômica, social e cultural do conceito de sustentabilidade.	Foram listados e conceituados 33 indicadores, sendo perceptível a maior relação dos indicadores com a dimensão ambiental da sustentabilidade. Também foi possível verificar que os indicadores se correlacionam de forma proporcional com as etapas do ciclo de vida, com exceção da etapa Uso/Operação, visto que nesta ocorre menos manipulação do material.
Bissoli-Dalvi <i>et al.</i> (2016)	Definir o índice de sustentabilidade dos materiais utilizados ou com potencial de uso em janelas em edifícios residenciais multifamiliares localizados em Vitória, utilizando o ISMAS como ferramenta.	O estudo consistiu em duas etapas, um em campo e outro na análise do índice de sustentabilidade dos materiais. Dentre os 23 tipos de janelas identificados, constatou-se que os materiais mais utilizados são alumínio, madeira, PVC e vidro.	Materiais com diferentes composições e propriedades podem atingir o mesmo índice de sustentabilidade quando avaliados usando a abordagem ISMAS. A pesquisa também mostrou que os critérios funcionais, estéticos e econômicos adotados por arquitetos e designers não são suficientes para melhorar o desempenho quando a questão da sustentabilidade é introduzida no processo.
Blumenschein, Miller e Tomé (2014)	Apresentar os resultados parciais do desenvolvimento da ferramenta Cais, que auxilia na estruturação do raciocínio e análise de projetos de pesquisa por alunos e orientadores.	O método utilizado foi dividido em fundamentação, concepção, análise e teste de aplicabilidade na disciplina Estudos Especiais em Tecnologia 1: Inovação e Sustentabilidade na Indústria da Construção (PPG-FAU/UnB).	A maior parte dos alunos conseguiu desenvolver habilidades relacionadas à visão sistêmica, metodologia científica, aos princípios de inovação e conceitos de sustentabilidade. Os temas relacionados à água estão pouco explorados pelas pesquisas, seguido da temática energia e resíduos da construção e demolição.

Brito e Silva (2020)	Fornecer uma visão geral do conhecimento existente relacionado a vários aspectos de Previsão do Ciclo de Vida e Manutenção de Edifícios.	Foram analisadas 12 pesquisas originais, com a relevante contribuição de especialistas internacionais do Canadá, República Tcheca, Finlândia, Alemanha, Itália, Polônia, Portugal, Noruega e Suécia.	Abordaram a manutenção e a capacidade de serviço de edifícios, a manutenção e reparo, a definição e otimização de manutenção e apólices de seguro, a análise financeira de vários planos de manutenção e todo o custeio do ciclo de vida e avaliação do ciclo de vida.
Bueno <i>et al.</i> (2019)	Avaliar a durabilidade da edificação em uma fase pós-ocupação projetada para atender ao nível superior estabelecido na Norma Brasileira de Desempenho NBR 15575.	Foram realizadas verificações in loco do sistema estrutural do edifício em Novo Hamburgo, RS, além de testes de carbonatação. Um ensaio de dureza do concreto também foi realizado.	Tendo identificado as características e o estado atual da estrutura, as propriedades atendem aos requisitos de projeto tanto para resistência quanto à permeabilidade e resistência à carbonatação. O atendimento ao nível superior da Norma de Desempenho não foi comprovado.
Condeixa <i>et al.</i> (2015)	Modelar os fluxos de materiais nos sistemas de alvenaria e drywall e paredes internas em um cenário brasileiro, e calcular os impactos das mudanças climáticas gerados pelo transporte dos materiais componentes dos sistemas.	Foi feito um inventário qualitativo do ciclo de vida com base na literatura acadêmica e relatórios técnicos. Para a análise dos impactos das mudanças climáticas gerados pelos sistemas de transporte, foram estimadas as distâncias percorridas pelos materiais e os veículos adotados.	A maior fragilidade de ambos os sistemas construtivos para paredes e são apresentadas sugestões de mitigação. O ciclo de vida da alvenaria apresenta maior consumo de recursos não renováveis e perda de materiais por incumprimento durante a produção dos materiais e nas etapas de construção e demolição.
Conto, Oliveira e Ruppenthal (2017)	Fazer um levantamento dos selos e certificações ambientais mais utilizados no Brasil, através de um levantamento documental.	Para a construção desse estudo, foi realizada uma pesquisa documental baseada em publicações nacionais e internacionais, normas e legislações que envolvem o assunto abordado.	O desenvolvimento de novas técnicas construtivas e a crescente adesão de certificações ambientais vem contribuindo para um maior desempenho do ambiente construído. Mas há empreendedores, mais conservadores, que ainda não aderiram a essas certificações por falta de uma análise de custo, das dificuldades de implementação das certificações e do resultado financeiro.
Dadzie <i>et al.</i> (2018)	Investigar as possíveis barreiras enfrentadas pela adoção e aplicação de tecnologias sustentáveis (TSs) para a atualização sustentável ou com eficiência energética de edifícios existentes.	Uma entrevista semiestruturada foi aplicada com profissionais de sustentabilidade / eficiência energética, engenheiros de serviços de construção, gerentes de projeto, arquitetos e gerentes de instalações na Austrália.	As barreiras para a adoção e aplicação de tecnologias sustentáveis estão relacionadas à idade de construção, custo, tempo de retorno fraco percebido, projeções de economia de energia não confiáveis, design existente e custo oculto e geral de renovação.

Dinamarca, Haddad e Evangelista (2016)	Realizar uma avaliação da viabilidade de aquisição do Selo Casa Azul por parte do condomínio Neo Niterói, e avaliar se o condomínio pode ou não adquirir o Selo Casa Azul.	Refere-se a revisão bibliográfica e ao estudo de caso para validar o referencial teórico disponibilizado na literatura técnica atual.	Constatou-se que o condomínio estaria apto a possível aquisição do Selo Casa Azul na gradação de nível Prata, caso atendesse a alguns critérios obrigatórios, descritos no Guia do Selo Casa Azul.
Durin e Margeta (2017)	Desenvolver um sistema para fornecer abastecimento contínuo de água aos consumidores por um longo período, o que requer confiabilidade com a melhor alternativa de compromisso dos elementos do sistema.	Inovação para o uso de energia fotovoltaica como uma solução prática e sustentável para sistemas urbanos de abastecimento de água. A solução proposta consiste em três partes: um gerador e inversor fotovoltaico, um reservatório de serviço e uma estação de bombeamento.	Embora o recurso básico de energia seja gratuito e uma parte significativa dos custos operacionais, os custos de construção são mais elevados e referem-se aos custos de construção do gerador fotovoltaico. Os custos operacionais totais do sistema fotovoltaico são ligeiramente mais elevados na solução convencional. Nos próximos 25 anos os sistemas fotovoltaicos deverão ter uma vantagem sobre os sistemas convencionais.
González e Cardoso (2020)	Propor um modelo conceitual para a transferência de tecnologia limpa na produção de habitações de interesse social no Brasil e Colômbia.	Revisão sistemática com método PRISMA.	O impacto da transferência de tecnologias limpas na habitação social é muito baixo nesses dois países.
Lacasse; Gaur; Moore (2020)	Discutir os impactos das mudanças climáticas nas edificações e fazer uma revisão dos estudos sobre a durabilidade dos materiais e elementos da construção.	Uma breve revisão dos impactos das mudanças climáticas nos edifícios é fornecida, baseando-se no programa do Conselho Nacional de Pesquisa do Canadá sobre edifícios resilientes ao clima e é fornecida uma revisão da literatura pertinente à degradação de componentes de materiais de construção.	As mudanças projetadas nas principais variáveis climáticas que afetam a durabilidade dos materiais de construção são apresentadas de forma que as especificações para a seleção de produtos, dados os efeitos das mudanças climáticas, podem ser oferecidas, em relação à manutenibilidade de edifícios ao considerar os efeitos potenciais das mudanças climáticas na durabilidade de edifícios também são discutidos.
Liu <i>et al.</i> (2018)	Propor uma sustentada abordagem de projeto capaz de se estruturar, com foco em sistemas de classificação de sustentabilidade como critérios de tomada de decisão, juntamente com dados BIM.	Uma revisão completa da literatura das conexões entre três tópicos principais foi realizada para acompanhar o estado da arte e identificar a lacuna de conhecimento. Entrevistas com profissionais da academia e empresas foram realizadas.	A estrutura proposta aumentará a pesquisa e o desenvolvimento do sistema BIM com suporte de sustentabilidade e promoverá melhor o design sustentável inteligente e automatizado. A estrutura se concentra na integração de vários dados estáticos e dinâmicos em termos de tomada de decisão de design sustentável, considerando a sustentabilidade ambiental.

Macedo e Martins (2015)	Analisar os aspectos da sustentabilidade urbana na perspectiva das empresas construtoras em Campina Grande-PB.	Abordagem quantitativa e qualitativa com dados coletados por um formulário, havendo a proposição de um conjunto de indicadores de sustentabilidade urbana adequados ao setor da construção civil.	Os resultados mostram que o setor da construção civil de Campina Grande-PB, na perspectiva das empresas construtoras, demonstra ter incorporado alguns aspectos da sustentabilidade urbana, mas ainda se vale de ações isoladas e pontuais.
Mirabella <i>et al.</i> (2018)	Obter insights sobre os impactos ambientais de várias estratégias de construção para requisitos de eficiência energética em comparação com os impactos ambientais do ciclo de vida de todo o edifício.	Uma revisão da literatura é orientada por seis questões fundamentais e específicas de pesquisa e realizada com base em duas tarefas principais: (i) seleção de estudos da literatura e (ii) análise crítica dos estudos selecionados.	É importante investigar os materiais de construção e os sistemas técnicos de uma perspectiva de ciclo de vida completo. Algumas soluções, de fato, podem resultar em um ganho ambiental durante o estágio de uso, mas podem, ao mesmo tempo, ter um impacto ambiental substancial durante o estágio de produto.
Miranda <i>et al.</i> (2018)	Obter informações sobre o Qualiverde de forma a elucidar questões sobre seu desenvolvimento e estimular a discussão sobre esta qualificação.	Pesquisa exploratória, na qual o problema é abordado de forma qualitativa, através dos procedimentos técnicos da pesquisa bibliográfica e de entrevista para obtenção das informações.	Apresenta informações sobre a criação, desenvolvimento, funcionamento e estado atual do Qualiverde. Uma grande parte dos dados e fatos trazidos são de difícil acesso e pouco divulgados, conseguidos com o contato direto com membros criadores e certificadores da qualificação.
Nunes (2018)	Analisar como as certificações ambientais podem contribuir com as metas da Agenda através de suas estratégias de projeto, construção e operação de edificações que ajudam a mitigar os impactos ambientais e a promover o desenvolvimento econômico e social.	Revisão da evolução do desenvolvimento sustentável e do mesmo na construção civil. Descrever as estratégias e métodos adotados pelas certificações ambientais de edificações LEED, GBC Brasil, AQUA e Casa Azul. Seleciona 16 das 169 metas da agenda 2030 que podem ser beneficiadas pelas estratégias das certificações.	O número de empreendimentos certificados ainda é pequeno se for analisado a quantidade de construções novas que surgem a todo momento. Porém a mudança da maneira de se projetar, construir e usar as edificações, proposta pelas certificações, poderia ser incorporada mesmo naqueles edifícios que não buscam obter um selo.
Oliveira <i>et al.</i> (2016)	Discutir conceitos, características e vantagens da arquitetura sustentável e a importância da eficiência energética das edificações e os métodos e instrumentos para inserir isso no processo de projeto arquitetônico.	Pesquisa teórica com revisão bibliográfica sobre três temáticas selecionadas: arquitetura sustentável, bioclimática e ecoarquitetura, eficiência energética nas edificações e simulação computacional para projetos de eficiência energética.	Independente do termo utilizado ser arquitetura sustentável, bioarquitetura ou arquitetura bioclimática, há profissionais e pesquisadores dedicados à estudos onde as construções gerem menor impacto de implantação e operação e maior eficiência no uso de recursos naturais, acompanhando as atuais reflexões sobre sustentabilidade.

Rezende, Brito e Freitas (2017)	Apontar a relação entre a utilização do Ecodesign como ferramenta de gestão ambiental, e a contribuição para viabilizar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.	Foi feita a análise dos aspectos do Ecodesign nas etapas previstas na construção civil através do checklist de Ottman; otimizado e adaptado para o contexto das construções.	Os resultados evidenciaram que os aspectos do Ecodesign viabilizam um meio ambiente ecologicamente equilibrado, demonstrando uma importante interface entre o Ecodesign e o direito.
Santos Filho <i>et al.</i> (2014)	Propor uma ferramenta tipo check-list para auxílio na verificação de atendimento aos itens referentes a condições de manutenibilidade de vedação externa ou fachada conforme previsto na norma de desempenho de edificações NBR 15575	Estudos de caso realizados nas cidades de Brasília e Goiânia; foram feitas análises quantitativas e visual, considerando-se a idade das edificações, o material empregado na fachada, as dificuldades encontradas pelos gestores para manutenção e as incidências patológicas.	As informações contidas nos manuais do proprietário e do síndico, além das normas de manutenção, são claras nos quesitos de periodicidade e procedimentos, mas ainda existe uma relutância dos condomínios sobre questões de conservação. Não há como prever o comportamento dos usuários da edificação. Técnicas de projetos podem ser implantadas para diminuir o custo de manutenção.
Serralheiro, Brito e Silva (2017)	Propor uma metodologia para a previsão da vida útil de fachadas de concreto arquitetônico, seguindo uma linha de pesquisa desenvolvida para outros tipos de revestimentos, para avaliar sua durabilidade.	É baseada na coleta de dados em inspeções visuais. Foram analisadas 174 fachadas, durante a fase de trabalho de campo, através do levantamento dos diferentes fenômenos de degradação.	As informações coletadas foram utilizadas para definir curvas de degradação, que expressam graficamente a perda de desempenho das fachadas de concreto arquitetônico ao longo do tempo, avaliando a influência dos agentes de degradação, permitindo estimar uma vida útil de referência para este tipo de revestimento.
Severo e Sousa (2016)	Apresentar e identificar as principais ferramentas qualitativas e quantitativas juntamente com seus pontos fortes e suas limitações.	Foram apresentadas as principais ferramentas de avaliação de sustentabilidade das edificações adotadas em vários países, inicialmente as de orientação qualitativa e, posteriormente, as quantitativas.	É fundamental a adoção de ferramentas de avaliação para as indústrias, em especial para a construção devido ao grande impacto ambiental no seu ciclo de vida. Há um grande consenso que as metodologias qualitativas estão tomando como referência as metodologias quantitativas e que uma pode ser perfeitamente complementar da outra.
Silveira <i>et al.</i> (2018)	Apresentar uma comparação geral em países selecionados na área de eficiência energética, a fim de propor aspectos relevantes para o aprimoramento do caso brasileiro.	Foi realizado um mapeamento sistemático e uma análise de patentes a fim de dar uma visão geral da área. Foram avaliados 34 estudos resultantes da aplicação do fluxo metodológico determinado.	Mostrou aplicações de estratégias de programas na área de eficiência energética em países que podem ser válidas no Brasil em parcerias dos setores público e privado para possibilitar melhorias no uso de energia, sem considerar as vantagens ambientais. Foram expostos o progresso e a evolução das tecnologias em vários setores da economia do Brasil e informações publicadas em diferentes países.

Soares (2017)	Identificar quais técnicas estão sendo utilizadas no processo de construção de centros de distribuição no Brasil, para favorecer a sua condição sustentável.	Foi construída uma base teórica sobre os princípios necessários para a elaboração de um empreendimento sustentável, e realizado um confronto com as características de casos estudados.	A diversidade de estratégias utilizadas para promover o desenvolvimento sustentável em centros de distribuição. A dispersão e a baixa frequência nas estratégias identificadas mostraram que, embora partilhando de atividades logísticas semelhantes, não existe nível consistente de padronização entre os casos em estudo.
Trindade <i>et al.</i> (2020)	Apresentar uma avaliação dos principais obstáculos para a implementação da sustentabilidade na construção civil para a qual a ferramenta gravata borboleta é utilizada.	Foram analisados três casos: desperdício de material de construção, desperdício de gesso e planejamento de uma obra sustentável.	A falta de planejamento para projetos de construção sustentável, de cumprimento de normas técnicas, de conhecimento técnico da força de trabalho e de padronização estão entre os principais entraves para a implantação da sustentabilidade na construção civil. Metodologia para identificar causas, consequências e obstáculos que afetam a implementação de práticas sustentáveis e proporciona uma visualização do cenário investigado, facilitando sua compreensão e análise.
Tugoz, Bertolini e Brandalise (2017)	Avaliar os resultados obtidos com a utilização de cisternas para a captação e uso da água pluvial, em uma escola estadual do Paraná, no município de Marechal Cândido Rondon.	Pesquisa exploratória descritiva, de abordagem qualitativa e quantitativa. Com base nos dados das séries históricas de consumo de água do Colégio Eron Domingues, foi estabelecida uma relação entre o consumo de água mensal e o índice pluviométrico no período.	A eficiência do sistema de captação das águas da chuva, na redução do consumo de água tratada, fornecida pela empresa de Água e Esgoto, em até 57,97%. Dessa forma, ao mesmo tempo que estimula nos alunos uma consciência voltada à sustentabilidade, a inclusão dos saberes e práticas ambientais na escola compreende a perspectiva de um efeito multiplicador na sociedade.
Xu <i>et al.</i> (2019)	Propor uma abordagem baseada em BIM e ontologia que possibilite que as informações de avaliação de construções verdes sejam inferidas a partir de uma base de conhecimento, a fim de alcançar a otimização do esquema.	Ontologia compartilhada BIM e na ontologia de construção BIM. A extensão IFC é adotada no sistema de avaliação de construção verde para gerar conjuntos de atributos. Utiliza a base de conhecimento BIM, por meio da construção da linguagem de regras SWRL e da inferência do Drools, as pontuações dos indicadores de avaliação puderam ser obtidas.	A base de conhecimento BIM para a avaliação de construção verde pode realizar o compartilhamento, manutenção e aquisição de conhecimento entre os diferentes participantes do projeto e melhorar a gestão da construção verde. A inferência ontológica proposta do item de avaliação permite uma busca automatizada dos aspectos que precisam de melhorias na construção verde e auxilia os gerentes de projeto no uso de dados BIM de forma mais fácil e eficaz.

4.2. ESTUDO DE CASO

4.2.1. Empresa A

a) Desempenho

No bloco (i) Desempenho do questionário, o representante da empresa afirmou que conhece a Norma de Desempenho e acredita que tal norma contribui para a qualidade dos empreendimentos.

Foi contatado, através da pesquisa que, como a normatização é um requisito constante para a concepção e execução dos empreendimentos habitacionais, o responsável pela empresa construtora tem conhecimento da Norma de Desempenho.

Nos projetos realizados pela construtora e incorporadora analisada, todos os requisitos da Norma de Desempenho, relacionados aos sistemas estruturais, de pisos, vedações verticais internas e externas, de coberturas e hidrossanitários, são considerados nos projetos realizados pela empresa, e ainda, são explicitados em manual, as orientações acerca das ações de manutenção de todos os sistemas considerados na norma.

Para verificação do cumprimento dos requisitos da norma de cada sistema da edificação apontado acima, é realizado um checklist. O respondente ainda aponta que não há dificuldades e entraves para o atendimento da Norma de Desempenho, mas não foi apresentado nenhuma evidência que comprovasse a afirmação realizada.

b) Manutenção

Através das questões contidas no bloco (ii) Manutenção, o representante da empresa confirma que entrega o manual do proprietário e do síndico de cada empreendimento construído, elaborado pela própria empresa e que nele os prazos de garantia são estabelecidos.

Os manuais do usuário devem ser elaborados à luz da NBR 14037, e também estarem em consonância com a NBR 15.575, para que cumpra sua principal finalidade: informar sobre as características técnicas do imóvel, descrever procedimentos recomendáveis para o melhor aproveitamento da edificação, orientar a realização das atividades de manutenção, prevenir a ocorrência de falhas e acidentes decorrentes de uso inadequado e contribuir para o aumento da durabilidade da edificação.

Para Araújo, Medeiros e Silva (2019), uma função importante dos manuais é proporcionar a comunicação objetiva e rápida entre os proprietários e as informações/procedimentos relativos ao uso adequado da edificação e consequente aumento da durabilidade.

O representante da empresa informou que disponibiliza o contato dos fornecedores e responsáveis técnicos pelas edificações e seus sistemas e que os proprietários ou síndicos já solicitaram a assistência técnica da empresa para todos os sistemas da edificação, com exceção dos sistemas estruturais. A assistência técnica da construtora no pós-obra é avaliada como boa.

As atividades de manutenção são pensadas ainda no projeto, na fase de concepção do empreendimento, garantindo melhores condições de manutenibilidade.

Quanto a manutenção dos empreendimentos, as ações da empresa foram verificadas através das respostas dos síndicos entrevistados. As principais dificuldades relatadas para a realização das atividades de manutenção, não se referem a procedimentos sob responsabilidade da empresa, mas sim ligadas a utilização dos usuários e a realização das atividades de manutenção, principalmente associadas ao custo e à disponibilidade de mão de obra especializada.

Campos e Vargas (2014) apontam que, cabe também às empresas administradoras de condomínios que englobam grande quantidade de edificações, um melhor acompanhamento das atividades desenvolvidas e estudadas para manutenção preventiva, assim como um melhor levantamento das atividades corretivas afim de diminuir os custos não planejados. Entretanto, na amostra analisada, as administradoras responsáveis pelos condomínios atuam exclusivamente em funções administrativas, ficando as atividades de manutenção das áreas comuns dos empreendimentos sob responsabilidade dos síndicos em conjunto com as assembleias de moradores.

c) Sustentabilidade

Nas últimas questões, abordando assuntos ligados a (iii) Sustentabilidade, o representante da empresa diz demandar dos projetistas a adoção de medidas sustentáveis na concepção dos empreendimentos, mas destaca que o custo-benefício e a falta de incentivo da legislação são fatores que dificultam a adoção de tais medidas.

Vale destacar que como o foco da empresa é em empreendimentos do programa MCMV, a implementação de práticas sustentáveis enfrenta desafios, visto que o investimento que deve ser feito pelas construtoras, muitas vezes pode não ser financiado pelos bancos devido aos limites do MCMV. O retorno para as construtoras que adotam essas práticas é, em grande parte, indireto, através de maior visibilidade de mercado, atração de investidores e de clientes com perfil mais voltado para as questões sustentáveis,

que se dispõem, inclusive a pagar por empreendimentos com valores mais elevados, mas que possuem alternativas sustentáveis.

Sobre a gestão de água nos empreendimentos, a empresa, através do respondente, afirma que estabelece no projeto o uso de instrumentos como medidores de consumo individuais, dispositivos redutores de consumo e aproveitamento de água pluvial.

A inovação tecnológica é fundamental para melhorar a ecoeficiência do uso da água, através de aparelhos e utensílios domésticos. Com isso em mente, acessórios com eficiência hídrica, como descarga dupla podem ser um recurso valioso em regiões com escassez de água. Isto portanto, faz encorajar a instalação e o uso desses banheiros que economizam água. No entanto, Arocha e McCann (2012) apontam que não é suficiente que o banheiro seja projetado para reduzir o consumo de água, isso é também imperativo que seu mecanismo de descarga dupla seja claramente marcado e fácil para o usuário operar corretamente, isto é, que o comportamento do usuário seja levado em consideração como parte do processo de design.

Quanto ao consumo de energia, a adoção de sensores de presença e lâmpadas de menor consumo são medidas sugeridas pela empresa para a redução da demanda energética dos empreendimentos.

Referindo-se à promoção da eficiência energética nos edifícios, é necessário desenvolver políticas ambientais que fomentem tecnologias inovadoras. A eficiência energética das edificações é importante para otimizar os níveis de consumo e consequentemente reduzir o impacto ambiental da geração de energia.

Esta necessidade é também apresentada por Oliveira *et al.* (2016), que destaca que a melhoria da eficiência energética de uma edificação pode ocorrer em usos finais específicos, como iluminação por exemplo, ou na edificação como um todo. A edificação eficiente deve buscar prover conforto ambiental ao usuário, evitar que os sistemas fiquem acionados quando não for necessário, minimizar a manutenção, reduzir o impacto ambiental e reduzir os custos relacionados a consumo de energia.

No canteiro de obra, segundo o respondente, a empresa também adota medidas sustentáveis e os principais fatores para a utilização dessas medidas que visam a sustentabilidade na construtora é a aceitação do mercado e a responsabilidade ambiental.

4.2.2. Empreendimentos

a) Desempenho

Sobre o bloco de questões ligadas ao desempenho das edificações estudadas, um dos síndicos, que inclusive atua como síndico profissional do Empreendimento VI, disse conhecer a Norma de Desempenho. Ele afirma ter feito um curso sobre a NBR 15.575 e destaca que os sistemas estruturais e de vedações atendem totalmente às exigências de desempenho previstas na norma e no manual do usuário, enquanto os demais sistemas da edificação atendem parcialmente. Os demais síndicos disseram não conhecer a Norma de Desempenho.

Considerando que os síndicos na maioria dos casos analisados não são síndicos profissionais, carecem de informações relacionadas a NBR 15.575, implicando na ausência de informações sobre o atendimento à Norma de Desempenho. É importante destacar que somente um dos empreendimentos analisados foi construído após a publicação da NBR 15.575. Deste modo, somente o Empreendimento VIII deveria estar atendendo os requisitos da norma.

Esse fato identificado na amostra analisada já foi relatado em outras pesquisas. Viana *et al.* (2020) verificou em seu estudo que esse é um assunto pouco conhecido para os representantes do condomínio (20%), assim como os mesmos não sabem quais são suas responsabilidades em relação à manutenção predial. Esse cenário mostra-se como um impasse, visto que o próprio escopo normativo estabelece que os usuários também são intervenientes do objeto construído e, portanto, têm responsabilidades sobre este.

Percebe-se que, mesmo após quase dez anos de publicação da NBR 15.575, o desempenho das edificações ainda se mantém pouco conhecido entre os síndicos de edifícios residenciais. Tal fato pode ser justificado pela região que se encontra a amostra analisada, cidades de pequeno porte e interioranas geralmente enfrentam desafios para a implementação de novas ações em diversos segmentos.

Para análise do atendimento dos requisitos da Norma de Desempenho, o checklist que foi apontado pela Empresa A se mostra parcialmente eficaz, visto que no único edifício onde o síndico conhece as exigências da NBR 15.575, foi identificado que algumas destas exigências de desempenho são atendidas parcialmente para alguns sistemas, indicando que ainda existem pontos a serem identificados nos sistemas da edificação, com exceção do estrutural e de vedação que já atendem totalmente os requisitos da norma, segundo o síndico.

b) Manutenção

Quanto à manutenção dos empreendimentos, o síndico do Empreendimento I aponta que o processo de identificação das necessidades de manutenção se dá através das solicitações do usuário e do próprio síndico. No Empreendimento II ocorre da mesma forma, acrescido da inspeção periódica no edifício e manutenções emergenciais. O síndico do Empreendimento III aponta inspeção periódica como única forma de identificação da necessidade de manutenção.

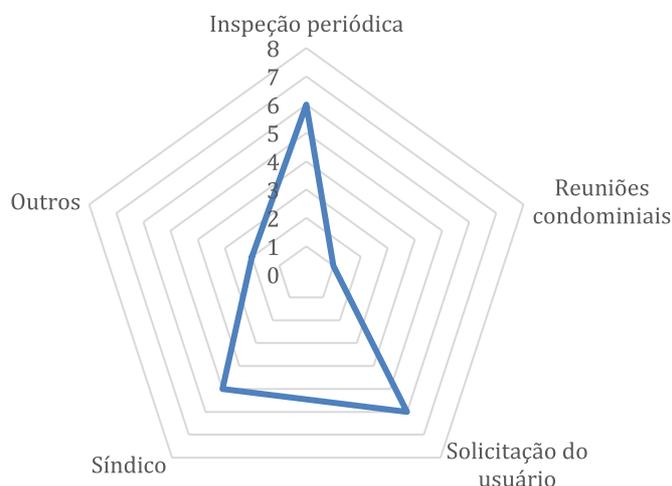
Nos Empreendimentos IV e V, os síndicos pontuam as solicitações de manutenção são realizadas por meio de inspeções periódicas, pelos usuários, pelo próprio síndico e discutidas nas reuniões condominiais.

No Empreendimento VI, além da inspeção periódica e identificação pelo próprio síndico, é apontado também consultoria técnica como uma forma de averiguação da necessidade de ações de manutenção no edifício.

Para os síndicos dos Empreendimentos VII e VIII, as solicitações dos usuários são as principais formas de identificação da manutenção a ser realizada.

Com base nas respostas obtidas dos síndicos para o processo de identificação das necessidades de manutenção, a Figura 5 apresenta que os principais mecanismos utilizados são a inspeção periódica, a solicitação do usuário e as solicitações realizadas pelos próprios síndicos.

Figura 5 – Solicitações de manutenção.



Fonte: Autora, 2022.

Quanto à existência de dificuldades para a realização das atividades de manutenção, somente os síndicos dos Empreendimentos III e VII responderam de forma negativa, os demais apontaram dificuldades como o alto índice de inadimplência,

implicando em poucos recursos financeiros disponíveis e a falta de profissionais e empresas especializadas para a realização dos serviços de manutenção.

Neste sentido, Bandeira e Nunes (2020) completam que devido ao número elevado de residências feitas num curto período de tempo, o uso de materiais inadequados, além da ausência de manutenção dos edifícios entregues nos últimos anos pelo MCMV observa-se o surgimento de patologias nas edificações antes mesmo do fim de suas garantias.

Nos Empreendimentos III, V e VII as solicitações de manutenção são atendidas totalmente, enquanto nos demais os síndicos afirmaram que o atendimento ocorre parcialmente. Em todos os edifícios analisados, a inspeção predial é realizada, com exceção do Empreendimento I.

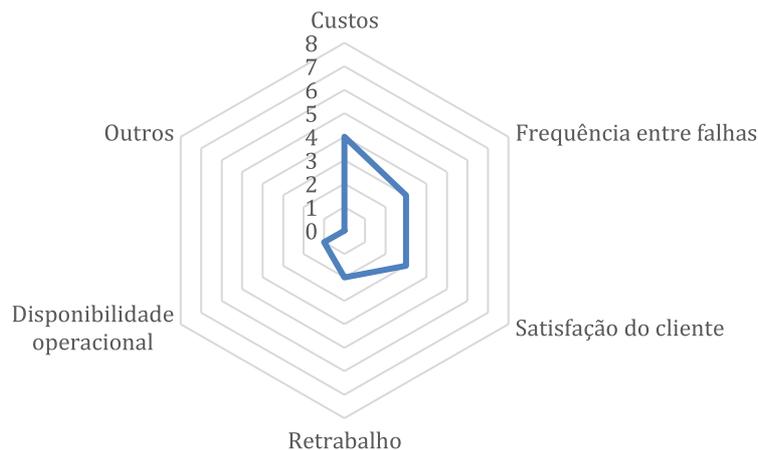
Quanto à manutenção preventiva, a maioria dos síndicos pontua a aplicação parcial dessas ações, somente o Empreendimento V e VI apresentam em sua totalidade a aplicação de ações relacionadas à manutenção preventiva. Sobre treinamentos para os responsáveis da manutenção, ocorrem somente nos Empreendimentos IV, V e VI.

Percebe-se que a manutenção preventiva não é realizada em sua totalidade em todos os empreendimentos. Como um dos principais questionamentos dos síndicos é a ausência de recursos para os investimentos em manutenção, a não realização de ações de manutenção preventiva compromete esse cenário de baixos orçamentos, visto que somente a realização de ações de manutenção corretiva consomem maior recurso financeiro.

Vale destacar que a manutenção preventiva deve ser realizada mesmo sem a solicitação dos usuários e realização de inspeção predial, pois tem papel fundamental na garantia da vida útil esperada para a edificação e seus sistemas.

A eficiência das atividades de manutenção é acompanhada através indicadores nos Empreendimentos I, V, VI e VIII. Os indicadores de custos, satisfação do cliente e frequência entre falhas foram os principais apontados, como é possível observar na Figura 6 apresentada abaixo.

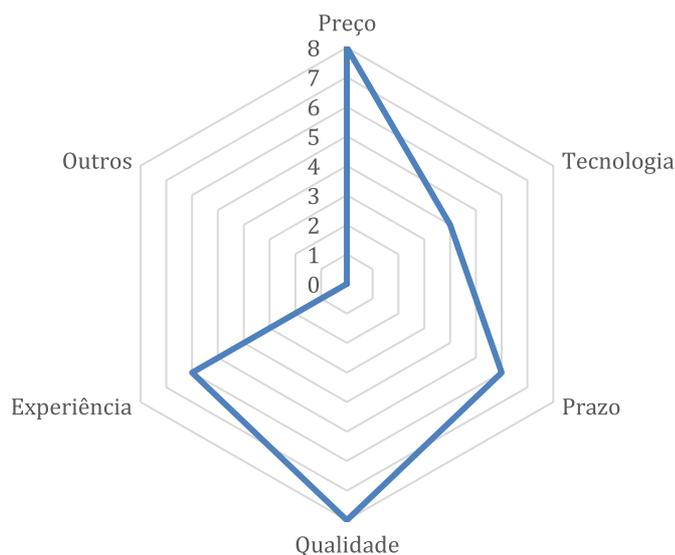
Figura 6 – Indicadores para acompanhar a eficiência da manutenção.



Fonte: Autora, 2022.

Para contratação dos serviços de manutenção nos edifícios, a Figura 7 mostra que preço e qualidade foram os itens mais priorizados, seguidos de prazo, experiência e por último tecnologia.

Figura 7 – Indicadores para contratação dos serviços de manutenção.



Fonte: Autora, 2022.

Outro ponto identificado no estudo que deve ser melhorado para otimizar o planejamento das atividades de manutenção é o armazenamento das informações de manutenção, que acontece de maneira integral em somente um dos prédios.

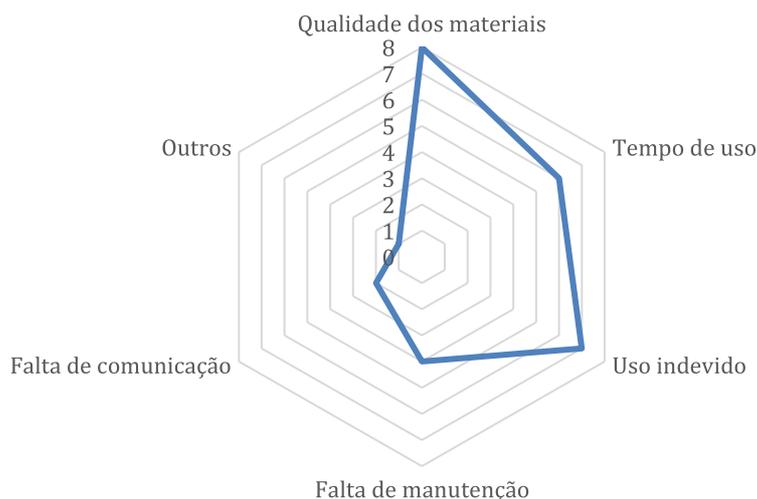
Sobre esse armazenamento das informações de manutenção, o síndico do Empreendimento VI afirma ter um sistema próprio de armazenamento, enquanto os demais contam com um armazenamento parcial de notas fiscais, ordens de pagamentos e recibos de serviços realizados.

A organização dessas informações contribui significativamente para o sistema de gestão da manutenção. Bueno *et al.* (2019) destaca que os planos de manutenção, contidos

no manual do usuário, auxiliam na manutenção das características do edifício, evitando reformas e demolições e aumentando a vida útil.

Em sequência, a Figura 8 demonstra que qualidade dos materiais empregados, uso indevido e tempo de uso foram os itens apontados como maiores causadores de reincidência de problemas de manutenção, seguidos por falta de manutenção e comunicação.

Figura 8 – Motivos de reincidência de problemas de manutenção.



Fonte: Autora, 2022.

Todas as edificações estudadas dispõem dos projetos e suas especificações, com exceção do Empreendimento II e III. O manual do usuário não está presente nos Empreendimentos I, II e III, edifícios estes que foram os primeiros entregues pela construtora, conforme pode ser visto na Tabela 1, anteriormente apresentada.

Sobre os manuais do usuário, embora a construtora afirme que realiza a entrega desse documento, em três dos edifícios investigados foi constatado a ausência dele. Tal fato indica a falta de atenção prestada às informações contidas no manual, pois uma 2ª via do documento poderia ter sido obtida junto à construtora. Entretanto, como a empresa possui o certificado ISO 9001 desde o ano 2011 e os empreendimentos que não possuem o manual foram construídos anterior à certificação, possivelmente esse documento não foi entregue pela construtora.

Os manuais do usuário dos edifícios IV, V, VI, VII e VIII não passaram por nenhuma atualização e todos os síndicos afirmam já terem lido integral ou parcialmente, classificando a linguagem apresentada e o grau de facilidade de compreensão dos procedimentos apresentados como médio.

Todos os síndicos dos edifícios que contam com manual, afirmam já ter precisado consultar este documento em alguma situação específica, bem como necessitaram contatar algum fornecedor ou projetista da edificação a partir do manual do usuário.

c) Sustentabilidade

No bloco de questões ligadas à sustentabilidade, todos os síndicos quando questionados se os empreendimentos contribuem para o desenvolvimento sustentável, responderam parcialmente.

Sobre a gestão da água, somente nos Empreendimentos III e VIII a medição de água é individualizada. Em nenhum dos edifícios há coleta de água da chuva para limpeza de áreas comuns do empreendimento e nem reuso de água cinza. Nos Empreendimentos I, V e VIII existem redutores de vazão para diminuir o volume de água liberado.

Sobre o consumo de água nas áreas comuns dos prédios, nota-se ainda uma carência de recursos que possam contribuir para a gestão sustentável da água. Em apenas 37,5% dos entrevistados (VI, VII e VIII), existem mecanismos para a redução desse consumo, mesmo a empresa tendo informado que adota em projeto essas ações, despertando uma preocupação com as áreas privativas também.

A captação de água da chuva, que não foi identificada em nenhum dos edifícios participantes desta pesquisa, além de contribuir para o uso racional da água minimiza o impacto das precipitações pluviais, podendo, em regiões de maior impermeabilização dos solos, ser enquadrada no conceito de medida não estrutural da drenagem urbana. Tugoz, Bertolini e Brandalise (2017) destacam também que se torna possível com a substituição de parte da água potável por uma de qualidade inferior para fins não nobres a redução da demanda sobre os mananciais de água.

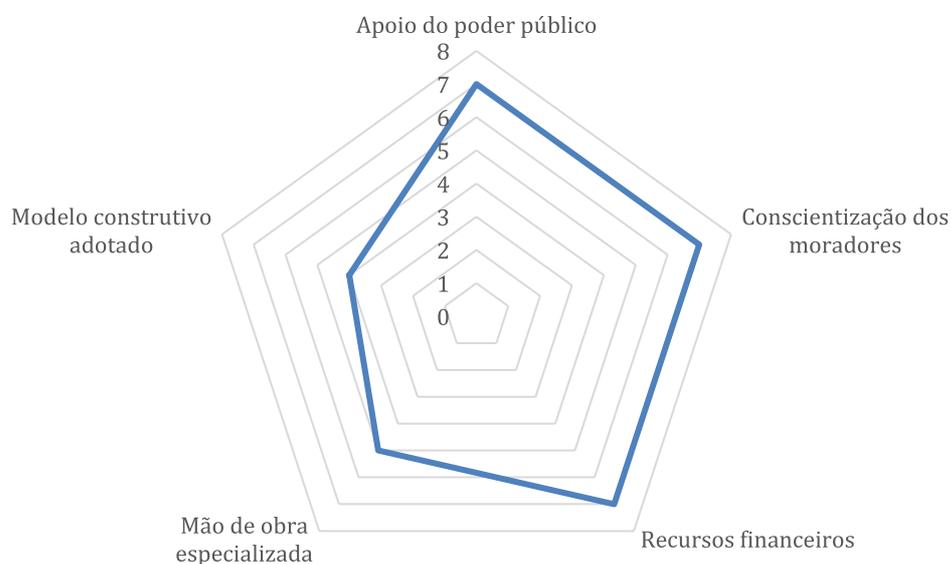
Quanto à gestão de energia nas edificações estudadas, nenhuma delas possui geração de energia solar. O uso de lâmpadas de baixo consumo está presente parcial ou integralmente em todos os edifícios, bem como dispositivos de acendimento ou fechamento automático.

A coleta seletiva de lixo ocorre nos Empreendimentos II, III, IV e V.

Todos os síndicos participantes dessa pesquisa são a favor de empreendimentos mais sustentáveis, mesmo que o custo seja mais alto. Entretanto, a falta de apoio do poder público, falta de conscientização dos moradores, falta de recursos financeiros e mão de obra especializada, assim como o modelo construtivo adotado são entraves encontrados

para a implementação de medidas sustentáveis nos edifícios, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Dificuldades para adoção de práticas sustentáveis.



Fonte: Autora, 2022.

Quando analisadas as medidas sustentáveis nos projetos desenvolvidos pela construtora foi constatado que o custo-benefício e a falta de incentivo da legislação são os principais entraves encontrados pela empresa para colocar em prática a adoção de empreendimentos mais sustentáveis. Tal fato vai de encontro com a situação relatada pelos síndicos entrevistados, que também pontuaram a falta de conscientização dos moradores e de mão de obra especializada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma construção sustentável visa a produção de edificações mais seguras e saudáveis, fundamentada na redução da poluição; na economia de energia e água; na diminuição do consumo sobre matérias-primas naturais; e no aprimoramento das condições de segurança e saúde dos trabalhadores, usuários finais e comunidade.

A partir dos resultados obtidos na revisão bibliográfica para elaboração do instrumento de análise utilizado no estudo de caso realizado, verificou-se que a empresa construtora, através das respostas do seu representante, demonstra uma preocupação com o atendimento da Norma de Desempenho. Entretanto, como o síndico do edifício mais recente desconhece a norma, não é possível comprovar que o empreendimento mais novo apresenta condições mais favoráveis ao desempenho. No tocante à sustentabilidade, o último prédio construído conta com a adoção de mais práticas sustentáveis que os prédios mais antigos, demonstrando uma evolução ainda pequena no atendimento desses requisitos.

Se tratando de uma cidade que não está incluída em um grande centro urbano, as questões ligadas ao desempenho das edificações demonstram um cenário ainda de pouca compreensão por parte dos síndicos dos empreendimentos residenciais, especialmente dos edifícios constituintes do programa MCMV.

Ao final dessa pesquisa, foi possível identificar que a manutenção predial ainda é um grande desafio no âmbito do ambiente construído. Os requisitos de desempenho são pouco discutidos na amostra analisada, bem como a adoção de poucas práticas sustentáveis nas edificações em uso.

Diante do apresentado, fica evidente a necessidade de conscientização, especialmente por parte dos síndicos, da importância da manutenção, bem como o conhecimento do manual do usuário e também das exigências de desempenho, para que seja possível a realização de atividades de manutenção com vista de práticas sustentáveis para as edificações existentes.

5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Diante do cenário referente à ausência de realização das ações de manutenção bem como o pouco conhecimento acerca da Norma de Desempenho e sua importância, sugere-se como continuidade dessa pesquisa que os trabalhos futuros abordem estratégias mais efetivas quanto ao processo de adoção de práticas sustentáveis no processo de

manutenção predial por parte dos síndicos e também o acompanhamento efetivo das empresas. Para isso, recomenda-se a abordagem dos seguintes assuntos:

- Proposição de diretrizes para orientar a realização das atividades de manutenção com base nos requisitos da Norma de Desempenho;

- Proposição de diretrizes para auxiliar as ações de manutenção associadas com a adoção de práticas sustentáveis;

- Estratégias para divulgação da Norma de Desempenho e de seu conteúdo para os síndicos e usuários, bem como a importância da realização das atividades de manutenção.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.674: Manutenção de Edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 14.037: Manual de operação, uso e manutenção das edificações - Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação.** Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 15.527: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2019.

_____. **NBR 15.575: Edificações Habitacionais - Desempenho.** Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2021a.

_____. **NBR 15.575: Edificações Habitacionais - Desempenho.** Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2013b.

_____. **NBR 15.575: Edificações Habitacionais - Desempenho.** Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2021c.

_____. **NBR 15.575: Edificações Habitacionais - Desempenho.** Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2021d.

_____. **NBR 15.575: Edificações Habitacionais - Desempenho.** Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2021e.

_____. **NBR 15.575: Edificações Habitacionais - Desempenho.** Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2021f.

_____. **NBR ISO 37120: Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida.** Rio de Janeiro, 2021.

ABREU, W. G. **Identificação de práticas sustentáveis aplicadas às edificações.** 2012. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

ALMEIDA, S. C. C. **Indicadores de sustentabilidade: análise da aplicabilidade da NBR ISO 37120:2017 sob a perspectiva da engenharia urbana.** 2019. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

ARAÚJO, N. M. C.; MEDEIROS, M. O.; SILVA, M. R. Um estudo multicaso quanto à relação entre os Manuais do Usuário e a legislação vigente. **HOLOS**, v. 7, p. 1-9, dez. 2019.

AROCHA, J. S.; MCCANN, L. M. Behavioral economics and the design of a dual-flush toilet. **J. Am. Water Work. Assoc.** 2013, 105, E73 – E83, doi:10.5942/jawwa.2013.105.0017.

BANDEIRA, L. O.; NUNES, P. C. C. Avaliação do desempenho de unidades dos Programas Minha Casa Minha Vida e Morar Bem/DF. **TECNOLOGIAS EM PROJEÇÃO**, v. 11, n. 1, p. 49-59, 2020.

BISSOLI-DALVI, M.; DE ALVAREZ, C. E.; HOFMAN, I. de O.; FUICA, G. E. S. Sistematização de indicadores de sustentabilidade como ferramenta auxiliar ao projetista na seleção dos materiais de construção. **Arquitetura Revista**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 99–111, 2013.

BISSOLI-DALVI, M.; NICO-RODRIGUES, E. A.; DE ALVAREZ, C. E.; FUICA, G. E. S.; MONTARROYOS, D. C. G. The sustainability of the materials under the approach of ISMAS, **Construction and Building Materials**, v. 106, Pages 357-363, 2016.

BLUMENSCHNEIN, R. N.; MILLER, K. B.; TOMÉ, M. V. F. Inovação e sustentabilidade na indústria da construção: um exercício de ensino no PPG-FAU/UnB. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 10, n. 21, out. 2013.

BORGES, C. A. M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. 263 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BRITO, J.; SILVA, A. Life Cycle Prediction and Maintenance of Buildings. **Buildings**. v. 10, n. 112, 2020. doi:10.3390/buildings10060112

BUENO, G. M.; CARNEIRO, E. R.; RAMÃO, A. C. L.; PIVA, G. O.; TUTIKIAN, B. F. Evaluation of reinforced concrete structural durability in the post-occupation phase – A case study in Novo Hamburgo/RS. **REM, Int. Eng. J.**, Ouro Preto, 72(1), 9-16, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/0370-44672018720040>

CARVALHO, A. R.; NUNES, V. D. L.; RUBIM, D. F.; HIPPERT, M. A. S. NBR 15.575, adequação ambiental e avaliação de desempenho. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 55-70, jun. 2020.

CEOLIN, E. D.; LIBRELOTTO, L. I. **Durabilidade e sustentabilidade: análise a partir da Norma de Desempenho**. In: 5º SICS – Seminário Internacional de Construções Sustentáveis, Passo Fundo/RS. Anais. Passo Fundo: IMED, 2016.

CONDEIXA, K.; QUALHARINI, E.; BOER, D.; HADDAD, A. An Inquiry into the Life Cycle of Systems of Inner Walls: Comparison of Masonry and Drywall. **Sustainability**, 2015, 7, 7904-7925; doi:10.3390/su7067904

CONTO, V.; OLIVEIRA, M. L.; RUPPENTHAL, J. E. Certificações ambientais: contribuição à sustentabilidade na construção civil no Brasil. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, [S.l.], v. 12, n. 4, p. 100, nov. 2017.

CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na construção civil**. 2009. 70 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

COSTELLA, M. F.; CARUBIM, K.; PAGLIARI, C. S.; SOUZA, N. S. Avaliação da aplicação da norma de desempenho: estudo de caso em cinco empreendimentos. **Revista de Engenharia Civil IMED**, Passo Fundo, v. 4, n. 2, p. 55-74, dez. 2017.

DADZIE, J.; RUNESON, G.; DING, G.; BONDINUBA, F. K. Barriers to Adoption of Sustainable Technologies for Energy-Efficient Building Upgrade - Semi-Structured Interviews. **Buildings**. v. 8, n. 57, 2018. doi:10.3390/buildings8040057

DINAMARCO, C. P. G.; HADDAD, A.; EVANGELISTA, A. Selo Casa Azul certificação ambiental estudo de caso: Condomínio Neo Niterói. **Revista Sustinere**, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 82 - 104, jul. 2016.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DURIN, B.; MARGETA, J. A new concept for using solar photovoltaic energy in urban water supply systems. **Tecnología y Ciencias del Agua**, vol. VIII, núm. 6, noviembre-diciembre de 2017, pp. 47-61.

FERRADOR FILHO, A. L.; AGUIAR, A. O.; KNISS, C. T. Eficiência energética com base nos critérios PROCEL: estudo de caso em edifício público. **HOLOS**, v. 7, p. 2-25, dez. 2018.

GONZÁLEZ, R. A. C.; CARDOSO, G. T. Clean Technology Transfer and Innovation in Social Housing Production in Brazil and Colombia. A Framework from a Systematic Review. **Sustainability**, 2020, 12, 1335. doi:10.3390/su12041335

HIPPERT, M. A. S. A Norma Brasileira de Desempenho – ABNT NBR 15.575:2013 e o desenvolvimento de projetos de edificações habitacionais. **REUCP**, Petrópolis, RJ, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2020.

HORONGOSO, B. C.; BOGO, A. J. Avaliação pós-ocupação das condições de habitação em conjuntos habitacionais do PMCMV em Blumenau SC. **HOLOS**, [S.l.], v. 8, p. 59-71, dez. 2018.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Cadernos ODS. EQUIPE TÉCNICA**: Enid Rocha Andrade da Silva (coordenadora), Anna Maria Peliano e José Valente Chaves / Brasília, 2019.

KLEIN, L. L.; CORREIO, M. S. T. Avaliação da Gestão da Qualidade em Obras Prediais: Contribuições Práticas a Partir de um Estudo de Caso. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, [S.l.], v. 14, n. 4, p. 238, set. 2019.

LACASSE, M. A.; GAUR, A.; MOORE, T. V. Durability and Climate Change—Implications for Service Life Prediction and the Maintainability of Buildings. **Buildings**. v. 10, n. 53, 2020. doi:10.3390/buildings10030053

LAMBERTS, R.; TRIANA, M. A.; FOSSATI, M.; BATISTA, J. O. (2008) **Sustentabilidade nas edificações: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

LAZZARINI, S. **Diretrizes para controle de informação documentada gerada pela implantação da NBR 15.575 – Edificações Habitacionais – Desempenho em empresas construtoras**. 2019. 125 f. Dissertação (Mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Juiz de Fora, 2019.

LIU, Y.; NEDERVEEN, S.; WU, C. Sustainable Infrastructure Design Framework through Integration of Rating Systems and Buildin Information Modeling, **Hindawi**, Volume 2018, Article ID 8183536, 13 pages. <https://doi.org/10.1155/2018/8183536>

MACÊDO, A. T.; MARTINS, M. F. A sustentabilidade urbana sob a ótica da construção civil: um estudo nas empresas construtoras de Campina Grande-PB. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 1. 2015, pp. 139-157. Universidade Nove de Julho São Paulo, Brasil.

MAIORINO, A. V.; BERTOLI, S. R. Características arquitetônicas e o decaimento sonoro de salas acopladas: uma revisão da literatura. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 8, n. 3, p. 194-204, set. 2017.

MARTINS, G. **A manutenção preventiva das edificações: o olhar dos gestores**. 2007. 122 f. Dissertação (Administração Universitária) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

MARTINS, R. O. G.; ALVARENGA, R. C. S. S.; PEDROTI, L. G.; OLIVEIRA, A. F.; MENDES, B. C.; AZEVEDO, A. R. G. Assessment of the durability of grout submitted to accelerated carbonation test, **Construction and Building Materials**, v. 159, Pages 261-268, 2018.

MELO FILHO, E. C.; RABBANI, E. R. K.; BARKOKEBAS JUNIOR, B. Avaliação da segurança do trabalho em obras de manutenção de edificações verticais. **Produção**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 817-830, dez. 2012.

MICHELIN, L. A. C. **Manual de operação, uso e manutenção das edificações residenciais multifamiliares: coleta e avaliação de exemplares de empresas de Caxias do Sul/RS**. 2005. 159 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MIRABELLA, N.; RÖCK, M.; SAADE, M. R. M.; SPIRINCKX, C.; BOSMANS, M.; ALLACKER, K.; PASSER, A. Strategies to Improve the Energy Performance of Buildings: A Review of Their Life Cycle Impact. **Buildings**. v. 8, n. 105, 2018. doi:10.3390/buildings8080105

MIRANDA, T. V.; MOTTA, A. L. T. S.; PEREIRA, A. C. L.; RAMOS, D. C. Certificação Qualiverde: Análise do Desenvolvimento, Aplicação e Situação Atual. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 3, p. 394-403, 2018.

MORAIS, G. A. T.; LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. Building maintenance management activities in a public institution, **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 26, Pages 85-103, 2018.

MOTTA, S. F. R.; AGUILAR, M. T. P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 88-123, 2009.

NUNES, M. F. Análise da contribuição das certificações ambientais aos desafios da Agenda 2030. **Revista Internacional de Ciências**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 27 - 46, jun. 2018.

OLIVEIRA, L. K. S.; RÊGO, R. M.; FRUTUOSO, M. N. M. A.; RODRIGUES, S. S. F. B. Simulação computacional da eficiência energética para uma arquitetura sustentável. **HOLOS**, [S.l.], v. 4, p. 217-230, set. 2016.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PRESTES, F. F.; POZZETTI, V. C. **2 Rev. de Direito Urbanístico, Cidade e Alteridade**. Porto Alegre. V. 4, n. 2, p. 117 – 134. Jul/Dez. 2018

RANDOLPH, J. J. A guide to writing the dissertation literature review. **Practical Assessment, Research & Evaluation**, v. 14, n. 11, p. 1-13, jun. 2009.

REZENDE, G. B. M.; BRITO, A. L. C.; FREITAS, L. S. A prática do ecodesign na construção civil e a busca pelo direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. **HOLOS**, [S.l.], v. 4, p. 266-281, set. 2017.

SANCHES, I. D. A.; FABRICIO, M. M. Projeto para manutenção. In: Workshop Brasileiro – Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios, 8., 2008, São Paulo. **Anais**. São Paulo: USP, 2008

SANTA, S. L. B.; ENGELAGE, E.; PFITSCHER, E. D.; BORGERT, A. Avaliação de Sustentabilidade: Eficiência Energética em Edifícios de uma Universidade Comunitária. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 140-149, 2017.

SANTOS, F. M. A. **Impactos da aplicação da ABNT NBR 15.575/2013 nas empresas de edificações**. 2017. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

SANTOS, R. C. C. **Contributo da manutenção técnica de edifícios para a sustentabilidade**. 2014. 168 f. Dissertação (Mestrado em Energias Sustentáveis) - Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2014.

SANTOS FILHO, V. M.; SPOSTO, R. M.; MELO, J. S. Ferramenta para projetos de vedações verticais externas com base nas exigências da norma de desempenho. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 8, n. 3, p. 51-62, 2014.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – **Cidades Resilientes e Sustentáveis**. 2019. 60f. Cuiabá, MT. Disponível em: <http://sustentabilidade.sebrae.com.br/> Acesso em: Setembro/2020

SENA NETO, P. G.; ALCÂNTARA, R. L. Ferramentas de Sustentabilidade em Edificações. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 505-528, 2015.

SERRALHEIRO, M. I.; BRITO, J.; SILVA, A. Methodology for service life prediction of architectural concrete facades, **Elsevier**, v. 133, Pages 261-274, 2017.

SEVERO, E. M. F.; SOUSA, H. J. C. Avaliando a Sustentabilidade das Edificações através de Ferramentas Qualitativas e Quantitativas. **RISTI**, Porto, n. 19, p. 01-14, set. 2016.

SILVA, C. O. S.; NASSAR, C. A. G. Análise do Uso da Energia Elétrica no Instituto Federal Fluminense Campus Campos Guarus. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, n. 3, p. 1-20, 2016.

SILVEIRA, F.; MACHADO, F. M.; RUPPENTHAL, J. E.; ROMANO, L. N.; COSTA, M. A. B.; DOELER, R. F. Energy efficiency: strategic programs and Innovative technologies in selected countries. **Revista Produção Online**. Florianópolis, SC, v. 18, n. 3, p. 875-900, 2018.

SOARES, R. R. A sustentabilidade aplicada na elaboração de centros de distribuição no Brasil. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 3. 2017, pp. 1-14. Universidade Nove de Julho São Paulo, Brasil.

SOUZA, J.; SILVA, A.; BRITO, J.; BAUER, E. Service life prediction of ceramic tiling systems in Brasília-Brazil using the factor method, **Construction and Building Materials**, v. 192, Pages 38-49, 2018.

TESTON, A.; GERALDI, M. S.; COLASIO, B. M.; GHISI, E. Rainwater Harvesting in Buildings in Brazil: A Literature Review. **Water**. v. 10, n. 4, p. 1-25, 2018.

TRINDADE, E. L. G.; LIMA, L. R.; ALENCAR, L. H.; ALENCAR, M. H. Identification of Obstacles to Implementing Sustainability in the Civil Construction Industry Using Bow-Tie Tool. **Buildings**. v. 10, n. 9, p. 1-20, 2020.

TUGOZ, J. E.; BERTOLINI, G. R. F.; BRANDALISE, L. T. Captação e aproveitamento da água das chuvas: o caminho para uma escola sustentável. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 1. 2017, pp. 26- 39. Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brasil.

VIANA, M. R.; CARVALHO, M. C.; WEBER, L. E.; MENDES, V. J. P.; SANTOS, D. G. Pós-ocupação em edifícios residenciais – conhecimento dos administradores condominiais sobre o desempenho e manutenção. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

VIANNA, R. P.; ANTUNES, G. R. Verificação das Condições de Manutenibilidade de Edifício Multipavimentado em Porto Alegre/RS. **Gestão e Gerenciamento**, [S.l.], v. 13, n. 13, p. 36-43, set. 2020.

VILHENA, J. M. Diretrizes para a sustentabilidade das edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 59-78, 2007.

ZEPEDA-GIL, C.; NATARAJAN, S. A Review of “Green Building” Regulations, Laws, and Standards in Latin America. **Buildings**. v. 10, n. 10, p. 1-28, 2020.

XU, Z.; WANG, X.; ZHOU, W.; YUAN, J. Study on the Evaluation Method of Green Construction Based on Ontology and BIM, **Hindawi**, Volume 2019, Article ID 5650463, 20 pages.

3. Os proprietários ou síndicos já solicitaram a assistência técnica da empresa construtora dos edifícios?
 Sim Não Em partes

Se sim, para quais sistemas?

- Sistemas estruturais Sistemas de vedações verticais internas e externa
 Sistemas de pisos Sistemas hidrossanitários
 Sistemas de coberturas

4. Como você avalia a assistência técnica da construtora após a entrega da obra?
 Ruim Regular Bom Ótimo

5. Na fase de concepção do empreendimento, as atividades de manutenção são pensadas no projeto?
 Sim Não Em partes

Bloco 03 – Sustentabilidade

(Termo usado para definir ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações – ABNT COLETÂNEA, 2015.)

1. A empresa demanda dos projetistas medidas sustentáveis na concepção dos edifícios?
 Sim Não Em partes

Se sua resposta ao item 1 foi sim:

A empresa possui profissional capacitado em relação à sustentabilidade para atuação no projeto?

- Sim Não

Se sua resposta no item 01 foi não:

Quais os principais fatores para não utilização de itens/medidas visando a sustentabilidade nos empreendimentos?

- Custo-benefício Baixa aceitação do mercado
 Sem valorização do imóvel Legislação não dá incentivos
 Desinteresse pelas questões ambientais Falta de profissional capacitado
 Outro. Especifique _____

2. O projeto estabelece o uso de ferramentas de gestão de água nos empreendimentos? Ex.: medidores de consumo individuais, dispositivos redutores de consumo, aproveitamento de água pluvial, entre outros.

- Sim. Não Não, mas pretende.

Se sim, quais? _____

3. O projeto adota alguma ferramenta de gestão de energia nos empreendimentos? Ex.: Fontes de energia renováveis, aquecimento solar de água, lâmpadas com menor consumo, sensores de presença, entre outros.?

- Sim. Não Não, mas pretende.

Se sim, quais? _____

4. A empresa demanda medidas sustentáveis para o canteiro de obra?

- Sim Não Não, mas pretende.

Em caso afirmativo, responda os itens abaixo:

a) Quais são os principais fatores para a utilização de medidas visando a sustentabilidade?

- Aceitação do mercado; Responsabilidade ambiental;
 Legislação; Marketing ambiental;
 Valorização do imóvel; Outros. Especifique _____

b) A empresa possui profissional capacitado em relação à sustentabilidade para atuação no canteiro de obras?

- Sim Não

Há ainda alguma consideração a ser feita a respeito do tema?

APÊNDICE B – Questionário para síndicos

Bloco 01 – Desempenho

(Comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas – ABNT NBR 15575/2013.)

1. Conhece a Norma de Desempenho? Sim Não

Se sim, responda os itens abaixo:

a) Já fez algum tipo de curso sobre a Norma de Desempenho?

Sim Não

b) Para cada sistema descrito abaixo, estão sendo atendidas as exigências de desempenho previstas na Norma de Desempenho e constantes no Manual do Usuário?

Sistemas estruturais: Sim Não Em partes

Sistemas de pisos: Sim Não Em partes

Sistemas de vedações verticais internas e externas: Sim Não Em partes

Sistemas de coberturas: Sim Não Em partes

Sistemas hidrossanitários: Sim Não Em partes

c) Você considera satisfatório o desempenho da edificação? Sim Não Em partes

Bloco 02 – Manutenção

(Conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de seus sistemas, a fim de atender às necessidades e segurança dos seus usuários - ABNT NBR 14037/2011.)

1. Como ocorre o processo de identificação de necessidades de manutenção?

Inspeção periódica Síndico

Reuniões condominiais Outros. Especifique _____

Solicitação do usuário

2. Existem dificuldades para a realização dos serviços de manutenção?

Sim Não Em partes

Se sim, quais as dificuldades? _____

3. As solicitações de manutenção são atendidas?

Sim Não Em partes

4. É realizada a atividade de inspeção predial? Sim Não

(Inspeção predial: avaliação isolada ou combinada das condições técnicas, de uso e de manutenção da edificação.)

5. É possível afirmar que os procedimentos para manutenção preventiva são aplicados?

(Manutenção preventiva: Engloba serviços programados com antecedência.)

Sim Não Em partes

6. Existe uma programação de treinamento para o pessoal da manutenção? Sim Não

7. O desempenho da manutenção é acompanhado através de indicadores? Sim Não

(Desempenho da manutenção: A eficiência ou o rendimento das atividades de manutenção.)

Se sim, quais são os principais indicadores?

Custos Retrabalho

Frequência entre falhas Disponibilidade operacional

Satisfação do cliente Outros. Especifique _____

8. Na contratação de serviços, quais critérios são priorizados na edificação? Classifique por ordem de prioridade para sua edificação, sendo que, o número 5 de maior relevância e número 1 menor.

- Preço Qualidade
 Tecnologia Experiência
 Prazo Outros. Especifique _____

9. Há armazenamento das informações de manutenção?

- Sim Não Em partes

Se sim, qual a forma de armazenamento dessas informações? _____

10. Identifique os motivos que levam a maior reincidência de problemas de manutenção, sendo que, o número 5 de maior relevância e número 1 menor.

- Qualidade do material Falta de manutenção
 Tempo de uso Falta de comunicação
 Uso indevido Outros. Especifique _____

11. A edificação dispõe dos projetos e especificações?

- Sim Não

12. A edificação dispõe do manual de uso, operação e manutenção?

- Sim Não

Se sim, responda os itens abaixo:

a) O manual do usuário original já passou por alguma atualização?

- Sim Não Não sabe

b) Já fez a leitura do manual da edificação?

- Sim Não Em partes

Se sim, classifique a linguagem apresentada e o grau de facilidade de compreensão dos procedimentos apresentados no manual do usuário:

- Alta Média Baixa

c) Precitou consultar o manual em alguma situação especial?

- Sim Não Em partes

d) Precitou contatar algum fornecedor ou projetista da edificação a partir do manual?

- Sim Não

Bloco 03 – Sustentabilidade

(Termo usado para definir ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações – ABNT COLETÂNEA, 2015.)

1. O empreendimento contribui para o desenvolvimento sustentável?

*Desenvolvimento sustentável: é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações.

- Sim Não Em partes

2. A medição do consumo de água é individualizada?

- Sim Não Em partes

3. A água da chuva é coletada e utilizada para limpeza das áreas comuns do empreendimento?

- Sim Não Em partes

4. Há reuso de água cinza?

(Água cinza: São águas residuais, proveniente de atividades domésticas como lavar louça, roupa e tomar banho, excluindo o esgoto sanitário.)

- Sim Não Em partes

