

KBUD-DSS: UM SISTEMA DE APOIO À DECISÃO EM DESENVOLVIMENTO URBANO BASEADO EM CONHECIMENTO PARA GOVERNANÇA DE CIDADES

1. INTRODUÇÃO

Fatores como o crescimento populacional, desigualdades, poluição e mobilidade têm pressionado cada vez mais os gestores públicos a proverem soluções inovadoras e contínuas para os espaços urbanos (FERNANDEZ-ANEZ et.al., 2018). Além de fatores intrínseca e historicamente associados aos espaços urbanos, nas últimas décadas as cidades também têm sido pressionadas por fatores típicos da sociedade do conhecimento, devendo ser atrativas ao trabalho especializado e oferecer infraestrutura que favoreça a formação de ambientes criativos e promotores de inovação (FLORIDA, 2014).

Em consequência, novos modelos e instrumentos de governança têm sido demandados para não apenas estudar analiticamente as cidades, mas para ajudá-las a enfrentar estes desafios contemporâneos, particularmente pelo empoderamento da tomada de decisão relativa ao desenvolvimento urbano (ALLAM; DHUNNY, 2019).

Entre as abordagens contemporâneas está o modelo do *desenvolvimento urbano baseado em conhecimento* (KBUD), que consiste em um *framework* baseado na análise de como o espaço urbano atende as demandas da sociedade do conhecimento em termos institucionais, ambientais, sociais, culturais e econômicos (CABRITA et al., 2013). Embora aplicado em diversos estudos de cidades no mundo, o Framework KBUD ainda não está incorporado ao processo de tomada de decisão municipal.

Por outro lado, os dados que dão base às análises do Framework KBUD estão cada vez mais disponíveis e digitalmente gerados na gestão municipal. Assim, a combinação entre sistemas de informação de apoio à operação municipal com o potencial de suporte à tomada de decisão de modelos conceituais como o KBUD pode contribuir para a atual falta de conhecimento especializado no cotidiano das decisões municipais (HUOVILA et. al., 2019), quer seja por meio de sistemas de informação ou de conhecimento, ambos capazes de contribuir na melhoria da avaliação e gestão de metas urbanas de controle e governança (AHVENNIEMI et. al., 2017).

Neste artigo, apresentamos o sistema denominado KBUD-DSS, concebido, desenvolvido e aplicado com esta finalidade. Na primeira seção, são apresentados o problema e objetivos da pesquisa que levaram ao desenvolvimento do sistema KBUD-DSS. Na terceira seção são apresentados os fundamentos conceituais e metodológicos aplicados no projeto do KBUD-DSS, que é apresentado na quarta seção, seguida do resultado de sua aplicação na cidade de Sabaneta e das conclusões decorrentes do projeto.

2. PROBLEMA E OBJETIVOS DA PESQUISA

O Sistema KBUD-DSS é resultado de um projeto de investigação de natureza tecnológica, estruturado com plano, metas e métodos de pesquisa, conforme a figura 1.

Figura 1 – Estrutura da Pesquisa que levou ao Sistema KBUD-DSS



Fonte: elaborada pelos autores

O plano de pesquisa diz respeito ao posicionamento e estratégias da pesquisa. Como indicado na figura 1, o Sistema KBUD-DSS foi elaborado a partir de uma visão visões funcionalista e tecnológica, o que indicou a necessidade de combinar as revisões de literatura sistemática e narrativa, para identificar os fundamentos de pesquisa nos temas de cidades, governança e tomada de decisão municipais, gestão baseada em indicadores, planos municipais e modelos de análise de cidades.

O projeto do KBUD-DSS teve como pergunta de pesquisa a seguinte questão: “*Como apoiar a tomada de decisão na governança de cidades baseando-se na visão proposta pelo Modelo KBUD?*”. Como indicado na figura 1, para responder a esta questão, o trabalho teve como objetivo geral levar o Framework KBUD à condição de ser um instrumento incorporado ao processo de tomada de decisão de gestores municipais. Para tal, a pesquisa identificou como objetivos específicos a caracterização do processo de tomada de decisão municipal, a análise do Framework KBUD, a concepção e desenvolvimento do sistema e, por fim, sua aplicação e análise de resultados quanto ao cumprimento dos objetivos da pesquisa.

Finalmente, conforme ilustrado na figura 1, os métodos aplicados na pesquisa para estabelecer a estratégia tecnológica, a metodologia de modelagem e desenvolvimento do sistema foram, respectivamente, o *Design Science Research* (DSR), o CommonKADS e o Sistema de Apoio à Decisão.

3. FUNDAMENTOS

O projeto de concepção, desenvolvimento e aplicação do sistema KBUD-DSS teve sua base teórica elaborada a partir do estudo de conceitos-referência (governança de cidades, indicadores na gestão de cidades como apoio à tomada de decisão), do Framework KBUD de análise de cidades e das metodologias de desenvolvimento de pesquisa tecnológica (i.e., DSR), de modelagem de sistema de conhecimento (CommonKADS) e, por fim, de plano e desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão, conforme descrito nas seções a seguir.

3.1. Governança de Cidades

Cidades são sistemas complexos, que se transformaram em ambientes competitivos e globalizados. A gestão municipal tem incorporado conceitos urbanos emergentes e visões associadas à inovação, ao sucesso e à prosperidade (NEIROTTI et. al. 2014; HATUKA, 2018). A governança municipal é fator que visa promover o gerenciamento do conjunto das interações complexas presentes no sistema de uma cidade (McCANN, 2017; CASTELNOVO et. al., 2016).

Castelnovo et. al. (2016) propõem uma estrutura de governança para cidades que visa atender, principalmente, as necessidades das pessoas e a participação. Os serviços públicos são moldados pelo município e, em seguida, os cidadãos são engajados por iniciativas *on-line* e *off-line* que reúnem seus pontos de vista, críticas e sugestões para melhorar os serviços.

Nesse modelo, a estrutura da governança inicia pela identificação das necessidades das pessoas e, posteriormente, inclui as configurações institucionais, os processos de tomada de decisão e, por fim, os recursos humanos, financeiros e tecnológicos para prover os serviços. Posteriormente os resultados e impactos são avaliados, servindo como informação de feedback ao sistema. O processo de tomada de decisão retroalimenta a adoção e a execução dos serviços. Assim, há aprendizado e conhecimento gerados e compartilhados neste ciclo, possibilitando melhorias na gestão pública.

Segundo Paulin (2016) é impossível imaginar a governança sem a tomada de decisão colaborativa que se refere a qualquer tipo de decisão tomada por órgãos coletivos, como conselho de administração ou qualquer outro comitê.

3.2. Tomada de Decisão Baseada em Indicadores

A tomada de decisão envolve mais do que uma estratégia de raciocínio, geralmente combinando as abordagens intuitiva e analítica em uma mesma decisão (OKOLI; WATT, 2018 p. 1123). Tomar decisões complexas envolve processos de análise e intuição, combinando atividades conscientes e subconscientes, respectivamente (SINCLAIR; ASHKANASY, 2005; GORE; CONWAY, 2016).

Dado que a intuição depende exclusivamente do indivíduo, é na parte analítica da tomada de decisão que dados, informações e conhecimento são insumos à efetividade. Quando dados são tratados e interpretados como indicadores, tornam-se úteis como descritores de fenômenos

complexos, na forma de números e, assim, informações facilmente compreensíveis (HUOVILA et. al., 2019).

O uso dos indicadores na gestão das cidades passa a desempenhar o papel de fornecer suporte para a tomada de decisão de forma analítica, para definir metas mensuráveis e monitorar o progresso. De acordo com Huovila et. al. (2019) indicadores de cidades são usados para estabelecer linguagem comum e transparência na governança, comunicar os benefícios dos investimentos, gerenciar as operações, avaliar o desempenho em diferentes áreas, bem como suporte na tomada de decisões.

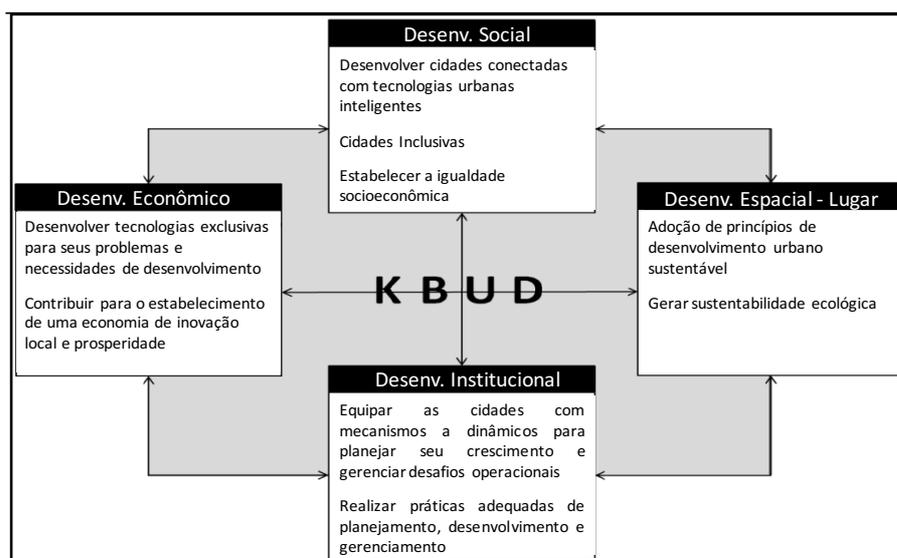
Segundo Stratigea et.al. (2017), a seleção do conjunto mais adequado de indicadores pode provocar confusão e demandar esforço de planejadores e tomadores de decisão para monitorar os projetos de sustentabilidade urbana. A escolha do quadro de indicadores mais adequado é crucial, no entanto é uma tarefa difícil pois requer conhecimento especializado (HUOVILA, et. al., 2019; YIGITCANLAR, et. al., 2019).

Com base nesse cenário, foi desenvolvido o *Framework KBUD*, que oferta para a gestão e análise das cidades, estratégias de planejamento e desenvolvimento urbano direcionadas para o melhor uso do conhecimento.

3.3. Framework KBUD

O Framework KBUD tem a intenção de apoiar o desenvolvimento colaborativo, a sustentabilidade e a boa governança das cidades por meio das análises das suas dimensões e indicadores (YIGITCANLAR, 2011), representadas na Figura 2, a seguir.

Figura 2 - Dimensões do Framework KBUD.



Fonte: Adaptado de Yigitcanlar & Lonnqvist (2013).

Com base nas análises em cada dimensão do *Framework KBUD*, pode-se visualizar uma cidade de modo a encorajar a geração, o compartilhamento e o uso do conhecimento em um

ambiente economicamente seguro, socialmente justo e ambientalmente sustentável (YIGITCANLAR, 2011).

3.2.1 Indicadores no Framework KBUD

Para realizar suas análises, o Framework KBUD está baseado em indicadores, classificados em quatro dimensões: econômica; social, ambiente e institucional. Cada dimensão divide-se em duas macro áreas, cada uma dessas com indicadores específicos (

Quadro 1).

Quadro 1 – Indicadores KBUD.

ECONÔMICA		SOCIAL		AMBIENTE		INSTITUCIONAL	
MACROECONOMIA	ECONOMIA DO CONHECIMENTO	CAPITAL SOCIAL E HUMANO	DIVERSIDADE E INDEPENDÊNCIA	QUALIDADE DE VIDA E LUGAR	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	PLANEJAMENTO E LIDERANÇA	SUPORTE E PLANEJAMENTO
<ul style="list-style-type: none"> • Produto interno bruto • Grandes empresas • Investimento estrangeiro • Desemprego a longo prazo 	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento em P&D • Patentes • Trabalhadores do conhecimento • Negócios intensivos em conhecimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Investimentos em educação • Bases de profissionais capacitados • Prestígio universitário • Cobertura de rede banda larga 	<ul style="list-style-type: none"> • Diversidade cultural • Imigração • Dependência socioeconômica • Igualdade de salários 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade de vida • Segurança pessoal • Custo de vida • Acesso a moradia 	<ul style="list-style-type: none"> • Densidade urbana • Disponibilidade de transporte sustentável • Emissão de gás e eco casas • Ações para conter mudanças climáticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento estratégico • Marketing e marca da cidade • Liderança política e estabilidade • Organizações comunitárias 	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivos e financiamentos do governo • Reconhecimento e apoio à inovação • Parcerias da tríplice hélice • Conexão com redes globais

Fonte: adaptado de Yigitcanlar (2014).

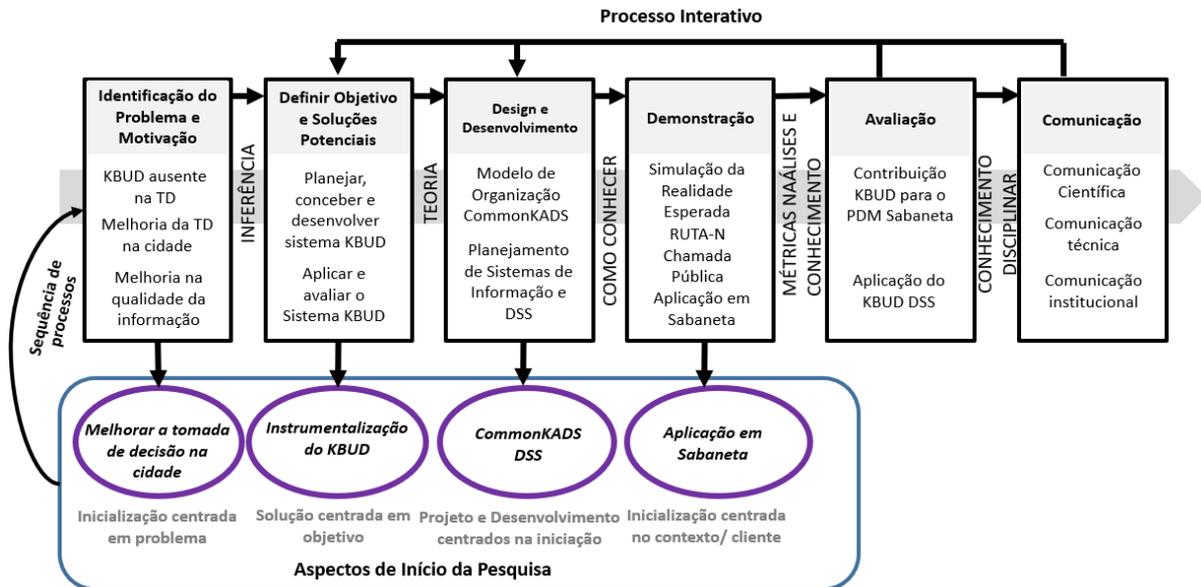
Os indicadores no

Quadro 1 são referências gerais para que cada dimensão de análise da cidade no Framework KBUD possa ser mensurada de forma quantitativa. Os autores do modelo, contudo, recomendam sua adaptação de acordo com as características da cidade, plano diretor municipal e contexto da análise KBUD a ser realizada (YIGITCANLAR et.al. 2018).

3.4. Design Science Research (DSR)

O plano de pesquisa do projeto de concepção e desenvolvimento do KBUD-DSS foi estruturado com base na metodologia Design Science Research (DSR), método concebido e aplicado em projetos voltados ao desenvolvimento de artefatos tecnológicos (HEVNER; CHATTERJEE, 2010). A metodologia DSR é estruturada segundo uma sequência de atividades, que incluem a identificação, delimitação, motivação, planejamento, desenvolvimento, avaliação e comunicação (PEFFERS et.al., 2007). Na Figura 3 estão apresentadas as atividades DSR, conforme sua sequência de aplicação no projeto KBUD-DSS.

Figura 3 – Aplicação do Design Science Research no projeto KBUD-DSS



Fonte: adaptado de Carneiro (2020).

Como ilustrado na Figura 3, DSR possui um conjunto de atividades interativas e que pressupõem atuação de equipe multidisciplinar, desde a identificação do problema de pesquisa até a comunicação final dos resultados. No projeto do sistema KBUD-DSS, foi adotada a estratégia de DSR proposta por Iivari (2015) que é adequada em situações onde o objetivo é entregar um “artefato meta”, que, no caso do KBUD-DSS significa sua busca por aplicabilidade em qualquer cidade-alvo. Nessa estratégia, o artefato também é um protótipo (ou piloto) e não um produto comercial final (CARNEIRO, 2020).

O ponto de partida na aplicação do DSR está na identificação do problema e motivação do projeto. Seguindo uma estratégia orientada à resolução de problemas, nesta fase, o projetista deve especificar o problema de pesquisa e justificar seu potencial em gerar uma solução valiosa (PEFFERS et. al., 2007). No caso do projeto KBUD-DSS, como indicado na Figura 3, o problema original foi a falta de um sistema de informação que apoie a tomada de decisão baseada em KBUD, enquanto a motivação foi a oportunidade de melhorar a qualidade tanto na informação como na tomada de decisão municipal.

Na segunda etapa do DSR, se definem os objetivos e soluções com base no problema e no quanto se conhece sobre o quanto é viável fazer a respeito (PEFFERS et. al., 2007). No projeto KBUD-DSS, como ilustrado na Figura 3, os objetivos foram definidos após revisão híbrida (i.e. sistemática e narrativa) de literatura, com metas de planejar, conceber, desenvolver, aplicar e avaliar um sistema KBUD para a tomada de decisão municipal.

A terceira fase do DSR refere-se ao projeto da solução e ao seu respectivo desenvolvimento, ou criação do artefato. Isso inclui determinar as funcionalidades esperadas para o futuro artefato, bem como suas arquiteturas conceituais e tecnológicas e seus parâmetros

de desenvolvimento (PEFFERS et. al., 2007). Como indicado na Figura 3, no projeto do KBUD-DSS a estratégia teve base na metodologia CommonKADS, que permitiu modelar o contexto e identificar o tipo de sistema de informação que melhor corresponde à instrumentalização do Framework KBUD esperada. Como indicado na seção sobre a Metodologia CommonKADS, o resultado desta etapa foi a sugestão para o desenvolvimento de um sistema de informação do tipo de apoio à decisão.

Na quarta fase do DSR se busca demonstrar que a solução desenvolvida na etapa anterior resolve o problema original em uma ou mais instância (PEFFERS et. al., 2007). No projeto KBUD-DSS a demonstração ocorreu, primeiro por demonstração do protótipo a diferentes tomadores de decisão municipal no Brasil. Posteriormente, o sistema foi levado à empresa startup HEURISTICS e, após vencer chamada pública em programa de fomento a soluções inovadoras da Ruta N, aplicado na cidade de Sabaneta, na região metropolitana de Medellín, na Colômbia.

Na quinta atividade do método DSR, devem ser analisados e comparados a performance do artefato com os objetivos originais, considerando os resultados observados na prática. A avaliação se dá por método condizente com a natureza do artefato em teste (PEFFERS et. al., 2007). No caso do projeto do Sistema KBUD-DSS, a avaliação se deu pela estratégia de “simulação de realidade esperada”. Foram compatibilizados os indicadores do plano de desenvolvimento municipal da cidade de Sabaneta com os indicadores KBUD e apresentados resultados reais em interface de sistema para os tomadores de decisão.

Finalmente, a sexta etapa do DSR consiste na comunicação dos resultados do projeto de pesquisa e em sua importância. Atributos relativos à utilidade, novidade, eficiência, efetividade devem ser avaliados e comunicados aos pesquisadores, potenciais beneficiários ou interessados. Também é recomendada a publicação de resultados empíricos da pesquisa em artigos e veículos técnico-científicos. Nesse sentido, o projeto KBUD-DSS está descrito em tese de doutorado (CARNEIRO, 2020), em portfólio da empresa HEURISTICS e em programa de capacitação de gestores municipais. Outra ação de comunicação realizada foi o registro multi-institucional da propriedade intelectual do Sistema KBUD-DSS.

Na Figura 3 também são ilustrados os fatos de que a aplicação do DSR não se deu na forma de sequência linear de atividades, mas sim como um processo iterativo de aprendizagem, incluindo os estágios distintos de seu desenvolvimento científico em tese de doutorado e tecnológico junto à empresa HEURISTICS, em Sabaneta.

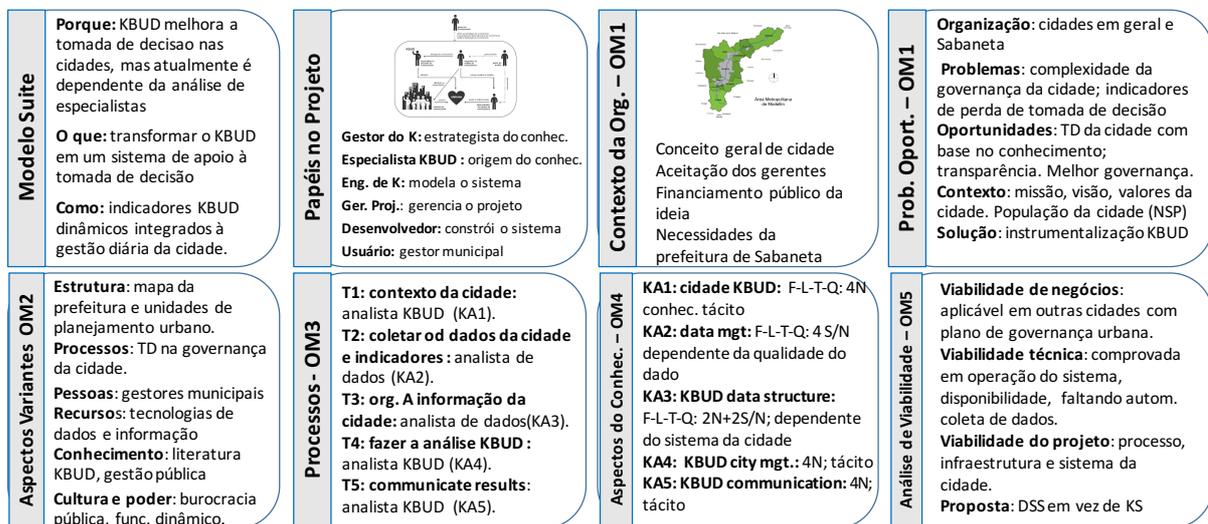
3.5. CommonKADS

A Metodologia CommonKADS foi desenvolvida como resultado de projeto europeu multidisciplinar para criação de métodos de modelagem e planejamento de projeto de sistemas de conhecimento (SCHREIBER et.al., 2000). CommonKADS parte do princípio de que esses sistemas são agentes sociotécnicos, que interagem com outros agentes humanos e não humanos no contexto de tarefas intensivas em conhecimento. Para tal, a Metodologia CommonKADS propõe três etapas de modelagem – Contexto, Conceito e Artefato, em que o engenheiro do conhecimento define, no primeiro nível, o contexto, as tarefas e os agentes, no segundo, o conhecimento e a comunicação e, no terceiro, o projeto do sistema de conhecimento.

Para o projeto KBUD-DSS, CommonKADS foi aplicada devido à hipótese de que a instrumentalização do Framework KBUD e sua consequente incorporação no processo de tomada de decisão municipal se daria pela explicitação do conhecimento do especialista em KBUD. Caso confirmada esta hipótese, o projeto do Sistema KBUD-DSS concluiria os cinco modelos CommonKADS e entregaria à equipe de desenvolvimento um projeto de sistema baseado em conhecimento. Caso contrário, seu resultado seria ou um indicativo de impossibilidade da instrumentalização (ex. inviabilidade econômica, baixo retorno ao investimento, inadequação ao contexto organizacional na gestão municipal).

Na metodologia CommonKADS, estes elementos são verificados no primeiro de seus seis modelos, denominado “Modelo da Organização”. Os resultados da modelagem organizacional no projeto KBUD-DSS estão resumidos na figura 4.

Figura 4 – Modelo da Organização CommonKADS do projeto KBUD-DSS.



F-L-T-Q: Ativo de conhecimento correto Forma, Lugar, Tempo e Qualidade; 4N: quatro “Não”; 2N: dos “Não”; 4S/N: quatro “Sim ou Não”; 2S/N: dois “Sim ou Não”

Fonte: elaborado pelos autores

Cada bloco da figura 4 representa um passo de modelagem no modelo organizacional do projeto KBUD-DSS. No chamado *Modelo Suite*, identifica-se a oportunidade e a potencial solução para o problema da organização. Os resultados confirmaram os elementos definidos na etapa DSR de identificação do problema de pesquisa e motivação do projeto KBUD-DSS.

No segundo bloco da figura 4 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** estão identificados os seis perfis dos atores de conhecimento do projeto, incluindo o especialista de domínio, os agentes de conhecimento (gestor, engenheiro e usuário) e de projeto (desenvolvedor e gestor). No projeto do Sistema KBUD-DSS esta equipe foi liderada pela pesquisadora (CARNEIRO, 2020) e incluiu tanto especialista humano como fontes documentadas sobre o KBUD. A equipe de projeto foi viabilizada por recursos obtidos em chamada pública (Ruta-N) na Colômbia.

Estes fatores de viabilização da equipe e de contexto específico de desenvolvimento e aplicação do projeto KBUD-DSS estão identificados no terceiro bloco da figura 4, em que o projeto definiu a primeira parte de sua primeira matriz de fatores do Modelo de Organização

do CommonKADS (i.e., OM-1). A segunda parte está ilustrada no quarto bloco da figura 4 em que se identifica e caracteriza a organização, a oportunidade (problema) e o contexto esperado para o sistema de conhecimento. No caso do projeto do KBUD-DSS, itens detalhados a partir do problema da ausência de indicadores KBUD na tomada de decisão municipal e nos benefícios esperados de um sistema de conhecimento para tal.

Para que possa chegar à identificação de um ou mais sistemas candidatos a contribuir com as oportunidades identificadas, o engenheiro do conhecimento aplica a série de etapas de modelagem representada nos quatro blocos na parte inferior da figura 4. Primeiro, identificam-se os chamados aspectos variantes por meio da planilha OM-2, em que se explicitam elementos do contexto organizacional que definem a estrutura, os processos, o perfil das pessoas, dos recursos, do conhecimento e os fatores de cultura e poder que afetam a solução. No caso do projeto KBUD-DSS, trataram-se dos elementos tanto específicos da prefeitura de Sabaneta, como dos fatores potencialmente presentes em diferentes contextos da gestão municipal.

No passo seguinte da modelagem CommonKADS da organização, consideram-se de forma mais específica os elementos de processo e tarefas identificados na matriz OM-2, para formar uma nova matriz de atividades-alvo do potencial sistema. No caso do projeto do KBUD-DSS, como indicado na figura 4, foram identificadas cinco tarefas principais: contextualização da cidade-alvo, coleta dos dados da cidade e cálculo dos indicadores, organização das informações sobre a cidade-alvo, análise KBUD e comunicação dos resultados.

Conforme ilustrado na figura 4, no penúltimo passo da modelagem organizacional o engenheiro do conhecimento detalha os ativos de conhecimento identificados na etapa anterior e forma a quarta matriz do modelo de organização. No caso do projeto KBUD-DSS, a OM-4 detalhou cinco ativos de conhecimento, relativos ao KBUD da cidade, gestão de seus dados, estruturação de seus dados, análise KBUD e comunicação dos resultados da análise KBUD.

Finalmente, considerando-se os resultados de toda a sequência de matrizes obtida, o engenheiro do conhecimento realiza a análise de viabilidade do projeto do(s) sistema de conhecimento identificado(s). Sua análise é registrada na quinta matriz do Modelo de Organização CommonKADS, denominada matriz de análise de viabilidade (OM-5). Conforme ilustrado na figura 4, no caso do projeto KBUD-DSS, o modelo de negócio foi considerado viável, pois é replicável em outras cidades. A viabilidade técnica apresenta o desafio quanto à automação na coleta de dados (especialmente para soluções generalizadas a todas as cidades). Também se constatou a viabilidade de projeto diante da infraestrutura de sistemas disponível em Sabaneta e do fomento recebido. Contudo, em relação ao tipo de solução recomendada, diante da natureza do conhecimento do especialista de domínio ser essencialmente tácito e embasado na experiência de análises em múltiplas cidades, verificou-se que o sistema de melhor relação custo-benefício não é baseado em conhecimento, mas sim de apoio à decisão e baseado em indicadores.

4. SISTEMA KBUD-DSS

4.1. Planejamento do Sistema

Após a conclusão da modelagem organizacional da Metodologia CommonKADS, com a caracterização de que a instrumentalização mais adequada à inserção do Modelo KBUD dá-se

pela adoção de um sistema de apoio à decisão (SAD) baseado em indicadores, passou-se à etapa de planejamento e desenvolvimento do mesmo, com base em referenciais da engenharia de sistemas de informação (AMARAL; VARAJÃO, 2000). O primeiro passo consistiu em definir o plano de projeto, a partir das definições apresentadas na figura 5.

Figura 5 – Referenciais de Planejamento do Sistema KBUD-DSS.

Missão do Sistema	Público-alvo	Indicadores	Recursos e Infraestrutura	Arquitetura de Dados
<ul style="list-style-type: none"> • Ser um SAD incluso na gestão e governança municipais para oferecer, em tempo real, indicadores baseados nas diretrizes do Framework KBUD e calculados a partir tanto de dados gerados no município, de forma comparável a padrões internacionais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interno: tomadores de decisão nos três níveis hierárquicos da gestão municipal • Externo: cidadãos interessados em acompanhar a evolução de sua cidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Efetividade do sistema: nível de utilização, avaliação de performance, avaliação de performance, divulgação e impacto • Recursos do sistema: indicadores KBUD 	<p>Arquitetura tecnológica: SGBD, arquitetura cliente-servidor, acesso web seguro e responsivo em escala, com extensibilidade de uso por múltiplas cidades</p> <p>Modo de utilização: Modelo SaaS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Da cidade usuária: fontes dos dados providas pela administração municipal, de acordo com o indicador a ser coletado • Do repositório único: base e modelo centralizado e comum a qualquer cidade usuária

Fonte: elaborado pelos autores

O plano de projeto do Sistema KBUD-DSS iniciou pela definição da missão do sistema, com base no problema previamente delineado, conforme a etapa de problematização e motivação do DSR. Contudo, como se pode verificar na figura 5, a meta geral foi agora detalhada em termos de recursos a serem ofertados pelo sistema (i.e., oferecer indicadores de apoio à governança municipal, de forma comparável internacionalmente e com base em dados gerados pelo próprio município). O planejamento também explicitou o público-alvo do sistema, tanto interno à prefeitura (i.e., tomadores de decisão operacionais, gerenciais ou estratégicos) e externo (i.e, sociedade). Ainda na abrangência dos recursos, o planejamento definiu a demanda por geração de indicadores tanto do próprio KBUD como de performance e efetividade (também previstos na fase de avaliação do método DSR).

Nos dois últimos quadros da figura 5 estão definições de elementos técnicos do projeto do Sistema KBUD-DSS, incluindo a expectativa de uma arquitetura tecnológica que possa ser utilizada por meio de serviços online (i.e., modelo SaaS), com modelo de banco de dados e serviços centralizado e expansível. Para tal, o projeto previu uma arquitetura de dados com múltiplas fontes e capacidades técnicas de tratamento de diferentes formatos, incluindo bases geradas pela prefeitura e dados capturados de fontes externas.

4.2. Projeto e Desenvolvimento do Sistema

Os requisitos de planejamento foram levados à fase de projeto e produziram os elementos técnicos encaminhados à equipe de desenvolvimento, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Descritivo de projeto e respectivos resultados esperados no desenvolvimento

Local: Florianópolis-BR (Concepção) e Medellín-COL (Codificação, Análise e PoC)	Equipe de desenvolvimento: Analista, Desenvolvedor de código e Analista DBA
Denominação: Sistema KBUD	Tecnologias de desenvolvimento: Linguagem Java, estrutura cliente-servidor, SGBD MySQL.
Missão do sistema: coletar os dados municipais e apresentar painéis de indicadores nas dimensões KBUD.	Registro de propriedade intelectual: UFSC – HEURISTICS BR512020000885-2
Principais funcionalidades: gestão dos dados municipais, visualização dos dados segundo dimensões KBUD, relatórios de uso, PDM, múltiplos perfis de usuários.	

Fonte: elaborado pelos autores

Como e pode verificar no Quadro 2, o projeto de desenvolvimento do Sistema KBUD-DSS teve uma fase inicial de concepção e prova de conceito realizado junto a agentes municipais de Florianópolis, no Brasil e de implementação em Medellín, na Colômbia. Sua equipe técnica inclui especialistas em arquitetura de dados, linguagem JAVA, com propriedade intelectual multi-institucional (i.e., com coparticipação da Universidade Federal de Santa Catarina e da empresa startup HEURISTICS).

4.3. Aplicação em Sabaneta

O projeto de desenvolvimento do Sistema KBUD-DSS foi apresentado pela empresa HEURISTICS em edital público voltado à aceleração de novos negócios, promovido pela *Ruta-N* (organização público-privada e centro de inovações da cidade de Medellín, na Colômbia). A proposta do Sistema KBUD-DSS foi aprovada para receber aporte financeiro e mentoria em soluções inovadoras. Como cidade-alvo de aplicação, após estudos de viabilidade do desenvolvimento e implementação, o Sistema KBUD-DSS foi aplicado na cidade de Sabaneta, na região metropolitana de Medellín.

O primeiro passo foi identificar o nível de alinhamento entre o Sistema KBUD-DSS e a estratégia de gestão e transparência constante no planejamento da cidade de Sabaneta. Para tal, foi realizado um estudo comparativo entre os programas e as metas do Plano de Desenvolvimento de Sabaneta 2016-2019 e o *Framework* KBUD, conforme o Quadro 3 a seguir.

Quadro 3 - Indicadores do KBUD x indicadores do PDM Sabaneta (2016-2019).

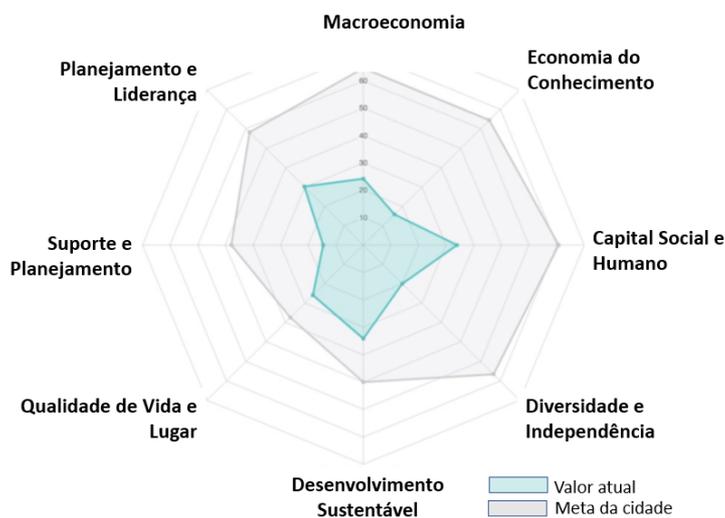
Dimensão KBUD	Macro indicador KBUD	Correspondente no PDM de Sabaneta
ECONÔMICA	Produto Interno Bruto	Indicador geral
	Principais empresas internacionais	Programa: empreendimento para todos
	Investimento estrangeiro direto	Indicador geral - (não disponível para Sabaneta)
	Competitividade Urbana	Programa: desenvolvimento agrícola para todos Programa: competitividade e desenvolvimento para todos. Programa: turismo para todos
	Economia da inovação	Indicador geral (não disponível para Sabaneta)
	Pesquisa e desenvolvimento	Programa: ciência, tecnologia e inovação para todos
	Pedidos de patente	Indicador geral
	Pool de trabalhadores do conhecimento	Programa educação para todos: Docentes e dirigentes capacitados em suas áreas do conhecimento
SOCIAL	Investimento em educação	Programa: educação para todos; Programa: saúde para todos; Programa: nutrição para todos; Programa: esportes e recreação para todos; Programa: cultura para todos
	Base de habilidades profissionais	Indicador geral
	Reputação da Universidade	Indicador geral
	Acesso de banda larga	Espaços públicos provisionados e mantidos para acesso à Internet durante o período de quatro anos
	Diversidade cultural	Indicador geral
	Tolerância social	Programa: convivência para todos
	Dependência socioeconômica	Indicador geral
	Nível de desemprego	Programa: emprego para todos
AMBIENTE	Formação de eco-cidade	Indicador geral
	Uso de transporte sustentável	Indicador geral
	Impacto ambiental	Programa: habitação dignificada para todos
	Forma urbana e densidade	Programa: justiça e segurança para todos
	Qualidade de vida	Programa: serviços públicos para todos Programa: desenvolvimento urbano para todos
	Custo de vida	Programa: transporte e mobilidade para todos
	Habitação acessibilidade	Programa: ambiental
	Segurança pessoal	Programa: espaço público e equipamentos para todos
INSTITUCIONAL	Eficácia do governo	Programa: fortalecimento institucional e governança para todos
	Governança eletrônica	Programa: fortalecimento institucional e governabilidade para todos
	Planejamento estratégico	Programa: paz e pós-acordos
	Branding da cidade	Programa: fortalecimento institucional e governança para todos
	Liderança efetiva	Campanhas para fortalecer a cultura do autocontrole nos processos de auditoria
	Parceria estratégica e networking	Programa: participação do cidadão de todos Programa: patrimônio para todos os grupos populacionais
	Engajamento da comunidade	Mesa redonda para a articulação de prestadores de serviços públicos criada
	Coesão social e igualdade	Indicador geral

Fonte: adaptado de Carneiro, 2020.

Conforme se pode verificar no Quadro 3, a aplicação do Sistema KBUD-DSS em Sabaneta ocorreu após concluída a análise de correspondência entre os indicadores propostos pelo Modelo KBUD e os fatores e indicadores correspondentes, conforme previsto no plano de desenvolvimento municipal da cidade.

O passo seguinte consistiu em capturar, transportar, tratar e registrar os dados municipais de Sabaneta, para subsidiar o cálculo dos indicadores, conforme as dimensões de análise KBUD. Na figura 6, estão representados os resultados atuais e respectivos comparativos com os valores-meta da cidade, obtidos em uma das sessões de uso do Sistema KBUD-DSS.

Figura 6 – Resultados da cidade de Sabaneta no Sistema KBUD-DSS.



Fonte: Adaptado de Carneiro, 2020.

Como se pode verificar na figura 6, o Sistema KBUD-DSS tornou acessível para os tomadores de decisão municipal, de forma contínua, atualizável e comparável a outras cidades, os resultados parciais de Sabaneta para metas, nas diferentes dimensões e fatores de seu plano municipal de desenvolvimento.

5. CONCLUSÕES

Os desafios contemporâneos da gestão urbana aliam a complexidade crescente de dimensões históricas da gestão urbana, como mobilidade, saneamento, energia e desenvolvimento sustentável, com demandas específicas da sociedade do conhecimento para que as cidades sejam ambientes socioeconômicos atrativos à economia criativa e inovadora. Embora modelos contemporâneos de análise da gestão urbana ofereçam instrumentos para o estudo e comparação de cidades, sua inserção como instrumento disponível e aplicável à tomada de decisão pelos gestores públicos continua sendo um desafio.

Neste trabalho apresentamos um sistema de apoio à decisão, que incorporou o Framework KBUD como uma ferramenta para gestores municipais. Derivado de uma pesquisa tecnológica, com bases científicas nos campos da gestão e governança de cidades e desenvolvimento urbano baseado em conhecimento, o Sistema KBUD-DSS foi viabilizado como portfólio de startup, em programa de fomento à inovação e aplicado na cidade de Sabaneta, na região de Medellín, na Colômbia.

A aplicação integrada ao plano municipal permitiu a melhor apropriação do KBUD por administradores públicos, que passaram a se beneficiar da visão sistêmica, multidimensional e comparativa ofertada pelo Modelo KBUD. Enquanto demonstrativo de viabilidade, a aplicação em Sabaneta e a avaliação de resultados confirmaram os parâmetros esperados na etapa de projeto, tanto do ponto de vista de eficácia na gestão municipal, como de negócios, por seu potencial de generalização e aplicação em outras cidades.

O projeto do Sistema KBUD-DSS também apontou limitações e delimitações que demandam novos desenvolvimentos, tanto científicos como tecnológicos e de inovação. No plano conceitual, sob uma ótica evolutiva, permanece possível o acréscimo de sistemas de conhecimento, especialmente quanto à obtenção e tratamento de dados, análise crítica automatizada dos indicadores KBUD e mesmo produção de sínteses textuais de seus resultados. Já em uma visão mais disruptiva, a arquitetura do sistema permite prever o desenvolvimento de soluções alternativas, a partir da adoção de outros modelos de análise urbana baseada em indicadores.

Também nos planos tecnológico e de inovação o projeto permanece potencial beneficiário de uma variedade de evoluções, incluindo ampliação de sua arquitetura conceitual e/ou tecnológica com sistemas de gestão automatizada de dados, múltiplas interfaces e sistemas de análise e integração multi-lateral com outros sistemas e serviços de dados voltados a cidades. Já no âmbito do produto, o protótipo criado também permite diferentes estratégias de evolução de serviços (ex. produção automatizada de simulação de cenários) ou de alcance (ex. uso compartilhado com organizações sociais e cidadãos em geral).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHVENNIEMI, Hannele et. al. What are the differences between sustainable and smart cities?. **Cities**, v. 60, p. 234-245, 2017.

ALLAM, Zaheer; DHUNNY, Zaynah A. On big data, artificial intelligence and smart cities. **Cities**, v. 89, p. 80-91, 2019.

AMARAL, L.; VARAJÃO, J. Planeamento de Sistemas de Informação, FCA-Editora de Informática. **Lda, Lisboa**, p. 228, 2007.

CABRITA, Maria do Rosário de Meireles et. al. Managing creative industries in the context of knowledge-based urban development. **International Journal of Knowledge-Based Development**, v. 4, n. 4, p. 318-337, 2013.

CARNEIRO, M. R. Instrumentalização do framework do desenvolvimento urbano baseado em conhecimento (KBUD) para suporte à tomada de decisão na governança das cidades. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 189. 2020.

CASTELNOVO, Walter; MISURACA, Gianluca; SAVOLDELLI, Alberto. Smart cities governance: The need for a holistic approach to assessing urban participatory policy making. **Social Science Computer Review**, v. 34, n. 6, p. 724-739, 2016.

DUARTE, Fábio; SABATE, Joaquin. 22@ Barcelona: creative economy and industrial heritage—a critical perspective. **Theoretical and Empirical Researches in Urban Management**, v. 8, n. 2, p. 5-21, 2013.

FERNANDEZ-ANEZ, Victoria; FERNÁNDEZ-GÜELL, José Miguel; GIFFINGER, Rudolf. Smart City implementation and discourses: An integrated conceptual model. The case of Vienna. **Cities**, v. 78, p. 4-16, 2018.

FLORIDA, Richard. **The rise of the creative class--revisited: Revised and expanded**. Basic Books (AZ), 2014.

GORE, Julie; CONWAY, Gareth E. Modeling and aiding intuition in organizational decision making: a call for bridging academia and practice. **Journal of Applied Research in Memory and Cognition**, v. 5, n. 3, p. 331-334, 2016.

HATUKA, Tali et. al. The political premises of contemporary urban concepts: The global city, the sustainable city, the resilient city, the creative city, and the smart city. **Planning Theory & Practice**, v. 19, n. 2, p. 160-179, 2018.

HEVNER, Alan; CHATTERJEE, Samir. Design science research in information systems. In: **Design research in information systems**. Springer, Boston, MA, 2010. p. 9-22.

HUOVILA, Aapo; BOSCH, Peter; AIRAKSINEN, Miimu. Comparative analysis of standardized indicators for Smart sustainable cities: What indicators and standards to use and when? **Cities**, v. 89, p. 141-153, 2019.

IIVARI, Juhani. Distinguishing and contrasting two strategies for design science research. **European Journal of Information Systems**, v. 24, n. 1, p. 107-115, 2015.

McCANN, Eugene. Governing urbanism: Urban governance studies 1.0, 2.0 and beyond. **Urban Studies**, v. 54, n. 2, p. 312-326, 2017.

NEIROTTI, Paolo et. al. Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. **Cities**, v. 38, p. 25-36, 2014.

OKOLI, Justin; WATT, John. Crisis decision-making: the overlap between intuitive and analytical strategies. **Management Decision**, 2018.

PAULIN, Alois. Informing smart cities governance? Let us first understand the atoms!. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 7, n. 2, p. 329-343, 2016.

PEFFERS, Ken et. al. A design science research methodology for information systems research. **Journal of management information systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

SCHREIBER, A. et. al. **Knowledge engineering and management: the CommonKADS methodology**. MIT press, 2000.

SINCLAIR, Marta; ASHKANASY, Neal M. Intuition: myth or a decision-making tool?. **Management learning**, v. 36, n. 3, p. 353-370, 2005.

STRATIGEA, Anastasia; LEKA, Akrivi; PANAGIOTOPOULOU, Maria. In search of indicators for assessing smart and sustainable cities and communities' performance. In: **Smart Cities and Smart Spaces: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications**. IGI Global, 2019. p. 265-295.

YIGITCANLAR, Tan. Knowledge-based urban development processes of an emerging knowledge city: Brisbane, Australia. **ITU Journal of the Faculty of Architecture**, v. 8, n. 1, p. 53-67, 2011.

YIGITCANLAR, Tan; LÖNNQVIST, Antti. Benchmarking knowledge-based urban development performance: Results from the international comparison of Helsinki. *Cities*, v. 31, p. 357-369, 2013.

YIGITCANLAR, Tan et. al. Understanding ‘smart cities’: Intertwining development drivers with desired outcomes in a multidimensional framework. *Cities*, v. 81, p. 145-160, 2018.

YIGITCANLAR, Tan et. al. Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature. *Sustainable cities and society*, v. 45, p. 348-365, 2019.

AGRADECIMENTOS

Os autores registram os agradecimentos aos pesquisadores Eduardo Costa e Tan Yigitcanlar por suas contribuições e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo apoio ao trabalho (código de financiamento 001).