

TRANS VERSO

06 Integração de escalas para gestão integrada e participativa da sustentabilidade: do bairro ao edifício

recebido em 29/08/2024
aprovado em 29/09/2024

Integração de escalas para gestão integrada e participativa da sustentabilidade: do bairro ao edifício

Lisiane Ilha Librelotto

lisiane.librelotto@gmail.com

Universidade Federal de Santa Catarina

Eduarda Cardoso da Luz

eduardaluz10r@gmail.com

Universidade Federal de Santa Catarina

Ernestina Rita Meira Engel

ernestinaengel@gmail.com

Universidade Federal de Santa Catarina

Paulo Cesar Machado Ferroli

pcferroli@gmail.com

Universidade Federal de Santa Catarina

Mel Ramos da Rosa

melramosdarosa30@gmail.com

Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO (PT): O artigo apresenta os indicadores desenvolvidos para o aplicativo *USAT (Urban Sustainability Assessment Tool)*, visando contribuir para a sustentabilidade e governança na Lagoa da Conceição, Florianópolis. Inicialmente, para seleção dos indicadores, utilizaram-se duas RSLs e a pesquisa bibliográfica exploratória associadas à aplicação do Método Delphi. Com abordagem participativa, envolvendo especialistas e representantes locais, foram identificadas prioridades e estabelecidas diretrizes para a integração dos indicadores no USAT. O sistema, composto pelos painéis choques, estrutura urbana, conduta e desempenho, apresenta ferramentas indispensáveis para a gestão da sustentabilidade. Assim, a pesquisa contribui na promoção da sustentabilidade urbana, oferecendo uma estrutura de governança para a área de estudo, potencialmente servindo de modelo para outras áreas com desafios semelhantes.

Palavras-chave: Indicadores, Sustentabilidade, Bairros.

ABSTRACT (ENG): *The article presents the indicators developed for the USAT (Urban Sustainability Assessment Tool) application, with the aim of contributing to sustainability and governance in Lagoa da Conceição, Florianópolis. Initially, two RSLs and exploratory bibliographic research associated with the application of the Delphi Method were used to select the indicators. Using a participatory approach involving experts and local representatives, priorities were identified and guidelines established for integrating the indicators into the USAT. The system, made up of shocks, urban structure, conduct and performance panels, presents indispensable tools for sustainability management. The research thus contributes to promoting urban sustainability by offering a governance structure for the study area, potentially serving as a model for other areas with similar challenges.*

Keywords: *Indicators; Sustainability; Neighborhood.*

1. Introdução

Este artigo integra uma pesquisa em andamento desde 2022, que trata da avaliação da sustentabilidade em um bairro da cidade de Florianópolis. A Lagoa da Conceição, local do estudo, além de ser um corpo hídrico, nomeia o bairro que compõe um dos distritos administrativos da cidade. Insere-se em um grande centro urbano, com diversas necessidades, muitas delas não supridas e em um contexto ambiental frágil. Assim, necessita de um sistema de gestão que facilite a governança em prol do desenvolvimento sustentável.

A pesquisa objetiva a elaboração do aplicativo/ferramenta USAT, que deverá propiciar a avaliação da sustentabilidade através da participação do cidadão e de um sistema de indicadores integrando a estrutura do bairro, as estratégias para sustentabilidade nas edificações e o desempenho. Para que isso aconteça, fez-se necessário propor novos indicadores a partir de uma ampla revisão bibliográfica e determinar quais se adequam ao contexto local, refletindo as necessidades prioritárias do bairro. Deve-se assim, integrar as proposições das edificações considerando um desenvolvimento sustentável, utilizando como base de avaliação o Modelo ESA-B (Librelotto *et. al.*, 2017).

Ao avaliar a sustentabilidade no meio urbano, uma série de lacunas podem ser observadas no meio científico. A primeira delas, e talvez a mais preocupante, diz respeito à falta de integração entre as medidas de avaliação das cidades (ambiente urbano) e das edificações. A revisão da literatura apontou para a existência de cerca de 600 modelos de avaliação da sustentabilidade nesse contexto. No entanto, os métodos que avaliam a edificação pouco consideram o contexto de implantação, a não ser como uma categoria da avaliação, quando na verdade o cenário do Bairro deveria ser o norteador das estratégias implementadas na edificação e vice-versa. Assim, as metas estabelecidas pelo ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis (ONU, 2015), podem contribuir para a sustentabilidade nas cidades.

A segunda lacuna refere-se à ausência de dados estratificados para os bairros da cidade. Em um contexto como o de Florianópolis, onde os distritos possuem realidades muito distintas, o pensar globalmente, mas agir localmente, que está por trás da gestão da sustentabilidade, nunca foi tão necessário. Assim, mesmo que existam métodos disponíveis que avaliam a sustentabilidade no município, e que fornecem avaliações globais, esses dados não refletem as diversas realidades dos bairros.

A terceira lacuna refere-se às normativas das cidades mais sustentáveis e inteligentes, que enfatizam a necessidade de estabelecer métricas para os municípios brasileiros. Para tanto, colocam a necessidade de que os dados das cidades estejam disponibilizados pela administração municipal de forma transparente e acessível a todos. Essa realidade parece bastante distante, sendo difícil o acesso aos dados requeridos.

Por fim, para avaliar adequadamente a complexidade e a abrangência da sustentabilidade, é necessário estabelecer indicadores que capturem a realidade do bairro e estabeleçam prioridades de atuação, ao invés de uma lista de tecnologias a serem adotadas. Assim, as métricas devem evidenciar prioridades em uma progressão contínua, nesse sentido, deve-se levar em conta a quantidade, a relevância e a hierarquia dessas variáveis, obtendo resultados e correlacionando-os.

Tendo como base esse cenário, o artigo possui como objetivo apresentar o estabelecimento de indicadores para o painel da aplicação do Modelo ESA/B, no desenvolvimento do Aplicativo USAT, para avaliação da sustentabilidade na Lagoa da Conceição.

2. Referencial teórico

2.1 O Modelo ESA

O Modelo ESA foi proposto inicialmente como uma ferramenta para a avaliação da sustentabilidade em empresas construtoras desenvolvido por Librelotto (2005), que foi adaptado para a avaliação da sustentabilidade na edificação em três dimensões: econômica, social e ambiental, considerando o contexto urbano (Librelotto *et al.*, 2017), que foi denominado como ESA-B (Building/Edifício). Inicialmente, para cada dimensão foram propostos indicadores a serem analisados a fim de determinar a sustentabilidade da edificação no que se refere às condutas (estratégias utilizadas no edifício) e ao desempenho atingido, associada à estrutura existente no Bairro. A primeira aplicação do Modelo ESA-B, foi realizada em um Bairro de Florianópolis denominado Córrego Grande a fim de validação de estrutura de indicadores proposta a partir de modelos de avaliação da sustentabilidade já existentes.

Para avaliação da estrutura urbana, o Modelo ESA-B, enquanto um modelo aberto, em uma segunda aplicação, propôs o uso dos indicadores do IQVU - Índice de Qualidade de Vida Urbana (Nahas *et al.*, 2006) como indicadores da estrutura urbana, pois este método já possui aplicação em Belo Horizonte e tem sido calculado periodicamente, e do Modelo MASP-HIS (Carvalho; Sposto, 2012) para a avaliação das estratégias / condutas na edificação, enquanto que o desempenho foi avaliado diretamente pelo usuário final.

A figura 1 esquematiza a proposição do Modelo ESA Edifício. Assumindo alguns indicadores previamente estabelecidos para a estrutura urbana como existência de áreas de lazer, condições da iluminação pública e passeios, mobilidade no bairro, disponibilidade de energia elétrica e água, pode-se na análise da viabilidade do empreendimento, verificar a capacidade existente da estrutura local em atender mais unidades consumidoras, mais veículos circulando no bairro, as condições de comércio para atender a novos moradores. Estes dados servirão de referência para implementação de melhorias no bairro ou mesmo na definição das estratégias (condutas) a empregar no edifício. Um local onde há falta de água constante é um indicativo para maximizar a rede pública, caso ocorra um acordo com o poder público. Caso não, a edificação deverá tentar de todas as formas utilizar estratégias para gestão da água (reaproveitamento da água da chuva, opções de tratamento de água, criação de bacias de retenção ou lagos, uso de dispositivos economizadores).

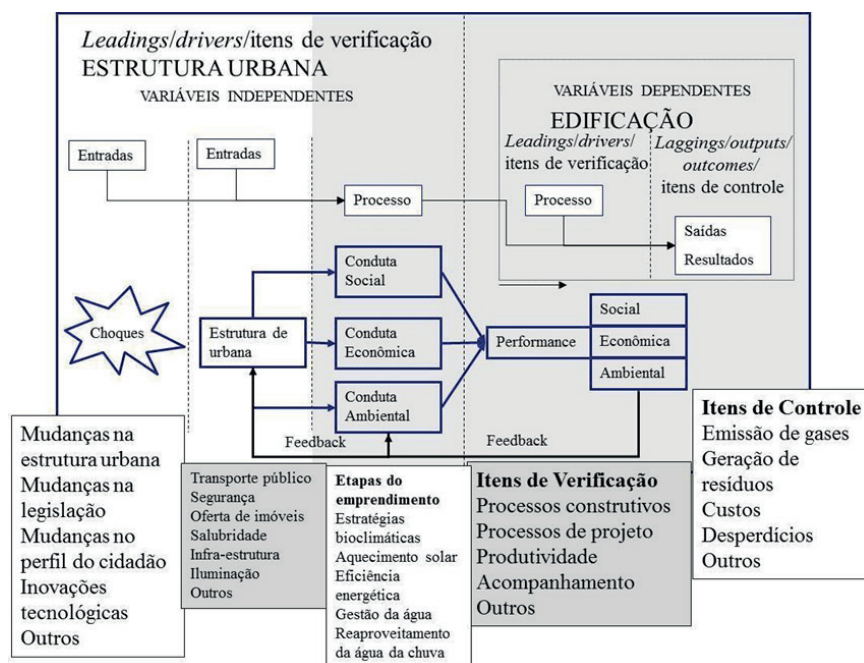


Figura 1 — Esquema geral — Modelo ESA-B. Fonte: Librelotto et al. (2017).

Desta maneira pode-se priorizar as estratégias mais necessárias que supram deficiências locais ou que gerem maior impacto na comunidade, evitando-se as coleções tecnológicas ou os kits sustentabilidade (equivocadamente, quando existe menção a uma edificação sustentável, automaticamente pensa-se em introduzir o mesmo conjunto de tecnologias — cobertura jardim, reaproveitamento da água da chuva, painéis fotovoltaicos).

O Modelo ESA-B parte da necessidade de uma definição de prioridades e da dinamicidade da sustentabilidade, que não pode ser tratada de maneira estática. Teoricamente, quanto mais condutas forem implementadas no edifício, mais o planeta ganha. Isso seria equivalente a entender a sustentabilidade na edificação como uma coleção de tecnologias, na base do quanto mais melhor. Entretanto, considerando que o conceito da sustentabilidade exige o equilíbrio entre o Econômico, Social e Ambiental, deve-se acompanhar o desempenho das estratégias implementadas e verificar o equilíbrio com as questões econômicas (custo inicial, custo das manutenções, disponibilidade de fornecedores da tecnologia na região, condições dos moradores de gerirem aquela tecnologia de forma correta). Isto servirá como garantia para eficácia das tecnologias implementadas.

Uma vez avaliada a estrutura urbana do local de implementação do edifício, novas avaliações só serão realizadas quando incidirem choques (mudanças que podem alterar as condições do bairro). Pode-se interpretar a construção da edificação como um agente causador de mudanças tendo em vista que deve melhorar as condições do bairro, com oferta de serviços para a comunidade, área de lazer de uso coletivo, hortas comunitárias ou mesmo fornecendo energia limpa excedente autogerada.

Uma das grandes questões que as pesquisas ainda devem responder trata da eficácia das tecnologias implementadas. Muitas tecnologias eficientes, quando empregadas nos edifícios, acabam sendo ineficazes. Isto prejudica tanto a assimilação e difusão da tecnologia, quanto os consumidores que fizeram o investimento sem o retorno esperado e ferem a imagem

de projetistas e consultores que as recomendaram. Muitos são os casos de empreendimentos certificados (ou seja, que empregaram um conjunto de estratégias para obterem uma pontuação e receberam os créditos) mas que acabam por não obter o desempenho esperado. Alguns destes casos geraram processos judiciais difundidos na mídia. Por isso, o modelo ESA-B possui a dimensão do desempenho, ou seja, nesse caso entendido como os resultados, que podem ser mensurados de diversas formas.

Com a edificação já implementada, pode-se monitorar o desempenho. Assim, estratégias/condutas empregadas para eficiência energética devem reverter a economia do consumo de energia. Neste caso, pode-se comparar os *benchmarks* ou resultados das simulações planejadas com o efetivamente conquistado. A mesma relação pode-se estabelecer entre emprego de materiais isolantes térmicos com a temperatura interna dos ambientes. A ventilação natural com a salubridade e temperatura internas e assim por diante. Ou, no mínimo, a mensuração deve considerar a opinião do usuário da edificação, se estão satisfeitos ou não com as estratégias para eficiência que foram implementadas, na falta de dados quantitativos que comprovem o desempenho das tecnologias.

Na figura 1, percebem-se os indicadores integrantes do modelo ESA Edifício que são: os choques incidentes sobre o edifício, oriundos do ambiente urbano (impactos) dos quais resultam pressões para mudanças, a estrutura urbana, a conduta das construtoras e projetistas, traduzidos no projeto, construção e manutenção da edificação (itens de verificação) e o desempenho final obtido (itens de controle). As entradas referem-se a condições preexistentes e as saídas reportam resultados obtidos. Ainda pode-se realizar verificações durante o processo que constituem itens de verificação, a exemplo de horas de treinamento, índices de produtividade etc. As verificações podem ocorrer e ser mensuradas por dados de atributo ou dados em escala de mensuração (estes últimos mais difíceis e demorados de se obter).

2.2 O conceito de indicadores de sustentabilidade

Indicadores de sustentabilidade são métricas ou medidas utilizadas para avaliar e quantificar o desempenho ambiental, social e econômico de uma atividade, projeto, empresa, região ou sistema em relação aos princípios da sustentabilidade (Librelotto, 2005). Além disso, podem servir para acompanhar processos ou monitorar a implementação de tecnologias. De acordo com Kemerich, Ritter e Borba (2014, p.1) “um instrumento utilizado para monitorar o desenvolvimento sustentável são os indicadores de sustentabilidade, os quais são responsáveis por capturar tendências para informar os agentes de decisão, orientar o desenvolvimento e o monitoramento de políticas e estratégias”.

Em complemento, para Librelotto (2005, p.4), indicadores são uma “relação matemática, fruto de verificação qualitativa ou quantitativa, resultando em uma medida quantitativa, que possibilita identificar entradas, estado do processo, resultado, saídas e impactos de ações, através de metas numéricas preestabelecidas”. Assim, permitem medir o progresso em direção aos objetivos sustentáveis, fornecendo informações tangíveis sobre como determinada ação ou processo afeta o equilíbrio entre as necessidades humanas e a preservação dos recursos naturais, ecossistemas e bem-estar social ao longo do tempo.

Desempenho, na língua portuguesa, assume o significado da ação ou efeito de desempenhar, que, por sua vez, quer dizer executar, exercer, cumprir uma determinada tarefa ou papel. No âmbito das organizações, as medições de desempenho assumem significados mais restritos - como o de Harrington e Harrington (1997) para relações econômico-financeiras da empresa e classifica as demais medições nas categorias de melhoria do processo e de previsão — ou significados mais amplos, como o de Elkington (1998), que associa o desempenho às esferas social, ambiental e econômica da sustentabilidade.

Mafra (1999) relaciona diversos conceitos sobre as medições de desempenho, também denominadas, medidas de desempenho, taxas de melhorias, de qualidade, de desempenho ou métrica de desempenho, conforme a literatura consultada. Para o autor, um sistema de indicadores deve estar estruturado de forma a fornecer informações claras e concisas, adequadas ao usuário das mesmas. Assume-se o conceito de indicador como sendo uma relação matemática, resultando em uma medida quantitativa, que possibilita identificar o estado do processo ou o resultado através de metas numéricas preestabelecidas.

Para essa classificação dos indicadores, Librelotto (2005) encontrou por meio de revisão bibliográfica (TRADE & PBM-SIG, 2001; Mafra, 1999; e Rolt, 1998), diversas formas que separam essas medidas em função do objeto da medição (uma entrada, um processo, uma saída ou resultado), em relação à causalidade e momento de incidência para averiguar causas (*leading*, drivers ou itens de verificação — para previsão) ou efeitos de problemas (Sink e Tuttle, 1993) (*laggings*, outcomes ou itens de controle — para acompanhamento) e ainda, para medir atributos de entradas, processos ou saídas (indicadores da qualidade, de melhoria, de impacto de ações, entre outros). Também foram encontradas classificações, conforme o nível da aplicação do indicador dentro de uma empresa, se estratégico, gerencial e operacional ou quanto à finalidade (se para realizar diagnóstico, controle ou acompanhamento).

Os indicadores devem buscar por resultados de forma a serem objetivos, compreensíveis, confiáveis, alinhados com a estratégia da organização ou dos governos e capazes de embasar as decisões. Assim, abordam aspectos como acessibilidade dos dados, envolvimento dos responsáveis, análise estatística e percepção de importância. Em resumo, deve-se assegurar que as métricas adotadas sejam eficazes e relevantes para o monitoramento e melhoria do desempenho organizacional. Essas questões deverão integrar o método de avaliação após as etapas de seleção, hierarquização e estabelecimento das formas de cálculo.

2.3 A avaliação da sustentabilidade

Avaliar a sustentabilidade representa um desafio. Por si só a sustentabilidade é definida como uma ciência complexa e envolve áreas inter e transdisciplinares. Seu entendimento pode associar muitos fatores de difícil mensuração, sobretudo em função da necessidade de manutenção de uma visão holística e aspectos que muitas vezes requerem alto grau de abstração. Entretanto, quando analisada em termos de metas, necessita ter medidas claras. A avaliação ainda dependerá do conceito adotado para sua definição. Muitas áreas tendem a associar a sustentabilidade ao bem-estar humano ou mesmo à felicidade e à fatores que são difíceis de serem avaliados.

O objeto e escopo da avaliação também influenciam no estabelecimento dos indicadores. Avaliar a sustentabilidade em organizações pode requerer a análise de fatores que não se replicam entre áreas de negócio. Já a sustentabilidade em ambientes urbanos ou edificações necessitam de outro olhar, embora as dimensões de avaliação permaneçam as mesmas.

Considerando a avaliação da sustentabilidade em ambientes urbanos e em edificações, diversas são as metodologias e ferramentas existentes. A importância de comprovar a sustentabilidade das edificações somente cresceu com o passar das décadas atrelada ao marketing e rotulagens verdes. Diante da percepção de que para garantir o futuro deve-se cuidar do meio ambiente no presente, diversos estados e nações criaram metas e regulamentos relacionados à sustentabilidade, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, que trazem adaptações e diretrizes para a arquitetura, de modo a torná-la mais sustentável. Logo, prédios que possuem certificações de sustentabilidade passaram a possuir maior valor de mercado, bem como os profissionais que incorporam a sustentabilidade em seus projetos.

As edificações são responsáveis por um grande consumo de recursos naturais, não apenas na etapa de construção, mas também na manutenção, causando um grande impacto ambiental negativo. Neste contexto, é ainda mais importante que medidas sejam tomadas para auxiliar na redução do consumo desses recursos. De acordo com Goulart (p. 3, 2008), um projeto sustentável deveria “ser ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável, envolvendo com isto muitas variáveis, entre as quais o uso racional da energia se destaca como uma das principais premissas.”

Em seu estudo, López *et. al.* (2019) avaliaram 101 métodos mais o método Level para avaliar a sustentabilidade em edificações. Os métodos foram identificados e distribuídos em 3 grupos: sistemas, normas e ferramentas. Destes 101, os 36 métodos mais representativos foram comparados segundo 4 categorias: fase do ciclo de vida em que foram aplicados; aspectos de sustentabilidade avaliados; categorias consideradas; e o tipo e estado do projeto avaliado. Os resultados mostraram que cada um dos métodos separadamente não avalia todos os aspectos de um edifício sustentável. Muitos avaliam a energia e a qualidade do ambiente interior, enquanto poucos avaliam os aspectos sociais e econômicos. O número considerável de métodos considerados pela pesquisa e a profundidade da análise realizada é uma importante contribuição para o tema.

Muitas das BSATs (*Buildings Sustainability Assessment Tools*) como o LEED e BREAM possuem suas traduções e adaptações para diversos países. López *et. al.* (2019) contaram cada variante do mesmo método como uma ferramenta diferente. Nessa pesquisa, considerou-se que há poucas variações entre os países quando estes utilizam o mesmo método, excetuando-se casos em que o país desenvolveu uma nova modalidade de certificação, como aconteceu para o LEED, no caso Brasileiro.

Com o surgimento e disseminação dessas ferramentas de avaliação de sustentabilidade em edificações, a percepção da sustentabilidade e o que esta engloba se expandiu. As ferramentas de avaliação da sustentabilidade nas edificações (*Sustainable Building Assessment Tools - BSATs*) apresentam uma lista de requisitos avaliados em construções, concentrando-se na avaliação de impactos mais evidentes a curto prazo na natureza, de aspecto quantitativo e tangível como o consumo de energia e a presença de substâncias tóxicas na materialidade da construção. O conceito englobou

também fatores humanos, como a integração do edifício com a comunidade do entorno e a proximidade do prédio com pontos de transporte público ou outras facilidades que o bairro possa oferecer.

Nesse sentido, buscando identificar métodos de avaliar a sustentabilidade, muitos autores têm realizado comparações, até mesmo para propor formas de avaliação mais próximas da realidade de seus contextos e muitas lições e oportunidades de pesquisa podem ser extraídas dessas iniciativas. Por exemplo, Jamoussi, Abu-Rizaiza e Al-Haij (2022) realizaram uma RSL dos sistemas de certificação, e consideraram o contexto da Arábia Saudita, para propor uma atualização da normativa local. Daqui pode-se perceber a necessidade de pesquisas semelhantes para o desenvolvimento de uma normativa própria brasileira. A pesquisa identificou 14 temas principais para avaliar o edifício: *sustainable site, indoor environment quality, management, energy, water, waste, transportation, material, pollution, innovation, economic, social needs, culture and the quality of service* e apontou fragilidades dos métodos ao avaliar questões sociais e econômicas. De forma mais restrita, autores como Ferrari *et al.* (2021) e Stauski (2013) realizam comparações entre os principais métodos de avaliação da sustentabilidade, identificando semelhanças e divergências nas análises. Entretanto, os métodos mais utilizados tendem a manter indicadores similares.

Outra questão que aflora das avaliações é que as BSATs propostas no Brasil, não aparecem nas revisões de literatura internacionais. Métodos como o Selo Casa Azul (Caixa Econômica Federal 2024), MASP His (Carvalho; Sposto, 2012), ou mesmo o Modelo ESA-B (Librelotto *et al.*, 2017), Etiquetas como PROCEL e PROCEL Edifica (PBE EDIFICA, 2020), não foram sequer mencionados. Todavia, o desenvolvimento e a difusão desses métodos adequados à realidade específica de cada país são essenciais para uma avaliação mais fidedigna. Da mesma forma, a introdução e disseminação exclusiva de métodos de ampla divulgação que desconsideram esses diferentes contextos, deve ser vista com restrição principalmente onde as mudanças em matriz energética, saneamento básico, tecnologias incorporadas em materiais e equipamentos apontam para realidades muito distintas.

Já no contexto urbano, a visão da melhoria e do incremento dos sistemas que constituem a edificação, mesmo que considere o entorno na avaliação, desconsidera as possibilidades que a edificação tem de contribuir para a melhoria do lugar onde está inserida e a existência de recursos finitos que requerem ou uma ruptura de conceitos ou a definição de prioridades nos pacotes de tecnologias incorporadas na edificação.

Os principais autores no tema da avaliação da sustentabilidade urbana identificados em Braga *et al.* (2023), utilizam termos como cidades sustentáveis, inteligentes e verdes de forma pouco discriminada. No caso dos indicadores, os principais temas envolvem lazer, cultura, saúde, segurança, meio ambiente, dentre outros. A seguir, são apontados alguns dos principais aspectos encontrados nas pesquisas.

Muitos aspectos importantes da avaliação da sustentabilidade no meio urbano, como os elencados por Mauree *et al.* (2019) revelam a necessidade de uma estrutura integrada para avaliação da sustentabilidade no contexto urbano e que isso deveria ser abordado em um futuro próximo, seja do ponto de vista da pesquisa, ou do planejamento. No caso da pesquisa de Cohen (2021), pontua-se que a avaliação da sustentabilidade, em geral, carece de um enquadramento unificador, podendo estar mais bem alinhada com princípios comuns do tema. Assim, o trabalho sugere uma estrutura

genérica que permite organizar a avaliação da sustentabilidade urbana, atribuindo indicadores.

Enquanto isso, Dawodu *et al.* (2022) destacou o aspecto de que as iniciativas verdes nas cidades são incapazes de abordar todos os componentes de bairros específicos. Isso acontece devido aos diversos atributos de vizinhança das suas diferentes regiões, o que conduz ao desenvolvimento de ferramentas em microescala. Esse fator, de certa forma, pode permitir a integração posterior em escalas maiores para a gestão de cidades. De modo geral, há dificuldade de obtenção de dados nessa microescala, que possam suprir a gestão por comunidades e bairros.

Em termos de avaliação, Schetke, Haase & Kotter (2012) propõem a criação de um conjunto de indicadores compreensível e compacto para uma avaliação do impacto da mudança do uso da terra em relação ao crescimento dos assentamentos; integração dos dados municipais (dos quais os planejadores municipais até então desconheciam) no sistema de suporte à decisão utilizando essa avaliação; e, um modelo multicritério que é implementado para apoiar os processos de tomada de decisão do planejamento preliminar do uso da terra nas cidades.

Chegando ao contexto da resiliência urbana, Ghouchani *et al.* (2021) evidenciam esse fator como um aspecto a ser avaliado. Assim, criam um índice de resiliência, que usa uma base comparativa com o melhor resultado. Propõem ainda que esse indicador possa ser empregado no planejamento de novas cidades.

No que se refere ao método de avaliação, dada a diversidade de ferramentas e a complexidade da avaliação da sustentabilidade, foi possível perceber a AHP (Análise Hierárquica de Processos) como uma ferramenta de estruturação dos pesos entre os indicadores (Norouzi, 2020; Pons-Valladares e Nikolic, 2020) atrelados as ferramentas Delphi e lógica Fuzzy para entender quais indicadores deveriam compor o sistema de avaliação. Aspectos emergentes das avaliações da sustentabilidade são apontados na questão da construção passiva, zero energia, zero desperdício, emprego de materiais naturais, mudanças climáticas e economia circular.

Ressalta-se que alguns autores optam por utilizar entrevistas e estudos de casos para dar respaldo aos métodos das pesquisas. Como resultados, conseguem encontrar outros indicadores relevantes para a sua análise, e às vezes até estabelecer pesos para tais, além de definir quais os indicadores são mais importantes.

3. Procedimentos metodológicos

Nesta seção são apresentados os métodos, as técnicas e as abordagens utilizadas para o desenvolvimento desta pesquisa que estão divididos em: revisão de literatura e estabelecimento do *framework* inicial de indicadores, aplicação e seleção pelo Método Delphi para estabelecimento do *framework* da estrutura urbana e das condutas nas edificações e análise dos resultados e estabelecimento do *framework* final.

3.1. Revisão de literatura e estabelecimento do *framework* inicial de indicadores

Para a identificação das ferramentas de avaliação de sustentabilidade no meio urbano e nas edificações foram realizadas revisões bibliográficas, as quais foram divididas em duas etapas: revisão exploratória e revisão sistemática. Os resultados dessas etapas foram publicados em Librelotto *et al.* (2023) e em Braga *et al.* (2023), onde identificou-se diversos modelos de avaliação da sustentabilidade nas escalas do urbano e da edificação. Tais modelos foram catalogados e comparados entre si, identificando primeiramente as categorias de avaliação, que por sua vez foram decompostas em indicadores. Do desdobramento realizado foram propostos, inicialmente, 1402 indicadores.

Após a identificação dos indicadores de cada método presentes nos catálogos disponibilizados na página do projeto USAT (<https://usat.paginas.ufsc.br/>) estes foram listados em tabelas, para melhor visualização. Os indicadores foram separados em três eixos: Ambiental, Sociocultural e Econômico. Ao final do processo, foram filtrados os indicadores segundo a frequência de ocorrência nos modelos, similaridade e relevância, chegando-se 134 indicadores para a edificação e 202 para a estrutura urbana, totalizando 328 indicadores (Virtuhab, 2024). O conteúdo de análise das revisões está descrito no item 2 do artigo.

3.2. Aplicação do Método Delphi para estabelecimento do *framework* da estrutura urbana

O Método Delphi (Linstone e Turoff, 2022) é uma técnica utilizada para obter consenso ou tomar decisões em grupo, especialmente quando há incerteza ou falta de informações claras sobre um determinado assunto. No contexto de escolha de indicadores de avaliação, o Método Delphi pode ser aplicado para envolver especialistas e obter suas opiniões e conhecimentos sobre quais indicadores devem ser considerados relevantes. O processo envolve as seguintes etapas: seleção dos especialistas, questionário inicial, feedback anônimo, rodadas subsequentes, e convergência e consenso. Dessa forma, o método permite aproveitar o conhecimento coletivo de especialistas e reduzir o impacto de influências individuais, ao mesmo tempo em que fornece um espaço para revisão e ajuste das opiniões.

A partir da seleção dos métodos de análise e questionários, foram selecionados os participantes. Os especialistas foram selecionados como representantes das organizações às quais possuem vínculos e especialistas pesquisadores do tema. Dessa maneira, foram selecionados os seguintes participantes: IPUF (Secretaria Municipal de Planejamento Urbano); SMPU (Secretaria de Municipal mobilidade e Planejamento Urbano); SMDU (Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano); Conselho da cidade (Prefeitura e IPUF); CASAN; CELESC; Associação de Moradores da Lagoa da Conceição; Pesquisadora especialista em eficiência e desempenho energético vinculada à UFSC; FLORAM; COMCAP; SECULT; IMA (Instituto do Meio Ambiente); ICMBio (antigo Ibama); Pesquisadora especialista em avaliação da sustentabilidade e certificação LEED UNICAMP; LabCRIS (análises ambientais - UFSC EGC); SMPIU (Secretaria Municipal de Planejamento e Inteligência Urbana); e Pesquisador especialista em desempenho social. Dessa forma, foi possível obter respostas representativas de diferentes visões sobre o tema.

3.3. Análise dos questionários e estabelecimento dos indicadores

A partir disso, foram elaborados 2 questionários, um para seleção dos indicadores da estrutura urbana e outro para as condutas na edificação. Os respondentes, à exceção dos especialistas pesquisadores (com foco no planejamento urbano ou na certificação de edificações), seguiram o mesmo critério de seleção.

Na realização do questionário, primeiramente solicitou-se a avaliação, por parte dos especialistas, sobre a pertinência das categorias de avaliação. Posteriormente, cada indicador apresentado foi avaliado por um valor atribuído de 1 a 5, de acordo com a opinião dos especialistas sobre o nível de importância. Além da atribuição de valores, foi oferecida a possibilidade de novas sugestões ou opiniões em cada pergunta sobre modificação dos indicadores, pertinência e nível de compreensão. Os indicadores considerados com elevado nível de consenso foram os que atingiram o terceiro quartil na análise, ou seja, correspondem àqueles indicados por, pelo menos, 75% dos respondentes. A figura 2 mostra exemplos de tópicos abordados nos questionários. As respostas de 13 especialistas foram coletadas entre os dias 27/09/2023 e 23/10/2023.

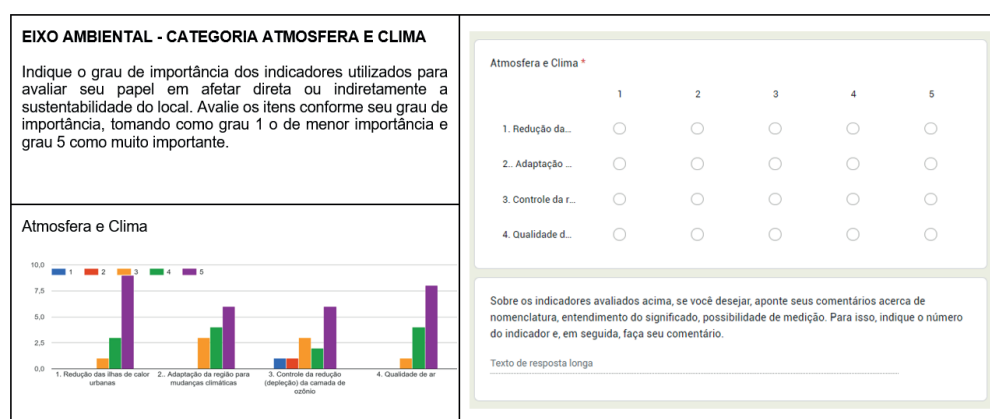


Figura 2 – Exemplo de tópicos e gráficos de respostas do questionário. Fonte: elaborado pelos autores.

No contexto deste estudo, foram obtidas um total de 13 respostas para o formulário das condutas na edificação e 12 respostas para o questionário da estrutura urbana. Ambos utilizam como ferramentas de coleta de dados o *Google Forms*, que resultou em vários gráficos a serem analisados. Os questionários contemplaram a proposição dos indicadores e o consenso pela técnica Delphi foi obtido na primeira rodada de aplicação.

4. Resultados e Discussão

A partir das análises anteriores e da adaptação do modelo ESA-B, obteve-se o Sistema USAT, para gestão da sustentabilidade na escala do edifício e do bairro, considerando o contexto da Lagoa da Conceição, em Florianópolis. O principal ponto levantado com o sistema é a necessidade de uma visão integrada entre como o contexto urbano pode contribuir com a edificação, e também o contrário, onde a edificação é responsiva ao seu meio e contribui com sua sustentabilidade.

O Sistema é composto por 4 Painéis principais:

- **Choques:** trata das mudanças na estrutura urbana, legislação, perfil do cidadão, inovações, dentre outros, que podem trazer mudanças significativas e influências nas demais categorias da avaliação.
- **Estrutura Urbana:** constituído pelos indicadores que avaliam a estrutura urbana, ou seja, a unidade de território a ser analisada (distrito, bairro, cidade).
- **Conduta:** Esse painel é composto pelos indicadores do edifício, que analisam diferentes aspectos relativos à edificação e seu entorno.
- **Desempenho:** Por fim, o painel de desempenho, que integra os indicadores das categorias anteriores, a partir da avaliação/*feedback* do cidadão. Nesse caso, traz a possibilidade de uma avaliação direta, voltada às necessidades da comunidade, e tornando-os agentes ativos na gestão da sustentabilidade. Os moradores do Bairro poderão avaliar tanto a estrutura urbana, quanto a edificação. Os indicadores estabelecidos para esse painel são variações simplificadas mais próximas da compreensão dos moradores.

Na figura 3, é possível visualizar o esquema geral de funcionamento dos Painéis do Sistema USAT.

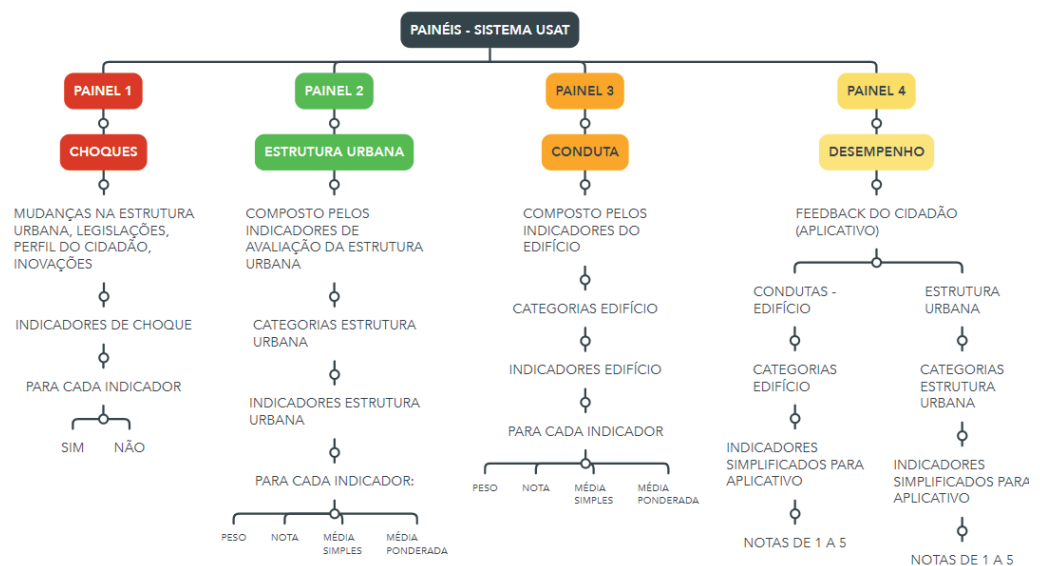


Figura 3 – Painéis do Sistema USAT. Fonte: elaborado pelos autores.

Em cada painel, há um sistema de métricas e médias simples e ponderadas, cujos pesos foram atribuídos em função da opinião dos decisores, que variam conforme a avaliação individual dos indicadores. As médias simples dos indicadores são o resultado das diversas avaliações periódicas conforme a frequência de medição e incidência dos choques. As médias ponderadas são as adequações das médias simples, considerando os pesos atribuídos pelos decisores. Os indicadores são avaliados por notas de 0 a 1.

A partir das médias dos indicadores, são calculadas as médias das categorias e dos eixos econômico, social e ambiental.

Ao se observar a amplitude da pesquisa realizada com relação aos indicadores estabelecidos, concluiu-se que as categorias estabelecidas pelas pesquisas encontradas atendiam as finalidades do projeto, com a necessidade de poucas adaptações. Essas categorias serviram no agrupamento dos indicadores conforme os temas. As correlações entre métodos e modelos, resultaram nos indicadores inseridos dentro das categorias.

Em paralelo a isso, após a comparação dos indicadores de todas as fichas criadas para catalogação dos métodos de avaliação da sustentabilidade, foram separados os indicadores do modelo ESA-B (Librelotto *et al.*, 2017) relativos à primeira aplicação, que mais apareciam nessa comparação, seguindo a porcentagem de ocorrência maior do que 30%. Os indicadores com incidência superior a 30%, semelhantes foram agrupados e analisados para fornecerem as informações necessárias.

A partir disso, foi possível montar o fluxograma geral com o resultado dos indicadores, onde estão expressos o tipo de análise (estrutura urbana ou edifício), eixos (ambiental, sociocultural e econômico), as categorias (25 para estrutura urbana e 9 para edificação), os indicadores e seus pesos finais. No caso do painel desempenho, utilizam os mesmos indicadores e categorias, atualizados ao contexto do cidadão. A figura 4 mostra as categorias da estrutura urbana e do edifício.

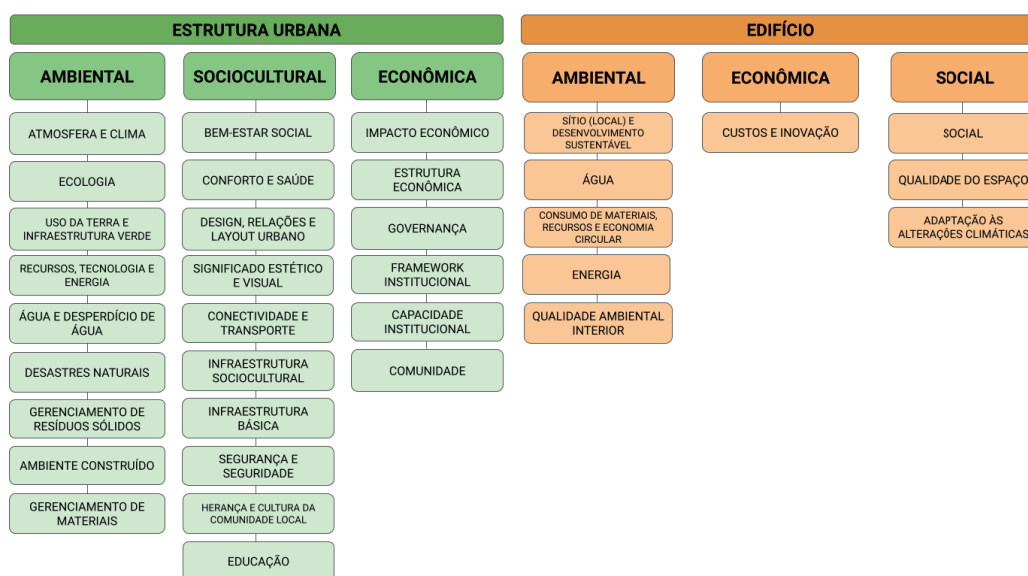


Figura 4 – Categorias de indicadores da Estrutura Urbana e Edifício. Fonte: elaborado pelos autores.

A partir das respostas dos questionários realizados com especialistas, foram analisados 55 gráficos, compostos pelas 13 respostas obtidas. Além disso, os pesos atribuídos pelos respondentes foram categorizados a partir de uma planilha, gerando a média das notas a partir das respostas. Assim, chegou-se nos pesos de cada indicador em relação à sua categoria, e também das categorias entre si. A figura 5 ilustra uma parte da planilha resultante.

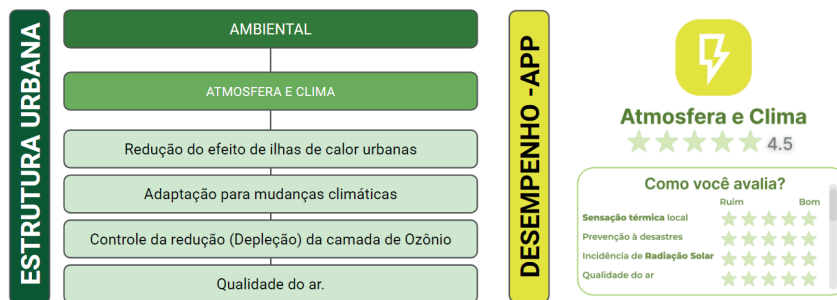
| EIXO | CATEGORIA URBANO | Nº | INDICADOR | PESO (questionários) | IMPORTÂNCIA DA CATEGORIA |
|-----------|----------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| AMBIENTAL | 1. ATMOSFERA E CLIMA | 1 | 1.1. Redução do efeito de ilhas de calor urbanas | 4,58 | 100% |
| | | 2 | 1.2. Adaptação para mudanças climáticas | 4,23 | |
| | | 3 | 1.3. Controle da redução (Depleção) da camada de Ozônio | 3,85 | |
| | | 4 | 1.4. Qualidade do Ar | 4,54 | |
| | 2. ECOLOGIA | 5 | 2.5. Gestão da restauração e conservação da biodiversidade do habitat, de espécies ameaçadas e comunidades ecológicas | 4,46 | 100% |
| | | 6 | 2.6. Preservação dos recursos do solo – árvores, corpos d'água, zonas úmidas e de áreas ecologicamente sensíveis ou valiosas | 4,77 | |
| | | 7 | 2.7. Conservação de terras agricultáveis (não utilizar essas áreas para empreendimentos) | 3,77 | |
| | | 8 | 2.8. Retenção da topografia natural e proteção de encostas íngremes e taludes, por meio de planos de controle para redução de erosão do solo | 4,69 | |
| | | 9 | 2.9. Hortas comunitárias | 4,23 | |
| | | 10 | 2.10. Áreas humanizadas com áreas verdes (por habitante), sombreadas (e seu uso) e áreas de lazer (passeios, atividades físicas, entre outras) | 4,69 | |
| | | 11 | 2.11. Existência de projeto de paisagismo (plantas nativas e árvores frutíferas, evitando o uso de espécies invasivas) | 4,46 | |
| | | 12 | 3.12. Otimização do uso da Terra (Reuso da Terra, Minimização da movimentação de terras e descaracterização do relevo local ou criação de taludes acentuados etc) | 4,08 | 83% |
| | 3. Uso da Terra e Infraestrutura Verde | 13 | 3.13. Desenvolvimento de usos mistos | 4,17 | |
| | | 14 | 3.14. Reabilitação urbana de áreas, remediação de terras e áreas abandonadas, evitando o desenvolvimento de locais inapropriados | 4,17 | |
| | | 15 | 3.14. Inclusão de mecanismos para evitar e controlar processos erosivos devido a implantação dos empreendimentos. | 4,42 | |
| | | 16 | 3.15. Observar a inserção de novas construções em áreas de alta densidade habitacional para que a infraestrutura seja compatível com o aumento populacional causado pela futura ocupação | 4,42 | |
| | | 17 | 3.16. A localização do terreno é em áreas de conurbação urbana (área de junção e expansão de municípios em regiões metropolitanas) | 3,50 | |
| | | 18 | 3.17. Recuperação de áreas contaminadas e degradadas, mediante reabilitação das áreas (descontaminar ou encapsular) | 4,42 | |
| | | 19 | 3.18. Índices de ocupação do bairro menores ou igual a 50% | 3,58 | |

Figura 5 – Exemplo da planilha de cálculo dos pesos dos indicadores. Fonte: elaborado pelos autores.

Como etapas seguintes da pesquisa, foram realizadas avaliações de cada indicador. Para isso, estão sendo elaboradas fichas, com a descrição, objetivos, critérios e cálculos. Ao relacionar as notas de avaliação com os pesos de cada indicador e categoria, será possível gerar a análise. Assim, leva-se em conta a importância de cada indicador dentro do *framework* total, suas inter-relações e relevância para a composição da avaliação da sustentabilidade, tanto na estrutura urbana quanto no edifício. A lista final de indicadores para os painéis da estrutura urbana e das condutas na edificação constam na página do projeto.

Com relação à origem dos dados para a avaliação, os painéis Choques, Estrutura Urbana e Conduta terão avaliação realizada por agentes como: órgãos públicos, entidades responsáveis, pesquisadores, responsáveis técnicos, dentre outros. Nesse sentido, para o funcionamento do sistema, entende-se que deva existir a cooperação entre as diferentes escalas de gestão, desde a municipal, até a escala comunitária, onde as demandas podem ser percebidas de forma mais eficaz.

No caso do painel Desempenho, serão obtidos mediante entrevistas aos usuários do edifício e do bairro, ou por meio de avaliação direta do usuário no aplicativo, de forma a obter sua avaliação sobre os indicadores estabelecidos. Nesse sentido, os indicadores foram adaptados da linguagem técnica para o melhor entendimento da população. Por exemplo, o indicador da Estrutura Urbana, Categoria Atmosfera e Clima, denominado Redução do efeito de ilhas de calor urbanas, na ferramenta de avaliação dos moradores é mostrado como “Sensação Térmica Local”. O usuário pode dar sua nota em uma escala de 1 a 5. Dentro do sistema, é possível comparar os dados entre a avaliação por métricas dos órgãos públicos e a avaliação do usuário final, propondo inter-relações e avaliações a partir da visão do morador. A figura 6 exemplifica a adaptação realizada.



6 – Exemplo da adaptação dos indicadores de Conduta e Estrutura Urbana para Desempenho.
Fonte: elaborado pelos autores.

Além disso, palavras que podem gerar dúvidas serão integradas a um Glossário, buscando a acessibilidade dos termos na avaliação, e também com função educativa sobre os conceitos da sustentabilidade.

Junto a adaptação dos indicadores para uma linguagem mais acessível, a versão detalhada do indicador original, incluindo seu objetivo, descrição, método de cálculo e outras informações relevantes, está disponível na página web da ferramenta (7). Desta forma, caso o colaborador deseje entender mais profundamente sobre o assunto, a informação é disponibilizada com acesso direto, promovendo maior transparência.

| Num. | Indicador | Nota | Data de atualização |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------|---------------------|
| 01 | Redução do efeito de ilhas de calor urbanas | 1 | Abril/2024 |
| DESCRIÇÃO: Análise e quantificação da variação das temperaturas urbanas, a implementação de técnicas de resfriamento urbano, como o aumento de áreas verdes, telhados verdes, uso de materiais reflexivos, sombreamento urbano e outras ações destinadas a mitigar o impacto das ilhas de calor. OBJETIVO: Reduzir as temperaturas extremas. "Nas cidades as altas temperaturas e a baixa qualidade do ar resultantes da formação das ilhas de calor urbanas (ICU), em ocorrência simultânea às ondas de calor, colocam em risco a saúde humana, afetam o bem-estar e a produtividade da população urbana, que recorre a sistemas para climatização artificial. As ICU interferem na dinâmica dos sistemas ambientais alterando o balanço de energia no espaço urbano e adjacente e provocando desconforto térmico na população urbana dentro e fora das edificações, induzindo ao aumento do uso de sistemas de climatização artificial para resfriamento e refrigeração, nos edifícios e meios de transporte." (Fonte: FERREIRA, PEREIRA E LABAKI, 2021) CÁLCULO: Diferença de temperatura entre pontos de medição e média registrada (desvio de padrão). $DTi = T_{ponto} - T_{média}$ (se +, ilha de calor) Onde: DTi = Diferença de temperatura no ponto i T_{ponto} = Temperatura medida no ponto i $T_{média}$ = Temperatura média do Bairro (ou cidade) | | | |
| 02 | Adaptação para mudanças climáticas | 0,5 | Abril/2024 |
| 03 | Controle da redução (Depleção) da camada de Ozônio | 0,4 | Abril/2024 |

7 – Exemplo da apresentação da descrição do indicador de Estrutura Urbana.
Fonte: elaborado pelos autores.

A partir de todas as etapas de avaliação, enfatiza-se que um dos principais desafios está no acesso aos dados e transparência. Entende-se que para ocorrer uma real transformação na gestão da sustentabilidade, é necessário avaliação em tempo real das dinâmicas a nível local. Dessa forma, é necessário um trabalho em conjunto, desde os órgãos governamentais, com estratégias de coleta e disponibilização de dados; passando por pesquisadores e técnicos capazes de avaliar as métricas e solucionar problemas; até chegar na população, que pode agir solicitando dados, acessando resultados e também contribuindo em todo o sistema a partir de feedbacks.

Como próximas etapas da pesquisa, está a consolidação do sistema de avaliação, que permitirá o teste e primeiros retornos sobre a ferramenta de gestão. Desde as etapas iniciais, enfatiza-se a visão multiescalar da sustentabilidade, além da responsabilidade de todos os agentes nos resultados. Os testes e retornos sobre a ferramenta permitirão avaliar a efetividade do sistema, além da realização de ajustes para consolidação do sistema USAT.

5. Considerações Finais

Nesta pesquisa procurou-se avaliar a sustentabilidade da Lagoa da Conceição, utilizando o Modelo ESA-B que atingiu a condição de um bairro em desenvolvimento. Mais importante que a significância dos valores resultantes da avaliação, é a análise da adequação do modelo para realizar a gestão do lugar. A coleta de dados de forma exploratória, neste artigo, foi trabalhosa e demandou a colaboração de diversos setores públicos e privados. Entretanto, o modelo ESA-B apresenta muito potencial para subsidiar a gestão da sustentabilidade do lugar como propõe o projeto.

Foram encontradas muitas dificuldades para obter informações relevantes sobre a área de estudo. Há uma limitação de obtenção de dados no âmbito dos bairros, e que é de extrema importância para o entendimento deste estudo. Sendo assim, para alcançar uma análise mais aprofundada, é essencial que os órgãos públicos forneçam informações detalhadas sobre os bairros. Assim, deve-se expor de forma mais detalhada sobre os bairros e não apenas dados genéricos do município todo, principalmente em casos de cidades com áreas territoriais consideráveis.

As ferramentas de avaliação da sustentabilidade encontradas nesta pesquisa demonstram, em suas bases de dados, exigências e parâmetros relacionados a seus países de origem e legislação local. Consequentemente, percebe-se que é difícil aplicar estes sistemas de classificação de edificações a outros países, o que induz a necessidade do desenvolvimento de sistemas de avaliação local. Por isso, pesquisas como o projeto USAT são tão importantes, que se trata do desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade feita especificamente para a análise dos bairros de uma cidade brasileira, nesse caso, o bairro Lagoa da Conceição, na cidade de Florianópolis.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos à FAPESC e CASAN pelo apoio financeiro à pesquisa Aplicativo USAT (*Urban Sustainability Assessment Tool*) para Gestão da Sustentabilidade Urbana na Lagoa da Conceição em Florianópolis através do Modelo ESA-Building. Agradecemos também ao Programa PIBIC/CNPq, pelas bolsas de iniciação científica concedidas.

Referências

BRAGA, K.; CARDOSO, E.; LIBRELOTTO, L.; BANDINI, V.; AGUIAR, A. Revisão Sistemática De Literatura (RSL): ferramentas para avaliação da Sustentabilidade no contexto urbano (USATS). **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 12, p. e20011-e20011, 2023.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo Casa Azul + CAIXA**: boas práticas para uma habitação mais sustentável. 2024. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/negocios-sustentaveis/selo-casa-azul-caixa/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 20 ago. 2024.

CARVALHO, M. T. M.; SPOSTO, R. M. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto. **Ambiente Construído**, v. 12, p. 207-225, 2012.

COHEN, M. A systematic review of urban sustainability assessment literature. **Sustainability**, v. 9, n. 11, p. 20-48, 2017.

DAWODU, A.; CHESHMEHZANGI, A.; SHARIFI, A. OLADEJO, J. I. Neighborhood sustainability assessment tools: research trends and forecast for the built environment. **Sustainability Futures**, v. 4, p. 1-16, 2022.

ELKINGTON, J. **Cannibals With Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. Gabriola Island: New Society Publishers, 1998.

FERRARI, S.; ZOGHI, M.; BLÁZQUEZ, T; DALL'O, G. New Level (s) framework: Assessing the affinity between the main international Green Building Rating Systems and the European scheme. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2021.

GHOUCHANI, M. TAJII, M.; ROSHAN, A. Y.; CHEHR, M. S. Identification and Assessment of Hidden Capacities of Urban Resilience. **Environment, Development and Sustainability**, v. 23, n. 3, 2021, pp. 3966—3993.

GOULART, S. **Sustentabilidade nas edificações e no espaço urbano**. Apostila-Disciplina Desempenho Térmico de Edificações-ECV5161. UFSC. Florianópolis, 2008. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161_Sustentabilidade_apostila_0_0.pdf. Acesso em: 28 ago. 2024.

HARRINGTON, H. J.; HARRINGTON J. S. **Gerenciamento Total da Melhoria Contínua**: a Nova Geração da Melhoria do Desempenho. São Paulo: Makron Books, 1997.

JAMOUSSE, B.; ABU-RIZAIZA, A.; AL-HAJI, A.. Sustainable Building Standards, Codes and Certification Systems: The Status Quo and Future Directions in Saudi Arabia. **Sustainability**, v. 14, n. 16, p. 103-114, 2022.

KAUR, H; GARG, P. Urban sustainability assessment tools: A review. **Journal of cleaner production**, v. 210, p. 146-158, 2019.

KEMERICH, P. D. da C.; RITTER, L. G.; BORBA, W. F. de. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 3718—3722, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/14411>. Acesso em: 10 mar. 2024.

LIBRELOTTO, L. I.; BANDINI, V.; CARDOSO, E.; FERROLI, P. C. M. Ferramentas para Avaliação da Sustentabilidade nas Edificações (FASES): uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL). **Revista Jatobá**, Goiânia, v. 5, 2023.

LIBRELOTTO, L.I. **Modelo para avaliação da sustentabilidade na construção civil nas dimensões econômica, social e ambiental (ESA)**: aplicação no setor de edificações. Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Tese (Doutorado em Engenharia). Florianópolis: UFSC, 2005.

LIBRELOTTO, L.I. et al. Avaliação da Sustentabilidade do Edifício na Escala Urbana: Modelo ESA Edificações. *In*: Anais do ENSUS, 2017. **Anais** [...]. Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/238369/ANAIS%20ENSUS%202017-163-177.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 mar. 2024.

LINSTONE, H. A.; TUROFF, M. **The Delphi method**: techniques and applications. Addison Wesley Newark: New Jersey Institute of Technology, 2022.

LÓPEZ, C. D; *et. al.* A comparative analysis of sustainable building assessment methods. **Sustainable Cities and Society**, v. 49, p. 101-611, 2019.

MAFRA, A. T. **Proposta de Indicadores de Desempenho para a Indústria de Cerâmica Vermelha**. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Florianópolis: PPGEF-UFSC, 1999.

MAUREE, D., NABONI, E., COCCOLO, S., PERERA, A. T. D., NIK, V. M.; SCARTEZZINI, J. L. A review of assessment methods for the urban environment and its energy sustainability to guarantee climate adaptation of future cities. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 112, p. 733-746, 2019.

NAHAS, M. I. P. Metodologia de construção de índices e indicadores sociais como instrumentos balizadores da gestão municipal da qualidade de vida urbana: uma síntese da experiência de Belo Horizonte. *In*: HOGAN, D; *et. al.* (org). **Migração e ambiente nas aglomerações urbanas**. Campinas: Núcleo de Estudos de População/Unicamp, v. 465, p. 487, 2001.

NAHAS, M. I. P.; PEREIRA, M. A. M; ESTEVES, O. A.; GONÇALVES, E. **Metodologia de construção do índice de qualidade de vida urbana dos municípios brasileiros (IQVU-BR)**. ABEEP, p. 1-20, 2006.

NOROUZI, N. The more Sustainable buildings, the more Sustainable societies: An Overview on Building Sustainable Evaluation in the World. **Energy Studies Review**, v. 24, n. 1, 2020.

ONU. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11**: cidades e comunidades Sustentáveis. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>. Acesso em: 10 mar. 2024.

PBE EDIFICA. **PBE — Programa Brasileiro de Etiquetagem**. 2020. Disponível em: <https://www.pbeedifica.com.br/sobre>. Acesso em: 20 ago. 2024.

PONS-VALLADARES, O.; NIKOLIC, J. Sustainable Design, Construction, Refurbishment and Restoration of Architecture: a review. **Sustainability**, Basel, v. 12, n. 22, 2020.

ROLT, M. I. P. **O uso de indicadores para a melhoria da qualidade em pequenas empresas**. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Florianópolis: PPGE-UFSC, 1998. Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br>. Acesso em: jan. 2003.

SAATY, T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, n. 1, p. 9-26, 1990. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I).

SCHETKE, S.; HAASE, D.; KÖTTER, T. Towards Sustainable Settlement Growth: A New Multi-criteria Assessment for Implementing Environmental Targets into Strategic Urban Planning. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 32, n. 1, p. 195-210, 2012.

STAUSKIS, G. Green Architecture Paradigm: from Urban Utopia to Modern Methods of Quality Assessment/Zaliosios Architekturos Paradigma: Nuo Urbanistiines Utopijos Iki Siuolaikiniu Tvarumo Vertinimo Metodikyu. **Science Future of Lithuania**, v. 5, n. 3, p. 181, 2013.

SINK, D. S.; TUTTLE, T. C. **Planejamento e medição para performance**. Rio de Janeiro: Quality Market, 1993.

TRADE & PBM-SIG — Trade Recurses and Data Exchange & Performanced-Based Management Special Interest Group. **How to Measure Performance: A handbook of Techniques and Tools**. U.S. Department of Energy- DOE. October, 1995. Disponível em: <http://www.ora.gov/pbm/documents/documents.html>. Acessado em: jan. 2003.

VIRTUHAB. **Urban Sustainability Assessment Tool/ESA-B**: sobre. 2024. Disponível em: <https://usat.paginas.ufsc.br/>. Acesso em: 10 mar. 2024.