ANAIS
IV EURO ELECS
2021

ARTIGO

DESEMPENHO DA SUSTENTABILIDADE EM OBRAS DE INTERESSE SOCIAL: UMA ESTRUTURA DE INDICADORES

BRAVO, Mariana
(m263547@dac.unicamp.br)
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil

KEMPTER, Eloisa
(eloisa@unicamp.br)
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil

BUTTIGNOL, Thomaz
(thomaz@unicamp.br)
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Indicadores de sustentabilidade, sistema de gestão, obras de interesse social, execução de obras.

RESUMO

A execução de obras residenciais consome grande quantidade de recursos naturais, desde a produção de matéria-prima até a entrega da unidade ao cliente. Uma gestão focada em produção mais sustentável, desde a concepção até entrega do empreendimento, não é tão simples, devido a variabilidade nas especificações de projetos, diversidade em sistemas construtivos, dificuldades com mão de obra, como qualificação e rotatividade, que tornam um desafio a implementação de ferramentas e sistemas com este foco.

Para auxiliar as empresas brasileiras construtoras a adequação a uma produção mais sustentável existem referenciais normativos como Selo Casa Azul, PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat), Aqua-HQE e GBC Brasil Casa, que possuem requisitos e diretrizes para a implantação de um sistema de gestão que integra qualidade da edificação, desempenho econômico e controle do impacto ambiental. Entre as vantagens de se aplicar as diretrizes destacam-se o fomento ao menor consumo de energia elétrica e água, menor geração de resíduos, controle da qualidade dos materiais e serviços durante a fase de execução, e que consequentemente após a ocupação da unidade, as ocorrências de falhas durante o uso dos sistemas sejam menores.

No entanto, é de suma importância que se estruture formas para medir e monitorar o desempenho do sistema de gestão integrado voltado para a sustentabilidade. Para tanto, a proposta deste trabalho é apresentar uma estrutura com indicadores que possam, de fato aferir a sustentabilidade do sistema de gestão que atendam aos referenciais praticados no Brasil direcionados às edificações de interesse social. Considerando que um empreendimento se constitui das fases de concepção, execução e pós ocupação, sendo a fase de execução é a que mais impacta sob as demais, pela disposição dos recursos durante a execução, os indicadores de sustentabilidade propostos encontram-se dispostos de forma a facilitar a gestão da produção mais sustentável no canteiro de obras.

1. INTRODUÇÃO

Durante os últimos anos, problemas recorrentes com a qualidade em empreendimentos da construção civil têm trazido aos construtores custos que impactam diretamente imagem e reputação, produtividade e geram acidentes incidentes acerca da segurança e saúde ocupacional dos funcionários (Love et al., 2018). As atividades de construção civil também causam impactos ambientais, desde a produção e consumo de recursos naturais, geração de resíduos sólidos, incluindo até a emissão de ruídos (Thomas&Costa, 2017).

Entretanto, muitos destes impactos podem ser controlados e mitigados por uma gestão eficiente promovendo assim a sustentabilidade na fase de construção, que pode ser direcionada por meio de referenciais certificáveis (Thomas&Costa, 2017; Fernandes&Costa, 2021).

Thomas&Costa (2017) referem-se às certificações residenciais como um caminho para a gestão sustentável em obras, ainda assim existem construtoras com baixa maturidade para atender os requisitos das certificações, inclusive as internacionais. Porém, Ferreira et al. (2019) destacam que a gestão certificável e sustentável deve estar conectada ao planejamento estratégico da empresa, para que se veja a sustentabilidade na organização.

Nos últimos anos diferentes métodos de verificações e avaliações para fomento da sustentabilidade vem contando com o uso de referenciais certificáveis, a fim de prover meios para uma gestão direcionada na diminuição do impacto negativo, ambiental, social e econômico gerado pelo setor da construção civil, como os internacionais BREEAM *(Building Research Establishment Environmental Assessment)* que teve origem no Reino Unido, LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) nos Estados Unidos, Green Star na Austrália, CASBEE (*Comprehensive Assessment System Built Environment Efficiency*) no Japão, com organismos para certificação em diversas localidades (Thomas&Costa, 2017; Illankoon et al., 2017; Ding et al., 2018).

Já no Brasil, os referenciais aplicáveis a empreendimentos imobiliários, pode-se destacar o AQUA-HQE, PBQP-H (*Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat*), Selo Casa + Azul, e (Thomas&Costa, 2017; Almeida et al., 2020). Recentemente, o GBC Casa, mantido pela Green Building Council Brasil (Conselho de Construção Sustentável do Brasil), a mesma instituição responsável pelas certificações LEED no Brasil.

Todavia, cada processo de certificação dispõe de uma classificação de conformidade ao atendimento do referencial, que variam de acordo com a avaliação do organismo certificador sob o projeto, execução e para alguns referenciais, operação, uso e manutenção (Ding et al., 2018). Logo, considerou-se para o contexto deste trabalho a atuação em obras imobiliárias de interesse social, pois, de acordo com Bavaresco et al., (2021), neste âmbito estão programas que fomentam a execução de as obras de interesse social direcionadas ao atendimento da população, alavancando o mercado imobiliário, gerando empregos, reduzindo o déficit habitacional.

Apesar da constatação sobre a relevância da implantação dos referenciais e metodologias voltados para a gestão sustentável em crescente estudo nos últimos anos, ainda se nota incipiente a abordagem sobre as formas de medir e avaliar o desempenho da gestão. A consolidação de métricas por indicadores de desempenho pode auxiliar os profissionais e empresas construtoras a gerir melhor os recursos no canteiro de obras e de fato, ter um sistema de gestão sustentável (Almeida et al., 2020). A visualização dos processos com o uso de indicadores pode gerar benefícios que vão além dos custos, tais como entendimento dos objetivos e metas da empresa, desdobramento dos valores as partes interessadas, e principalmente um monitoramento da gestão (Tezel et al., 2016; Francischini;-Francischini, 2017).

Portanto, o objetivo deste artigo é apresentar uma estrutura com a relação dos indicadores para monitorar o desempenho sustentável de obras imobiliárias de interesse social. De forma que indicadores atendam aos requisitos dos referenciais certificáveis nacionais: PBQP-H, Selo Casa + Azul, AQUA-HQE, GBC Casa, para uma gestão sustentável e acessível a quaisquer empresas construtoras.

2. METODOLOGIA

A elaboração de uma estrutura para indicadores sustentáveis tem como origem a pesquisa de doutorado em andamento de um dos autores, cujo objetivo final é o desenvolvimento de artefatos que possam monitorar o desempenho sustentável de obras imobiliárias de interesse social com o auxílio do aprendizado de máquinas (*machine learning*) e a internet das coisas (*internet of things*). Assim sendo, este trabalho tem como procedimento metodológico quatro etapas, como mostra a Figura 1.

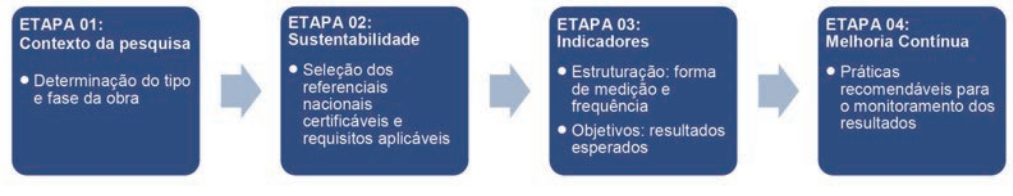


Figura 1. Metodologia do trabalho.

Na primeira etapa delineou-se a fase de a obra e o tipo de obra a se estudar o uso de indicadores para verificar o desempenho da sustentabilidade: obras imobiliárias de interesse social durante a fase de execução. Na etapa seguinte, mapeou-se os referenciais nacionais certificáveis, que pudessem fomentar a sustentabilidade no contexto da pesquisa: AQUA-HQE, PBQP-H, Selo Casa + Azul e GBC Casa. Na terceira etapa, após a verificação dos requisitos dos referenciais, delimitou-se as formas e frequência dos indicadores e quais objetivos em implantá-los. Finalmente, na quarta etapa foram descritas práticas para impulsionar a melhoria contínua por via do monitoramento de resultados.

3. DIRETRIZES PARA GESTÃO SUSTENTÁVEL: REFERENCIAIS CERTIFICÁVEIS

Após o delineamento do contexto da pesquisa, foram verificados, respectivamente, os referenciais PBQP-H, Selo Casa + Azul, AQUA-HQE, GBC Casa, e seus requisitos quanto à sustentabilidade.

O Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat é mantido pelo Governo Federal por meio do Ministério do Desenvolvimento Regional, com o objetivo de fomentar a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva no setor da construção civil. Composto por sistemas para a verificação da conformidade de matéria prima, fornecedores e a gestão das empresas construtoras, como Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC), Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SiMaC), Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SiNAt), possui requisitos específicos para os escopos de obras Viárias, Artes Especiais, Saneamento Básico e Edificações (PBQP-H, 2018).

Destinado a classificação socioambiental de projetos de empreendimentos habitacionais, o Selo Casa + Azul, mantido pela instituição bancária Caixa Econômica Federal, busca reconhecer os empreendimentos imobiliários que adotam soluções mais eficientes aplicadas à construção, uso e ocupação, e manutenção das edificações. Trabalha com níveis de graduação no empreendimento: Bronze, Prata ou Ouro, de acordo com o atendimento do empreendimento ao referencial Selo Casa + Azul (Caixa, 2021).

Diferente dos referenciais anteriores, ainda que com foco direcionado a sustentabilidade e considerando as características brasileiras das construções no quesito normas técnicas, regulamentações, cultura e clima, desenvolveu-se a certificação AQUA-HQE a partir da certificação francesa Démarche HQE (*Haute Qualité Environnementale*). Para tanto, referenciais técnicos foram desenvolvidos para edifícios em construção e operação, planejamento urbano e infraestrutura, sob a responsabilidade da Fundação Carlos Alberto Vanzolini, que também avalia a conformidade da gestão dos empreendimentos ao que tange a qualidade ambiental (FCAV, 2021).

A certificação voltada para a sustentabilidade em empreendimentos imobiliários é a GBC Brasil Casa, mantida pela Green Council Brasil. Possui categorias que são analisadas para certificação, desde o projeto até a conclusão do empreendimento, como: implantação, uso racional da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, requisitos sociais, inovação e projeto, créditos regionais (GBC, 2021).

3.1 REQUISITOS SUSTENTÁVEIS

Os referenciais técnicos certificáveis contam com requisitos específicos, que foram relacionadas às dimensões da sustentabilidade: ambiental, econômico e social, para auxiliar na estruturação dos indicadores de desempenho, como mostra o Quadro 1.

Apesar de fomentar a aplicação de práticas que visam a dimensão social, os referenciais em algumas não explicitam uma metodologia para a implantação de indicadores, apenas citam que a empresa deve prover um ambiente de trabalho seguro do ponto de vista ocupacional.

CERTIFICAÇÃO	**DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE X REQUISITOS**		
Título/ Fonte	**Ambiental**	**Econômico (Qualidade)**	**Social (Segurança e Saúde Ocupacional)**
Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat Referencial Nível "A" para Execução de Obras de Edificações (PBQP-H, 2018)	**- Indicador de geração de resíduos ao final da obra:** volume total de resíduos descartados (excluído solo e demolição de edificações pré-existentes) por m^2 de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra, em m^3 de resíduos descartados / m^2 de área construída; **- Indicador de consumo de água ao final da obra:** consumo de água potável no canteiro de obras por m^2 de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra, em m^3 de água / m^2 de área construída; **- Indicador de consumo de energia ao final da obra:** consumo de energia no canteiro de obras por m^2 de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra, em kWh de energia elétrica / m^2 de área construída.	**6.2.1** A empresa construtora deve estabelecer objetivos da qualidade nas funções, níveis e processos pertinentes necessários para o sistema de gestão da qualidade. **4.4.1** A empresa construtora deve determinar os processos necessários para o sistema de gestão da qualidade e sua aplicação na empresa construtora e deve: *e) determinar e aplicar os critérios e métodos (incluindo monitoramento, medições e indicadores de desempenho relacionados) necessários para assegurar a operação e o controle eficazes desses processos.*	**8.1.1. Plano da Qualidade da Obra:** A empresa construtora deve, para cada uma de suas obras, elaborar e documentar o respectivo Plano da Qualidade da Obra, consistente com os outros requisitos do sistema de gestão da qualidade (ver 4.4), contendo os seguintes elementos, quando apropriado: *j) definição dos meios para assegurar um ambiente de trabalho saudável e seguro, evidenciado pela apresentação de, quando aplicável: comunicação prévia de início de obra à delegacia Regional do Ministério do Trabalho; Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção Civil; Programa de Prevenção de Riscos Ambientais; Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional; constituição de Comissão Interna de Prevenção de Acidente.*

Continua...

...continuação

CERTIFICAÇÃO	DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE X REQUISITOS		
Título/ Fonte	**Ambiental**	**Econômico (Qualidade)**	**Social (Segurança e Saúde Ocupacional)**
Selo Casa + Azul (Caixa, 2021)	Propõe a implantação de um Plano de Gestão Eficiente da Água no Canteiro de Obras e um Plano para Gestão de Resíduos da Construção e Demolição (conforme item 4. Produção Sustentável - mínimo 15 pontos). Propõe no item 6. Inovação (mínimo 10 pontos): Aplicação do BIM na Gestão Integrada do Empreendimento.	Propõe no item 6. Inovação (mínimo 10 pontos): Aplicação do BIM na Gestão Integrada do Empreendimento.	Propõe a implantação de um Plano de Desenvolvimento Social do Empreendimento (conforme item 5. Desenvolvimento Social - mínimo 15 pontos) e apresentar o PGR - Projeto de Gerenciamento de Riscos até a primeira etapa de obra).
Certificação AQUA-HQE Edifícios residenciais em construção (FCAV, 2021)	**3.3 Gestão dos resíduos de canteiro** **3.4 Limitação dos incômodos e da poluição no canteiro**	O referencial não possui um item específico para qualidade. Porém, determina diretrizes para materiais e sistemas construtivos, mais especificamente na **Categoria 2: Produtos, sistemas e processos construtivos**	**3.5 Consideração de aspectos sociais no canteiro de obras:** limitar os riscos sanitários; estimular a formalidade na cadeia produtiva da construção civil; Princípios e direitos fundamentais ao trabalho da OIT.
Certificação GBC Casa (GBC, 2021)	O atendimento aos requisitos é realizado por meio de pontuação e obrigatoriedade dos requisitos para certificação: **USO EFICIENTE DA ÁGUA (UEA)** PR2 - Medição Única do Consumo de Água (OBRIGATÓRIO) CR2 - Medição Setorizada do Consumo de Água (2 PONTOS) CR5 - Plano de Segurança da Água (1 PONTO) **ENERGIA E ATMOSFERA** PR3 - Qualidade e Segurança dos Sistemas (OBRIGATÓRIO) PR4 - Iluminação Artificial - Básica (OBRIGATÓRIO) **MATERIAIS E RECURSOS (MR)** CR1 - Gerenciamento de Resíduos da Construção (3 PONTOS)	Não possui um item específico referente a qualidade.	**REQUISITOS SOCIAIS (RS)** CR2 - Boas Práticas Sociais para Projeto e Obra (2 PONTOS)

Quadro 1. Certificações e requisitos

Os indicadores de qualidade foram relacionados ao pilar econômico devido ao conceito da qualidade em atendimento ao cliente, sem retrabalhos. Quando se analisa os indicadores de qualidade vinculados à produtividade, pode-se obter um comparativo de custos oriundos de retrabalho e custo orçado para a execução da obra.

4. MONITORAMENTO DA SUSTENTABILIDADE PARA OBRA DE INTERESSE SOCIAL

4.1 ESTRUTURA PROPOSTA PARA INDICADORES DE MONITORAMENTO

A proposta para os indicadores de monitoramento sustentável dispõe-se no Quadro 2, distribuídos inicialmente pelo atendimento às três dimensões sustentáveis, econômica, ambiental e social. Os objetivos relacionados refletem os requisitos técnicos dos referenciais certificáveis (PBQP-H, 2018; Caixa, 2021; FCAV, 2021; GBC, 2021), bem como o nome dos indicadores. Para cada um dos indicadores determinou-se uma forma de medição, com unidade, frequências sugeridas e forma de cálculo.

Na última coluna do Quadro 2, relacionou-se o referencial que cada indicador atende - destacando-se que o GBC Casa não deixa requisitos explícitos para a consolidação de indicadores da dimensão econômica – e a fonte do indicador proposto.

DIMENSÕES	OBJETIVO	NOME DO INDICADOR	MEDIÇÃO			REFERENCIAL ATENDIDO/ FONTE
			UNIDADE	FREQUÊNCIA	FORMA	
ECONÔMICA	Evitar custos com retrabalhos causados pela má qualidade em materiais e serviços	Conformidade de materiais controlados	%	Mensalmente	(Quantidade de materiais não conformes/total de materiais recebidos) /100	[1], [2], [3] / Autores
		Serviços controlados conformes	%	Mensalmente por tipo de serviço executado	(Quantidade de serviços controlados não conformes/ total de serviços executados) /100	[1], [2], [3] / Autores
	Satisfação do Cliente	Pesquisa de Satisfação do Cliente	%	Ao término da obra (durante a fase de entrega)	Pesquisa estruturada com perguntas que possam metrificar a satisfação do Cliente diante da unidade entregue	[1], [2], [3] / (Almeida et al., 2020)

Continua...

...continuação

AMBIENTAL	Redução da geração de resíduos da construção	Geração de resíduos	m^3/m^2	Mensalmente ou por fase da obra	Acumulado ao final da obra, em m^3 de resíduos descartados/ m^2 de área construída	[1], [2], [3], [4] / (PBQP-H, 2018)
	Redução no consumo de água	Consumo de água	m^3/m^2	Mensalmente ou por fase da obra	Acumulado ao final da obra, em m^3 de água/ m^2 de área construída	[1], [2], [3], [4] / (PBQP-H, 2018)
	Redução no consumo de energia elétrica	Consumo de energia elétrica	kWh/m^2	Mensalmente ou por fase da obra	Acumulado ao final da obra, em kWh de energia elétrica/ m^2 de área construída	[1], [2], [3], [4] / (PBQP-H, 2018)
SOCIAL	Medição do impacto sob a comunidade local	Número de reclamações de comunidades vizinhas	Unidade	Mensalmente ou por fase da obra	Número de reclamações registradas no mês	[1], [2], [3], [4] / (Almeida et al., 2020)
	Bem-estar dos funcionários	Número de acidentes com afastamento	Unidade	Diariamente	Número de registros diários	[1], [2], [3], [4] / Autores
		Número de acidentes sem afastamento	Unidade	Diariamente	Número de registros diários	[1], [2], [3], [4] / Autores
	Educação	Treinamento de funcionários	hora/ funcionário	Mensalmente	Horas de treinamento por funcionários/ total de funcionários por mês	[1], [2], [3], [4] / (Almeida et al., 2020)

Quadro 2. Programas e ferramentas propostas
Legenda: [1] (PBQP-H, 2018); [2] (Caixa, 2021); [3] (FCAV, 2021); [4] (GBC, 2021)

Os termos serviços e materiais controlados advêm do Referencial Nível "A" para Execução de Obras de Edificações (PBQP-H, 2018), como aqueles que são de suma importância para a entrega deste escopo de obra ao usuário final.

Os indicadores propostos estão dispostos para atender aos requisitos mínimos de cada referencial citado, no entanto deve-se atentar também para os objetivos e metas de cada empresa construtora, para que, de fato cumpram o seu papel de monitoramento da gestão sustentável durante a execução da obra e que ações possam ser tomadas sob seus resultados.

Não se recomenda a aplicação e análise dos indicadores apenas de forma individual, ou seja, os indicadores devem ser relacionados entre si quando implementados. Por exemplo: o indicador *Serviços controlados conformes* pode refletir sob o indicador *Geração de resíduos* se houver indícios de retrabalhos causados por não conformidade durante a execução de serviços controlados, e também analisar o indicador *Treinamento de funcionários* que pode apresentar uma quantidade de horas investidas insuficientes para a realização de serviços controlados.

5. ADMINISTRAÇÃO DOS RESULTADOS: MELHORIA CONTÍNUA

Para que os indicadores tornem parte funcional de uma empresa construtora, o alinhamento deles ao planejamento estratégico direcionados à sustentabilidade deve ocorrer por meio da determinação de metas e objetivos claros, de modo a não serem apenas ferramentas para se alcançar uma certificação ou um financiamento imobiliário. Neste caso, ocorre a probabilidade de desuso antes da implementação.

Segundo Abuzeinab et al., (2017), o aspecto produtivo incluindo o uso da mão de obra, as atividades do setor da construção civil podem ser caracterizadas como de baixo custo, onde o corte desses custos seria uma alternativa para o aumento de lucro, prejudicando o entendimento a melhorias ambientais. Logo, torna-se essencial a realização de treinamentos e campanhas para conscientização sobre os resultados dos indicadores e para onde a gestão sustentável deve seguir, não apenas sob o aspecto ambiental, mas relacionando as demais dimensões.

Outro item para fomentar a administração dos resultados, mais especificamente citados nos referenciais PBQP-H Edificações (PBQP-H, 2018) e o AQUA-HQE (FCAV, 2021), não distantes da estrutura também utilizada na disposição da ABNT NBR ISO 9001 (ABNT, 2015), determinam ações para melhoria contínua, como análise de causa para determinação de ações corretiva e preventivas. Quando aplicada a análise dos resultados dos indicadores, chega-se a ações necessárias para melhorias dos processos monitorados ou até mesmo à adequação do indicador.

6. CONCLUSÕES

A tecnologia tem sido amplamente estudada e utilizada para a otimização da gestão dos empreendimentos, desde sua fase de execução até a operação. Não apenas para a modelagem de informações (BIM – *Building Information Modeling*), mas com o uso da inteligência artificial e o aprendizado de máquinas pode-se monitorar o uso de materiais por sensores, o posicionamento dos trabalhadores por RFID, a classificação de resíduos por imagens e redes neurais, o uso correto de equipamentos de proteção individual por sensores, o monitoramento das atividades do canteiro com veículos aéreos não tripulados (Davis et al., 2020; Pan; Zhang, 2021)

A gestão sustentável também pode dispor de tais tecnologias para permear os empreendimentos de forma mais rápida e clara, de forma que a empresa consiga mensurar e monitorar indicadores e ações. O uso de indicadores de sustentabilidade conecta a gestão aos objetivos e planejamento estratégico da empresa, mas para que isso de fato aconteça, as partes interessadas (construtoras, clientes, fornecedores e sociedade) devem entender claramente o objetivo de ser sustentável em empreendimentos da construção civil.

Entretanto, Ding et al (2018) ressaltam que todos os departamentos devem ser envolvidos em uma gestão sustentável, não cabendo apenas a responsabilidade de um departamento implantar e um organismo a certificar. Por mais ferramentas de gestão e tecnologia que se implementem, sem o comprometimento da empresa construtora, o entendimento dos consumidores e fornecedores sobre os benefícios significativos da sustentabilidade, tais como geração de emprego, melhoria da produtividade, reduções nos índices de poluição e minimização da pobreza, não se torna viável a gestão sustentável.

A estrutura de indicadores proposta neste trabalho é fruto de uma pesquisa de doutorado em andamento, que tem por objetivo fomentar a gestão sustentável durante a fase de execução com a utilização de inteligência artificial e aprendizado de máquinas. Contudo, serão direcionadas as ferramentas tecnológicas que melhor atendam a coleta de dados para disposição dos indicadores, sob a prerrogativa de gestão em tempo real, o uso da internet das coisas também faz parte desta pesquisa, bem como a forma de disposição dos resultados destes indicadores por meio de aplicativos móveis.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) (2015). ABNT NBR ISO 9001:2015: sistemas de gestão da qualidade: requisitos. Rio de Janeiro.

Abuzeinab, A.; Arif, M.; Gadri, M. A.; Kulonda, D. (2017). Green business models in the construction sector: An analysis of outcomes and benefits. Construction Innovation, 18, 1, 20–42.

Bavaresco, M. V.; Cuchivague, H. Y. O.; Schinazi, A.; Ghisi, E. (2021). Aspectos impactantes no desempenho energético de habitações de interesse social brasileiras: revisão de literatura. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 263-292.

Caixa Econômica Federal (2021). Selo Casa Azul - Boas práticas para habitação mais sustentável. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/negocios-sustentaveis/selo-casa-azul-caixa/Paginas/default.aspx

Davis, P.; Aziz, F.; Nawaz, M. T.; Sher, W.; Simon, L. (2020). The classification of construction waste material using a deep convolutional neural network. Automation in Construction, 122, p. 103481.

Ding, Z; Fan, Z.; Tam, V. W. Y.; Bian, Y; Li, S.; Illankoon, I. M. C. S.; Moon, S. (2018). Green building evaluation system implementation, Building and Environment, 133, 32-40.

FCAV (Fundação Vanzolini) (2021). Referencial técnico de certificação AQUA-HQE: Sistema de Gestão do Empreendimento – SGE para Edifícios em Construção. Disponível em: <http://www.aqua-hqe.com.br>.

Ferreira, C.S., Poltronieri, C. F., Gerolamo, M. C. (2019). ISO 14001:2015 and ISO 9001:2015: analyse the relationship between these management systems standards and corporate sustainability. Gestão&Produção, 26(4), 1-14.

Francischini, P.G.; Francischini, A. S. N. (2017) Indicadores de desempenho: dos objetivos à ação - métodos para elaborar KPIs e obter resultados. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books.

GBC (Green Building Council Brasil) (2021). Guia prático: porque e como certificar o seu projeto - GBC Casa Checklist Projeto e Obra - Certificação GBC Brasil Casa. Disponível em: http://www.gbcbrasil.org.br/documentosDownload.php?J=-casa

Illankoon, I. M. C. S.; Tam, V. W. Y.; Le, K. N.; Shen, L. (2017). Key credit criteria among international green building rating tools, Journal of Cleaner Production, 164, 209-220.

Love, P. E. D.; Teo, P.; Morrison, J. (2018). Revisiting Quality Failure Costs in Construction. International Journal of Construction Engineering and Management, 144(2), 05017020-1.

Marques, C. T.; Gomes, B. M. F.; Brandli, L. L. (2017). Consumo de água e energia em canteiros de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando à sustentabilidade. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 79-90.

Pan, Y.; Zhang, L. (2020). Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trends. Automation in Construction, 122, 103517.

PBQP-H (Programa de Qualidade e Produtividade no Habitat) (2018). Regimento do SiAC - Especialidade Técnica Execução de Obras (Portaria nº 383 de 14/06/2018) Anexos I, II, III e IV. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/pbqp-h/o-pbpq-h

Tezel, A.; Koskela, L.; Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: a literature synthesis. Journal of Manufacturing Technology Management, v. 27, n. 6, p. 766–799.

Thomas, N. I. R.; Costa, D. B. (2017) Adoption of environmental practices on construction sites. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 9-24.

Vasconcelos, I. A., Cândido, L. F., & Heineck, L. F. M. (2020). Evaluation of sustainable construction sites: a lean, green and well-being integrated approach. Gestão & Produção, 27(3), e4552.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a oportunidade a UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), por todo o suporte técnico e científico para a realização deste estudo.