



Universidade de Brasília

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas
Públicas
Departamento de Administração

ADRIANA MISSON E SILVA

**CIDADES INTELIGENTES: Proposição de um Modelo de
Análise Multicritérios para verificar o Desempenho de
Cidades Brasileiras**

Brasília – DF

2017

ADRIANA MISSON E SILVA

**CIDADES INTELIGENTES: Proposição de um Modelo de Análise Multicritérios
para verificar o Desempenho de Cidades Brasileiras**

Monografia apresentada ao Departamento de Administração como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Administração pela Universidade de Brasília (UnB).

Professor Orientador: Dr. Ivan Ricardo Gartner

Brasília – DF

2017

ADRIANA MISSON E SILVA

**CIDADES INTELIGENTES: Proposição de um Modelo de Análise Multicritérios
para verificar o Desempenho de Cidades Brasileiras**

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de Conclusão do
Curso de Administração da Universidade de Brasília da aluna

Adriana Misson e Silva

Dr. Ivan Ricardo Gartner
Professor-Orientador

Paulo Sérgio Rosa
Professor-Examinador

Vanderson Aparecido Delapedra
da Silva
Professor-Examinador

Brasília, 28 de novembro de 2017

RESUMO

O cenário atual da urbanização apresenta crescente concentração populacional nas cidades e como consequência, há questões complexas que envolvem o âmbito econômico, social e cultural para o planejamento de políticas públicas eficientes que atendam as demandas eminentes. Portanto modelos de planejamento urbano que visam estruturar uma cidade conforme requisitos necessários que promovam a resiliência e elevem a qualidade de vida de seus cidadãos têm sido estudados no meio acadêmico a fim de contribuir com soluções para o planejamento urbano. O modelo conhecido como cidade inteligente, ou *Smart City*, tem se destacado como uma proposta eficiente para o desenvolvimento dos municípios, visto que abrange a interação entre os principais atores e os ambientes permeado pelo uso da tecnologia que irá permitir o fluxo dos elementos que integram o sistema urbano. Entretanto, é necessário avaliar as estruturas atuais da cidade e o seu funcionamento para que seja possível identificar as falhas de desempenho e dessa forma, construir uma análise global da performance do município sob os aspectos de uma *Smart City*. O estudo tem por objetivo propor um modelo de análise multicritérios que identifique o desempenho global das cidades brasileiras conforme os indicadores que constituem uma performance considerada para uma cidade inteligente classificada como *benchmarking*. Para atender esse objetivo o método multicritério para análise de decisões aplicado foi o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), pois ele possibilita hierarquizar, conforme a análise subjetiva do pesquisador os principais elementos identificados para o padrão de performance de uma cidade inteligente. Dessa forma, os resultados das seis capitais escolhidas neste estudo permitiram desenhar o desempenho de cada uma em comparação ao padrão de uma cidade *benchmarking*, e assim identificar as falhas de performance conforme a importância de cada elemento para ser considerada uma *Smart City*.

Palavras-chave: Cidade inteligente; AHP; Cidades brasileiras; Desempenho.

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1 - Escala de Julgamento de Importância do AHP	42
Figura 2 - Matriz de comparação paritária.....	43
Gráfico 1 - Análise do resultado: Brasília	66
Gráfico 2 - Análise do resultado: São Paulo.....	67
Gráfico 3 - Análise do resultado: Rio de Janeiro	68
Gráfico 4 - Análise do resultado: Belo Horizonte.....	68
Gráfico 5 - Análise do resultado: Curitiba	69
Gráfico 6 - Análise do resultado: Salvador	70
Gráfico 7 - Análise do índice global de desempenho Smart City.....	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Lista de Indicadores: Global Power City Index	22
Quadro 2 - Lista de indicadores: <i>Cities in Motion Index</i>	24
Quadro 3 - Lista de Indicadores: <i>Smart City Ranking</i>	27
Quadro 4 - Dimensão sustentabilidade: Índice de Cidades Inteligentes 2020	29
Quadro 5 - Lista de indicadores: ISO 37120:2014	31
Quadro 6 - Dimensão Gestão.....	35
Quadro 7 - Dimensão Economia	36
Quadro 8 - Dimensão Legislação.....	37
Quadro 9 - Dimensão Tecnologia.....	38
Quadro 10 - Dimensão Relações Sociais.....	38
Quadro 11 - Dimensão Sustentabilidade.....	39
Quadro 12 - Escala de Julgamento de Importância do AHP	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Modelo da dimensão Gestão	60
Tabela 2 - Modelo da dimensão Economia	61
Tabela 3 - Modelo da dimensão Tecnologia	62
Tabela 4 - Modelo da dimensão Legislação.....	62
Tabela 5 - Modelo da dimensão Sustentabilidade.....	63
Tabela 6 - Modelo da dimensão Relações Sociais.....	64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	O CONCEITO DE CIDADE INTELIGENTE E SUAS DIMENSÕES	16
2.2	OS ATUAIS MODELOS DE AVALIAÇÃO DE UMA CIDADE INTELIGENTE	20
2.2.1	<i>Modelo 1: The Global Power City Index (GPCI)</i>	21
2.2.2	<i>Modelo 2: Cities in Motion Index (CIMI)</i>	23
2.2.3	<i>Modelo 3: Smart City Ranking</i>	26
2.2.4	<i>Modelo 4: Índice de Cidades Inteligentes 2020</i>	28
2.2.5	<i>Modelo 5: Brasil 2030</i>	30
2.2.5.1	ISO 37120:2014 – Sustainable development of communities	30
2.3	ANÁLISE COMPARATIVA DOS MODELOS	33
2.3.1	<i>A análise macro dos cinco modelos propostos</i>	34
2.3.2	<i>A análise da dimensão gestão</i>	35
2.3.3	<i>A análise da dimensão economia</i>	36
2.3.4	<i>A análise da dimensão legislação</i>	37
2.3.5	<i>A análise da dimensão tecnologia</i>	37
2.3.6	<i>A análise da dimensão relações sociais</i>	38
2.3.7	<i>A análise da dimensão sustentabilidade</i>	39
3	METODOLOGIA	40
3.1	METODOLOGIA DE MODELAGEM E ANÁLISE EMPÍRICA	40
3.1.1	<i>Analytic hierarchy process (AHP)</i>	42
3.2	O OBJETO DE DECISÃO	44
3.3	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA (DIMENSÕES DA CIDADE INTELIGENTE, SEUS INDICADORES E ATRIBUTOS)	44
3.3.1	<i>Dimensão gestão</i>	44
3.3.2	<i>Dimensão economia</i>	48
3.3.3	<i>Dimensão legislação</i>	51
3.3.4	<i>Dimensão tecnologia</i>	52

3.3.5	<i>Dimensão relações sociais</i>	54
3.3.6	<i>Dimensão sustentabilidade</i>	57
3.4	O MODELO ANALÍTICO PROPOSTO	59
3.4.1	<i>Dimensão gestão</i>	60
3.4.2	<i>Dimensão economia</i>	61
3.4.3	<i>Dimensão tecnologia</i>	62
3.4.4	<i>Dimensão legislação</i>	62
3.4.5	<i>Dimensão sustentabilidade</i>	63
3.4.6	<i>Dimensão relações sociais</i>	64
4	A APLICAÇÃO DO MODELO NAS CIDADES BRASILEIRAS E A ANÁLISE DE SEUS RESULTADOS	65
4.1	ANÁLISE DO DESEMPENHO DA CIDADE BRASÍLIA	65
4.2	ANÁLISE DO DESEMPENHO DA CIDADE SÃO PAULO	66
4.3	ANÁLISE DO DESEMPENHO DA CIDADE RIO DE JANEIRO	67
4.4	ANÁLISE DO DESEMPENHO DA CIDADE BELO HORIZONTE	68
4.5	ANÁLISE DO DESEMPENHO DA CIDADE CURITIBA	69
4.6	ANÁLISE DO DESEMPENHO DA CIDADE SALVADOR	69
4.7	ANÁLISE DO DESEMPENHO GLOBAL DAS SEIS CIDADES	70
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
	REFERÊNCIAS	74

1 INTRODUÇÃO

Conforme estudo da *United Nations Population Fund* (UNFPA, 2007, p.1-3) o mundo atingiria um marco histórico em 2008: mais da metade da população mundial passaria a se concentrar nas cidades, ou seja, um total de 3,3 bilhões de pessoas morariam nas zonas urbanas. E de acordo com as projeções esse número irá se transformar em 5 bilhões para o ano de 2030. Outro dado alarmante divulgado pela Organização das Nações Unidas (ONU) é que até o ano de 2050, a projeção para a zona urbana, é que ela se torne o local de moradia, trabalho e convivência de mais de 66% da população mundial, (RIFFAT, POWELL, AYDIN, 2016, p. 2). Esse crescimento acelerado será principalmente percebido nos países em desenvolvimento dos continentes Africano e Asiático, e nos países da América Latina, locais nos quais a população urbana irá dobrar em um espaço de uma única geração, ou seja, sairá de 1,9 bilhões de pessoas para 3,9 bilhões até o ano de 2030 (UNFPA, 2007, p.1-3).

A explicação para o enorme crescimento populacional nas cidades se deve principalmente porque nestas é que são ofertadas as maiores oportunidades de trabalho, melhores moradias e ambientes multiculturais em detrimento às zonas rurais, o que as torna mais atrativas para a maioria das pessoas (RIFFAT, POWELL, AYDIN, 2016, p. 2-3). Outro aspecto é que, apesar da incidência da pobreza ser maior nos centros urbanos, é também nesses locais que se tem a maior expectativa de encontrar soluções para escapar de uma situação econômica deficitária (UNFPA, 2007, p.1-3).

No decorrer da história mundial as cidades sempre foram o espaço para o desenvolvimento humano e os avanços tecnológicos (RIFFAT, POWELL, AYDIN, 2016, p. 6). Entretanto, o crescimento populacional acelerado trouxe a expansão dos desafios urbanos, como a poluição, os congestionamentos, os resíduos, a falta de saúde e de segurança, e o desemprego. Outra questão decorrente da crescente urbanização é o aumento do uso dos recursos materiais disponíveis e os impactos sobre o meio ambiente (AHVENNIEMI, *et al.*, 2017, p. 234; NEIROTTI *et al.*, 2014, p. 25). Dessa forma, a expansão demográfica que se espera para as próximas décadas nas cidades faz com que ocorra uma pressão negativa sobre as dimensões econômica, social, ambiental, cultural e principalmente sobre a questão da

sustentabilidade nas zonas urbanas (QUIGLEY, 2008, p.1-3; JOHNSON, 2008, p.146-148).

A demanda por criar soluções para esses problemas fez com que novas estratégias surgissem no campo tecnológico e na abordagem do planejamento e das políticas públicas. Assim, a implementação de inovações torna possível às metrópoles um futuro viável e próspero a longo prazo (NEIROTTI *et al.*, 2014, p. 25-26). Conforme afirmado por Johnson (2008, p. 151), as inovações são responsáveis por transformar e desenvolver as cidades e contribuem para o seu crescimento sustentável.

Atualmente, há novas propostas de planejamento e desenvolvimento urbano, sendo a cidade inteligente, termo traduzido do inglês *Smart City*, cada vez mais difundida como modelo para um município interconectado, confortável, atrativo e seguro para os cidadãos (LAZAROIU, ROSCIA, 2012, p.326; NEIROTTI *et al.*, 2014, p. 25-26). Conforme os estudos de projetos urbanos, uma cidade inteligente proporciona o desenvolvimento do município no qual ocorrem ações baseadas em três pilares: o econômico, o social e o ambiental, todos apoiados pelo uso da tecnologia da informação e sob o enfoque da sustentabilidade (MARSAL-LLACUNA, SEGAL, 2016, p. 127). Dessa forma, a proposta de poder balancear o desenvolvimento social e o crescimento econômico em um ambiente de alta urbanização faz com que este modelo de planejamento seja considerado o mais efetivo para atender as demandas atuais (LETAIFA, 2015, p. 1414).

Um ponto fundamental para a aplicabilidade do conceito de *Smart City* em um centro urbano é a necessidade de distinguir os padrões do projeto pelo contexto social e econômico específico da localidade (MARSAL-LLACUNA; SEGAL, 2016, p.127-128; NEIROTTI *et al.*, 2014, p. 26-28). Os municípios possuem uma diversidade de recursos, tamanhos e cenários que exigem que o projeto para o seu desenvolvimento abarque uma estrutura holística que inclua diversos critérios de forma a estruturar um projeto de desenvolvimento urbano de acordo com as necessidades distintas da cidade em análise (LETAIFA, 2015, p. 1415).

Outro foco necessário ao planejamento da cidade inteligente é ter o cidadão como centro das estratégias a fim de promover a melhoria da qualidade de vida, a integração entre infraestrutura e população, e o atendimento de suas necessidades e demandas (BELANCHE, CASALÓ, ORÚS, 2015, p. 75-76). Pesquisas mostram que o sucesso na implementação de projetos depende do nível de alcance das

ações propostas a uma massa crítica de usuários diários de forma a garantir a eficiência e a sustentabilidade dos serviços a, no mínimo, médio prazo (BELANCHE, CASALÓ, ORÚS, 2015, p. 75-76; NEIROTTI *et al.*, 2014, p. 25-26).

Dessa forma, é possível inferir que desenhar e aplicar um projeto de desenvolvimento urbano sob o enfoque da *Smart City* não se trata de uma ação política simples. De fato, devido a uma série de variáveis que acometem um cenário urbano, dos diversos atores que são envolvidos no processo e dos critérios distintos necessários para avaliar o nível de inteligência da cidade, pode-se dizer que é um projeto complexo e que requer cuidados.

1.1 Objetivo geral e objetivos específicos

Conforme exposto na dissertação de Benites (2016, p.18), o Brasil irá experimentar nas próximas décadas escassez de recursos naturais, propagação de doenças e desastres naturais, acirramento da crise energética e um desequilíbrio socioeconômico. Junto ao cenário caótico esperado, há o crescimento demográfico acelerado nas zonas urbanas, conforme apresentado anteriormente no estudo da UNFPA (2007, p.1-3). Dessa forma, é eminente a necessidade de soluções eficientes para que a vida na cidade se torne sustentável e de qualidade.

Entretanto, existem as particularidades de cada centro urbano em relação as dimensões que compõem um projeto de desenvolvimento urbano, ou seja, em relação aos aspectos cultural, ambiental, social e econômico. Assim, copiar os projetos que resultaram em cidades inteligentes e depois somente aplica-los exatamente iguais em outros municípios com o intuito de atingir os mesmos índices não é o mais adequado. É necessário que cada município desenvolva o seu próprio projeto de desenvolvimento urbano conforme o paradigma da cidade inteligente (MEIJER, GIL-GARCIA, BOLÍVAR, 2016, p. 648).

Mas como é possível identificar o nível de necessidade real de cada dimensão para intervir por meio de políticas e ações públicas com o intuito de estruturar um projeto de desenvolvimento urbano sob o enfoque de uma cidade classificada como do tipo *Smart City*? Como alocar os recursos disponíveis de forma eficiente na cidade, considerando suas especificidades econômicas, sociais, culturais e ambientais, sob os aspectos que compõem uma cidade inteligente?

Assim, o presente estudo irá abordar o tema de cidades inteligentes sob o enfoque do planejamento do desenvolvimento urbano, ou seja, ele irá aplicar um

modelo de análise multicritérios para a tomada de decisão visto que a complexidade do problema demanda uma avaliação criteriosa que considere aspectos subjetivos para a análise de um plano.

Para atingir o objetivo geral deste trabalho será necessário apresentar primeiramente, o conceito e a descrição das dimensões que estruturam um projeto de cidade inteligente. Também será essencial evidenciar os estudos existentes que avaliam e divulgam *rankings* das cidades inteligentes para que juntos fomentem a base de indicadores que irá embasar a análise do modelo proposto para esta pesquisa. Os elementos selecionados também são fundamentais para identificar o desempenho máximo de uma cidade inteligente e assim possibilitar uma análise comparativa de performances com o intuito de identificar os níveis de desempenho das cidades avaliadas.

1.2 Procedimentos metodológicos

A elaboração de um sistema de análise que identifique o nível de performance de um município a um determinado padrão de desempenho que possa ser considerado uma *Smart City* requer um processo de modelagem de múltiplos critérios de análise de decisão (MMAD), visto a complexidade do cenário que será mensurado. Os MMAD possuem uma abordagem mais adequada para a análise de elementos de caráter subjetivo, o que caracteriza a avaliação de ações políticas para um projeto de cidade inteligente, e assim são mais recomendados para a tomada de decisão em problemas complexos que necessitam expressar valores significativos aos gestores responsáveis (GOMES, ARAYA, CARIGNANO, 2004, p. 2-3).

Para que se aplique o método MMAD neste estudo é necessário realizar duas fases distintas, mas que se correlacionam. Inicialmente haverá a estruturação dos grupos de análise conforme as dimensões que compõem um modelo de cidade inteligente proposta por Sujata et al. (2016, p. 903), as quais são a dimensão gestão, a dimensão economia, a dimensão legislação, a dimensão tecnologia, a dimensão relações sociais e a dimensão sustentabilidade. Também haverá a estruturação dos indicadores relevantes a cada grupo conforme a identificação baseada em estudos acadêmicos apresentados neste trabalho. Essa forma de construção da situação decisória, em que se estrutura grupos para avaliar e os seus critérios, se enquadra na problemática do tipo γ de classificação conforme a definição por Roy (*apud* GARTNER; ROCHA; GRANEMANN, 2012, p.498), a qual diz se tratar da escolha de

algumas das melhores alternativas. No caso deste estudo se refere a análise das dimensões para a alocação de recursos em mais de um grupo com o objetivo de atender o aspecto da eficiência urbana.

A segunda fase trata da avaliação do sistema. Para este trabalho optou-se por utilizar o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) devido a sua capacidade de síntese ser mais adequada à problemática do tipo γ (SAATY, 1990, p. 9-10). A hierarquização dos grupos e seus respectivos critérios que serão estruturados conforme a metodologia avaliada irá possibilitar mensurar o nível de importância de cada dimensão para um planejamento de cidade inteligente assim como o valor do desempenho global do próprio município neste ambiente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conforme o contexto vigente da urbanização e o cenário futuro prospectado pelo avanço do crescimento populacional nas cidades, a questão da sustentabilidade se tornou uma preocupação atual para os municípios. Continuar o seu desenvolvimento mesmo com o aumento da demanda por recursos e, conseqüentemente, a elevação da produção de resíduos, gás carbônico, e outros poluentes, torna este assunto um desafio para os gestores públicos no planejamento da evolução das cidades (BENITES, 2016, p.28-29; UNITED NATIONS UNIVERSITY, 2016, p.7-9).

O desenvolvimento urbano com foco na sustentabilidade originou-se no começo da década de 1990 no mundo, com o evento ECO-92 realizado na cidade do Rio de Janeiro pela ONU. Foi nesse local que começou a discussão sobre o papel das cidades no desenvolvimento sustentável do planeta. Em 1995 em um tratado de cooperação entre diversas cidades do mundo, mais de 1.200 municípios assumiram a responsabilidade de criar suas agendas locais, denominadas Agenda 21. O objetivo deste instrumento foi que cada localidade determinasse os seus indicadores para assegurar o monitoramento da sustentabilidade em seu município (MARSAL-LLACUNA, LLINÀS, FRIGOLA, 2015, p. 611).

De acordo com o estudo da *United Nations University* (2016, p.9-10), uma cidade é sustentável se ela promove o desenvolvimento eficiente nas áreas de economia, meio-ambiente, social e institucional, além de ser resiliente frente aos desastres naturais e ao comportamento humano que podem acometê-la. Conforme o relatório da *United Nations Environment Programme* (2012, p. 12), são nos centros urbanos que se consome mais de 80% dos recursos materiais e energéticos e se produz acima de 75% das emissões de carbono.

É de notório saber que uma cidade produtiva, sob o aspecto da sustentabilidade, é capaz de produzir sob determinadas condições sem que haja destruição ao longo dos anos da capacidade de reprodução, seja em termos de moradia, recursos materiais e naturais, como também capacidade de trabalho, acessibilidade e lazer (CASTELLS *apud* AHVENNIEMI *et al.*, 2017, p. 235; TANGUAY *et al.*, 2009, p. 1). Assim, para que atinja o almejado nível sustentável é necessário desenvolver um planejamento criterioso e adotar tecnologias que

promovam o uso eficiente dos recursos disponíveis (RIFFAT, POWELL, AYDIN, 2016, p. 18).

Ao longo das últimas décadas, estudiosos desenvolveram modelos de planejamento urbano que respondessem a demanda por cidades sustentáveis e, ao mesmo tempo, promovessem a qualidade de vida a seus habitantes. No início dos anos 2000, foi criado o modelo de cidades digitais que trata do uso da comunicação e informação tecnológica em serviços ofertados aos cidadãos. Já o modelo da cidade verde, originado na mesma década, diz respeito a preocupação dos agentes públicos em garantir um meio ambiente urbano com menores índices de gás carbônico e poluição. Também na década de 2010, surgiu o modelo de cidade do conhecimento, baseado no desenvolvimento urbano fundamentado no uso do conhecimento, da criatividade e da inovação (HAJDUK, 2016, p.36-37).

Os três modelos elencados anteriormente foram unidos e originaram um novo paradigma de planejamento urbano que hoje é conhecido por *Smart City* (AHVENNIEMI *et al.*, 2017, p. 236). Sua principal característica é o uso da infraestrutura tecnológica para promover a eficiência e otimizar a performance dos serviços e processos urbanos com intuito de garantir um sistema interativo inteligente que garanta a qualidade de vida e a proteção ambiental nas cidades (HAJDUK, 2016, p.36-37).

2.1 O conceito de cidade inteligente e suas dimensões

O termo *Smart City* começou a ser discutido no âmbito acadêmico a partir de 1994, mas somente após a adoção do conceito pela União Europeia em 2010 é que ocorreu a sua difusão no campo do planejamento urbano (AHVENNIEMI *et al.*, 2017, p. 235). Ele é apresentado como um novo paradigma para o desenvolvimento inteligente e o crescimento sócio econômico das cidades (HARRISON & DONNELLY *apud* NEIROTTI *et al.*, 2014, p. 25). Devido às particularidades de cada cidade, bem como de suas diferentes necessidades, ainda não existe um consenso que defina o conceito de cidade inteligente (NEIROTTI *et al.*, 2014, p. 25-26), mas há um entendimento de que o *Smart City* engloba os aspectos de sustentabilidade e qualidade de vida integrado à tecnologia e a difusão de informação (AHVENNIEMI *et al.*, 2017, p. 236; MARSAL-LLACUNA, SEGAL, 2016, p. 128; ZYGIARIS, 2013, p. 219).

Lombardi *et al.* (2012, p. 138-139), diz que a noção de cidade inteligente perpassa pelos efeitos da aplicação da tecnologia de informação sobre o capital humano, a educação, o aspecto social e ambiental e sobre as interrelações sociais. Para Angelidou (2014, p. 3), o termo *Smart City* trata de um modelo de desenvolvimento urbano baseado na utilização do capital humano, coletivo e tecnológico para aprimorar e proporcionar prosperidade às aglomerações urbanas. Para Neirotti *et al.* (2014, p. 26-27), existe um entendimento geral de que as cidades inteligentes utilizam de forma universal as tecnologias de informação e comunicação em vários domínios urbanos de forma a auxiliar as cidades no uso de seus recursos eficientemente.

Dentre os diversos conceitos existentes na literatura, há um viés teórico mais utilizado atualmente que determina uma cidade inteligente como a integração entre o uso de tecnologias, a rotina diária de uma cidade e sua população (LETAIFA, 2015, p. 1415). Essa interconexão resultará em inovações no setor de energia, no transporte, na infraestrutura, na logística, na minimização dos impactos no meio ambiente e na melhoria da qualidade de vida dos habitantes (LOMBARDI *et al.*, 2012, p.139).

Para Kanter e Litow (2009, p. 2), a aplicação da tecnologia em cada subsistema de uma cidade, separadamente, não é suficiente para consolidar uma cidade inteligente, é necessário abordar as temáticas de forma orgânica e integrada. As conexões são consideradas o elemento-chave para as melhorias cívicas, sendo que o principal conector de todos os subsistemas é o fator humano, pois este possibilita tornar inúmeros mecanismos e infraestruturas em elementos dinâmicos de uma comunidade (KANTER, LITOW, 2009, p. 2-3; AHVENNIEMI *et al.*, 2017, p. 236). Segundo Marsal-Llacuna, Llinàs e Frigola (2015, p. 612), a tecnologia integrada a um banco de dados permitirá que ocorra uma evolução na eficiência de serviços, na otimização da infraestrutura, na colaboração entre os atores econômicos e na inovação em modelos de negócios, tanto privados quanto públicos.

De acordo com Lombardi *et al.* (2012, p. 139), é necessário incorporar à visão de cidade inteligente, os fatores como a participação pública, a segurança e a herança cultural. Essa percepção considera que a integração entre todos os elementos permitirá que a *Smart City* desenvolva as tecnologias, a governabilidade e a sociedade para que juntos proporcionem melhorias na economia, mobilidade, meio ambiente, moradia, governança e cidadania (AHVENNIEMI *et al.*, 2017, p.

236). Para Marsal-Llacuna, Llinàs e Frigola (2015, p. 612), é essencial que em um projeto de cidade inteligente haja um centro tecnológico alimentado por informações em tempo real para que as decisões acerca da gestão urbana tenham o caráter sustentável, eficiente e orientada ao cidadão e que sejam colocadas em prática sob a forma de soluções tecnológicas.

O aspecto da participação da sociedade no desenvolvimento de projetos de cidades inteligentes é algo que tem sido considerado de suma relevância, pois não se trata de somente desenvolver tecnologias ímpares. Uma cidade só pode ser considerada uma *Smart City* se os instrumentos inovadores propiciarem melhorias na vida de seus cidadãos e na sustentabilidade no uso de seus recursos (LETAIFA, 2015, p. 1416). De acordo com Albino, Berardi e Dangelico (2015, p. 7), e Marsal-Llacuna e Segal (2016, p.128), ainda existe outra importância dada a participação da sociedade, geralmente chamada de *Smart People*, é a relevância do capital intelectual e social para a integração e consolidação das estratégias inteligentes, visto que são as pessoas que desenvolvem e se beneficiam da aplicação dos recursos tecnológicos agregados. Dessa forma, é o capital humano que garantirá o sucesso do desenvolvimento urbano inteligente.

De acordo com Sujata *et al.* (2016, p. 903), a perspectiva holística de uma prospecção de cidade inteligente é composta por seis dimensões: a gestão, a economia, a legislação, a tecnologia, as relações sociais e a sustentabilidade. Conforme a literatura apresenta, a gestão deve se desenvolver para o uso mais rotineiro e inteligente do modelo digital e da governança eletrônica (e-governança), nos quais inclua uma participação mais ativa e inclusa e uma oferta de serviços eficientes e inteligentes aos cidadãos. Essas ações permitirão ampliar o processo democrático visto a maior interação entre governo e cidadão (SUJATA *et al.*, 2016, p. 904). Iniciativas no campo do e-governo englobam a captura, a administração, o uso, a disseminação e o compartilhamento da informação por meio de tecnologias para que se promova melhores serviços públicos e melhorias no processo de construção e tomada de decisão em políticas públicas (GIL-GARCIA, PARDO, 2005, p. 188-189).

A economia é considerada um dos principais pilares para as iniciativas inteligentes. Uma definição operacional para a economia inteligente é a capacidade da cidade em empreender, criar marcas, inovar, produzir e ser flexível frente as mudanças no mercado local e global. O objetivo é aumentar a lucratividade e dessa

forma elevar o nível do Produto Interno Bruto. Conforme exposto na literatura, o crescimento econômico de uma cidade inteligente deve ser constante visto que as inovações tecnológicas possuem um curto ciclo de vida com rápida substituição. Essa inteligente concepção de integrar tecnologia e economia proporciona, portanto, o aprimoramento do fluxo de capital e contribuí para a renda local pois se passa a produzir mais com a alocação eficiente de capital humano e recursos, além de promover o ciclo de consumo consciente a nível local e global com a difusão das tecnologias (SUJATA *et al.*, 2016, p. 905).

A legislação, assim como a governança, são cruciais para o desenvolvimento das cidades. Sem a legitimidade do processo não é possível evoluir para uma cidade inteligente com sucesso (MAUHER, SMOKVINA, 2006, p. 3). As políticas de apoio ao desenvolvimento das cidades devem contar com a participação de governo e entidades sociais. Normas e leis devem estruturar a transformação das cidades por meio de garantir a fluidez do processo pelo governo. Entretanto a questão do uso de informação e tecnologias de comunicação deve ser abordado de maneira adequada visto que se trata de um ponto crítico na sociedade (HARTLEY, 2005, p. 27).

A tecnologia é o fator que sustenta a transformação de uma cidade para uma do tipo *Smart City*. Os problemas podem ser antecipados, evitados ou minimizados com a análise do *Big Data*, ou seja, por meio do acesso a um enorme número de dados coletados e disponíveis com o uso de tecnologias. A utilização de vários componentes e dispositivos integrados possibilitam facilitar a tomada de decisões em tempo real (BAKICI, ALMIRALL & WAREHAM apud SUJATA *et al.*, 2016, p. 906). O uso da tecnologia de informação e comunicação integrado a sustentabilidade e a qualidade de vida dos cidadãos contribuí para transformar a projeção da vida urbana e impulsionar a gestão e o desenvolvimento apropriado das cidades inteligentes (SUJATA *et al.*, 2016, p. 906).

A área social se refere a participação dos cidadãos de forma efetiva no desenho e vivência das cidades inteligentes. Os instrumentos de acesso a informação permitem que as pessoas conheçam o que acontece em suas comunidades e também facilitam as diferentes formas que grupos sociais podem interagir junto ao processo de planejamento, seja de forma presencial ou remotamente. É necessário que as cidades respeitem as necessidades distintas de cada grupo e busque balancear as respectivas soluções. E a mídia tem importante

papel nessa interação entre cidadão e planejamento urbano. Ela deve assumir a responsabilidade de disseminar informação e auxiliar na educação sobre políticas públicas a fim de que as pessoas conheçam a realidade de suas cidades e seus direitos (SUJATA *et al.*, 2016, p. 904).

A sustentabilidade, conforme já exposto na literatura apresentada no texto, permite que haja o desenvolvimento social e econômico sem afetar drasticamente o meio ambiente. As tecnologias permitirão que cidades se tornem mais eficientes, habitáveis e proporcionem melhor qualidade de vida, oportunidades de negócio, segurança e inclusão social. Charbel (2013, p. 4-6) aponta a necessidade das cidades se atentarem para criarem meios de interagir com o ecossistema de forma harmoniosa a fim de garantir o futuro próspero da sociedade.

Assim, as seis dimensões expostas são tratadas na estrutura de um projeto de desenvolvimento de cidade inteligente de forma interconectada, ou seja, cada uma afeta e é afetada pela outra. E essa interconexão proporciona a base estrutural para que uma cidade preveja as iniciativas, os desafios e os serviços necessários com intuito de construir uma *Smart City* (SUJATA *et al.*, 2016, p. 907). Ou seja, para Albino, Berardi e Dangelico (2015, p. 7), a *Smart City* pode ser caracterizada, portanto, pela capacidade de pessoas criativas gerarem soluções criativas a partir dos problemas urbanos identificados de forma a garantir a perpetuidade da qualidade de vida no município.

2.2 Os atuais modelos de avaliação de uma cidade inteligente

Conforme as caracterizações apresentadas neste estudo sobre o termo cidade inteligente, e os critérios que compõem um plano para o desenvolvimento distinto da zona urbana, é possível identificar os principais aspectos que podem estruturar um modelo de avaliação de uma *Smart City* (LOMBARDI *et al.*, 2012, p. 139). A especificação das dimensões e dos indicadores, e a adoção de métodos de análise e classificação do desempenho das cidades sob o enfoque de uma cidade inteligente, permite que gestores públicos decidam sobre em quais aspectos se deve focar a alocação de recursos e de tempo (ALBINO, BERARDI, DANGELICO, 2015, p. 11). Conforme exposto por Letaifa (2015, p. 1416), é a definição dos critérios que compõem um projeto de cidade inteligente que irá permitir a estruturação estratégica deste.

Uma avaliação de projeto consiste em identificar se o desenho está diretamente relacionado com o objetivo proposto e para isso é necessário que se saiba qual o modelo de cidade que se quer construir, quais as prioridades no processo de urbanização e como será a evolução do método de transformação. Entretanto não é correto realizar a análise se os componentes que estruturam um modelo são desconhecidos ao gestor (IESE BUSINESS SCHOOL, 2017, p. 10-11).

Devido a importância do tema e a inexistência de um conceito único para as cidades inteligentes, inúmeros estudos se preocuparam em dimensionar os aspectos que compõem um projeto de cidade inteligente. Outros estudos acadêmicos se preocuparam não somente na definição das dimensões de um projeto de desenvolvimento de cidade inteligente, mas também nos indicadores que compõem cada uma das dimensões em análise (ALBINO, BERARDI, DANGELICO, 2015, p. 8-10).

De acordo com Tanguay *et al.* (2009, p. 3-4), os indicadores são dados que possuem valor para a observação de um fenômeno e permitem a avaliação da performance deste mesmo evento. Eles podem ser agrupados por elemento temporal, espacial ou temático, e podem sofrer atribuição de pesos conforme o valor da sua informação para a questão em análise. A seguir são apresentados os principais modelos de avaliação de cidade inteligente vigentes, adotados para classificar as cidades no mundo, tanto nos âmbitos acadêmico como por órgãos governamentais.

2.2.1 Modelo 1: The Global Power City Index (GPCI)

O *The Global Power City Index (GPCI)* foi criado pelo *The Mori Memorial Foundation's Institute for Urban Strategies* em 2008, no Japão. A instituição tem por objetivo promover, por meio de pesquisas, informações que auxiliem a melhoria contínua e a sustentabilidade na vida dos cidadãos japoneses.

O GPCI é um modelo que analisa as principais cidades no mundo devido a sua capacidade de magnetismo, ou seja, em ser capaz de atrair e reter pessoas e empresas criativas do mundo inteiro. Ele utiliza 70 indicadores agrupados em seis dimensões para análise do desempenho urbano, conforme mostra o quadro 1: Economia, Pesquisa e Desenvolvimento, Interação Cultural, Moradia, Meio Ambiente e Acessibilidade (INSTITUTE FOR URBAN STRATEGIES, 2016, p. 1, 6-7).

Os dados coletados são agrupados por subtemas e a pontuação de cada grupo é obtida por meio da média dos resultados atingidos pelos distintos indicadores agrupados. O resultado final é utilizado para construir o ranking das cidades inteligentes, e trata do somatório atingido por cada dimensão a partir dos dados obtidos pelos subtemas (INSTITUTE FOR URBAN STRATEGIES, 2016, p. 6-7).

O estudo também fornece um outro ranking das mesmas cidades avaliadas. Este resultado é construído pela ótica de cinco atores específicos: um gestor de empresa, um pesquisador, um artista, um turista e um morador local. Uma matriz é desenhada a partir da observação de cada ator perante a importância dos indicadores para cada dimensão. Novamente, por meio do somatório dos resultados padronizados, as cidades são expostas conforme o nível de atração subentendido por cada ator (INSTITUTE FOR URBAN STRATEGIES, 2016, p. 13).

Segundo o relatório do GPCI 2016, foram analisadas quarenta e duas cidades, sendo escolhidas devido ao seu grau de importância competitiva e influência nos continentes do globo. O resultado que está disponível em <<http://morim-foundation.or.jp/english/ius2/gpci2/index.shtml>>, apresenta as seguintes metrópoles como as dez principais *Smart Cities*: 1º Londres (UK), 2º Nova York (EUA), 3º Tóquio (JP), 4º Paris (FR), 5º Singapura (SIN), 6º Seul (KOR), 7º Hong Kong (HKG), 8º Amsterdam (NED), 9º Berlim (GER), 10º Vienna (AUT).

Quadro 1 - Lista de Indicadores: Global Power City Index

Nº	Função	Grupo de indicador	Indicadores
01	Economia	Tamanho do mercado	PIB nominal
02			PIB per capita
03		Atratividade	Taxa de crescimento do PIB
04			Nível de liberdade econômica
05		Vitalidade Econômica	Valor total das ações inscritas na bolsa de valores
06			Top 300 companhias do mundo
07		Capital Humano	Total de pessoas empregadas
08			Número de empregados na indústria de serviço para companhias
09		Ambiente de Negócios	Nível salarial
10			Facilidade de obter Recursos Humanos
11			Espaço entre as mesas no trabalho
12			Taxa de Imposto Pessoa Jurídica
13			Nível do risco político, econômico e empresarial
14	Pesquisa e Desenvolvimento	Pesquisas Acadêmicas	Número de pesquisadores
15			Top 200 Universidades do mundo
16		Base para Pesquisas	Performance acadêmica em matemática e ciência
17			Estrutura para aceitar pesquisadores externos
18			Despesas com pesquisa e desenvolvimento
19		Alcance das Pesquisas	Número de patentes registradas pela indústria
20			Número de ganhadores de prêmios de alta reputação na área de ciência e tecnologia
21			Oportunidade de interação entre pesquisadores

Quadro 1 - Lista de Indicadores: Global Power City Index (*continuação*)

Nº	Função	Grupo de indicador	Indicadores
22	Interação Cultural	Potencial para Mudança de Padrões	Número de conferências realizadas
23			Número de grandes eventos culturais realizados
24			Valor dos serviços audiovisuais comercializados
25		Fontes Culturais	Ambiente propício a atividades criativas
26			Número de patrimônios mundiais (dentro do espaço de 100km)
27			Oportunidade para interação cultural, histórica e tradicional
28			Número de teatros e casas de espetáculos
29		Facilidades aos Visitantes	Número de museus
30			Número de Estádios
31			Número de quartos em hotéis luxuosos
32		Atratividade para os Turistas	Número de hotéis
33			Atratividade em opções de compra
34			Atratividade das opções para refeição
35			Número de residentes estrangeiros
36		Interação Internacional	Números de turistas estrangeiros
37			Número de estudantes estrangeiros
38			Taxa de desemprego
39	Moradia	Ambiente de Trabalho	Número total de horas trabalhadas
40			Nível de satisfação dos trabalhadores com suas vidas
41			Custo de Moradia
42		Nível de preço de habitações	
43		Segurança	Número de assassinatos por população
44			Vulnerabilidade a desastres
45		Bem-estar	Porcentagem da população acima de 60 anos
46			Acessibilidade a justiça
47			Número de médicos por população
48		Facilidade para Moradia	Densidade populacional
49			Número de escolas estrangeiras
50			Variedade de lojas de varejo
51			Variedade de restaurantes
52		Meio Ambiente	Ecologia
53	Porcentagem de uso de energia renovável		
54	Porcentagem de lixo reciclável		
55	Qualidade do Ar		Emissões de CO ²
56			Densidade no ar de partícula suspensa
57			Densidade de Dióxido de sulfato (SO ²), Densidade de Dióxido de nitrogênio (NO ²)
58	Meio ambiente		Qualidade da água nos rios
59			Nível de área verde
60			Nível de conforto da temperatura
61			Acessibilidade
62	Fluxo de fretes internacionais		
63	Infraestrutura de Transporte Internacional	Número de passageiros (chegada / partida) de vôos internacionais	
64		Número de pistas de aterrisagem	
65	Serviços de Transporte na cidade	Densidade das estações de trem	
66		Pontualidade e cobertura do transporte público	
67		Conveniência para deslocamento	
68	Conveniência no Trânsito	Tempo do trajeto entre o centro da cidade e o aeroporto internacional	
69		Número de morte em transportes por população	
70		Tarifa de táxi	

Fonte: Adaptado de Institute for Urban Strategies (2016, p.6-7).

2.2.2 Modelo 2: Cities in Motion Index (CIMI)

Outro estudo utilizado para avaliar as cidades inteligentes foi o desenvolvido pela Escola de Negócios IESE, que se localiza na Universidade de Navarra, em

Pamplona, Espanha, e atualmente é aplicado pela revista Forbes para anunciar as cidades mais inteligentes do mundo (ALBINO, BERARDI, DANGELICO, 2015, p. 13).

O modelo se chama *Cities in Motion Index* (quadro 2) e tem como objetivo possibilitar a mensuração da sustentabilidade e da qualidade de vida dos cidadãos nas principais cidades do mundo. No total são setenta e nove indicadores divididos entre dez dimensões importantes para a cidade, sendo as quais o governo, o planejamento urbano, a gestão pública, a tecnologia, o meio ambiente, a influência externa, a coesão social, a mobilidade e o transporte, o capital humano, a economia e as especificidades locais (IESE BUSINESS SCHOOL, 2017, p. 10-11).

No total, o *Cities in Motion Index* avalia 180 cidades do mundo, com representações de todos os continentes. As dimensões analisadas no estudo e seus respectivos indicadores são observados conforme os resultados padronizados pelo método do *score z* ou pelo método da regressão linear. As avaliações finais com pontuações acima de 90 indicam cidades com alta performance no campo das *Smart Cities* (IESE BUSINESS SCHOOL, 2014, p. 24).

No *ranking* de 2017, das primeiras vinte e cinco cidades, onze municípios se localizam na América do Norte e nove na Europa. As dez primeiras posições são ocupadas por 1º Nova York (EUA), 2º Londres (UK), 3º Paris (FR), 4º Boston (EUA), 5º San Francisco (EUA), 6º Washington (EUA), 7º Seoul (KOR), 8º Tóquio (JP), 9º Berlin (GER), 10º Amsterdam (NED) (IESE BUSINESS SCHOOL, 2017, p. 25).

Quadro 2 - Lista de indicadores: *Cities in Motion Index*

Nº	Dimensão	Indicadores	Atributos
01	Capital Humano	Educação superior	Porcentagem de pessoas com nível médio e superior
02		Cursos de gestão	Número de cursos de gestão na lista das 100 melhores escolas de negócio do mundo
03		Universitários	Número de universitários no exterior
04		Universidades	Número de universidades na cidade
05		Museus	Número de museus na cidade
06		Galeria de arte	Número de galerias de arte na cidade
07		Lazer	Quantidade de dinheiro gasto em atividades de lazer (1.000.000 US\$)
08	Coesão Social	Morte	Taxa de mortalidade por cada 100.000 habitantes
09		Crime	Taxa de criminalidade
10		Saúde	Índice de saúde
11		Desemprego	Taxa de desemprego
12		Índice de Gini	Índice de Gini
13		Custo de moradia	Porcentagem do custo da moradia sob a renda
14		Trabalhador feminina	Taxa de mulheres empregadas na administração pública
15		Paz	Índice global de paz desenvolvido pela universidade de Sydney

Quadro 2 - Lista de indicadores: *Cities in Motion Index* (continuação)

Nº	Dimensão	Indicadores	Atributos
16	Economia	Produtividade	Produtividade (PIB/população empregada)
17		Abertura de empresas	Tempo médio em dias para abrir uma empresa legalmente
18		Facilidade para negócios	Posição no ranking do banco mundial referente a facilidade em abrir e operar um negócio
19		Matrizes de empresas	Número de matrizes de empresas negociadas em bolsa de valores
20		Empreendedores	Porcentagem de pessoas que são empreendedores há não mais do que 42 meses.
21		Empreendedorismo	Número de companhias em fase inicial de implementação por habitante
22		PIB	PIB
23	Gestão Pública	Impostos	Total de impostos pagos pelas empresas após as deduções fiscais
24		Reserva	Total de reserva em dólar
25		Reserva por habitante	Total de reserva em dólar por habitante
26		Embaixadas	Número de embaixadas por cidade
27		Twitter	Número de usuários de twitter que são seguidos por outros usuários (1.000.000 pessoas)
28		ICMS e ISS	Taxa de impostos sobre vendas
29	Governança	Direitos legais para mutuários e credores	Índice de direitos legais medido pelo banco mundial que se refere a facilidade ao crédito
30		Corrupção	Índice de corrupção medido pela Transparência Internacional
31		Secretaria de Inovação	Número de funções na secretaria ou departamento de inovação da cidade
32		E-governo	Índice de serviços públicos on line ofertados aos cidadãos e turistas
33		Plataforma de dados	Existência de plataforma aberta de dados na cidade
34	Meio Ambiente	Emissão de CO ²	Medida de emissão de CO ² em kilotons
35		Índice de CO ²	Índice de CO ²
36		Emissão de gás metano	Medida de emissão de gás metano em kilotons
37		Água potável	Percentual de pessoas com acesso a água potável
38		PM2.5	Medida anual do total de partículas no ar com diâmetro menor a 2.5mm
39		PM10	Medida anual do total de partículas no ar com diâmetro menor a 10mm
40		Índice de poluição	Índice de poluição
41		Performance do meio ambiente	Índice de performance do meio ambiente desenvolvido pela Universidade de Yale
42	Mobilidade	Tráfego	Índice de tráfego (inclui o tempo médio gasto no trânsito, a insatisfação devido a este, o consumo de CO ² e as ineficiências do sistema de trânsito)
43		Índice de ineficiência	Estimativa da ineficiência no tráfego
44		Acidentes	Número de acidentes de trânsito por 100000 habitantes
45		Metrô	Número de estações de metrô na cidade
46		Vos	Número de vos (chegadas e partidas) na cidade
47		Meios de transporte	Número de meios de transporte público ofertados na cidade
48		Índice de tráfego para o trabalho	Índice do tráfego por base no tempo gasto para o deslocamento até o trabalho
49		Bicicleta compartilhada	Índice do sistema de bicicleta compartilhada avaliado pela <i>Bike-sharing world map</i>
50	Planejamento Urbano	Saneamento básico	Porcentagem de pessoas com acesso a saneamento básico
51		Família	Número médio de pessoas por domicílio
52		Lojas de bicicleta	Número de lojas de bicicleta por habitante
53		Arquitetura	Número de escritórios de arquitetura por habitante
54		Ciclismo	Número de usuários de bicicleta por habitante
55	Influência Externa	Turistas internacionais	Número de turistas que visitam a cidade (1.000.000 pessoas)
56		Passageiros	Número de pessoas que viajam de avião (1.000.000 pessoas)
57		Hotel	Número de hotéis por habitante
58		<i>Sightsmap</i>	<i>Ranking</i> no site <i>Sightsmap</i> por número de fotos divulgadas da cidade
59		Conferências	Número de conferências internacionais na cidade

Quadro 2 - Lista de indicadores: *Cities in Motion Index* (continuação)

Nº	Dimensão	Indicadores	Atributos
60	Tecnologia	Assinantes de banda larga	Número de assinantes de banda larga por 100 habitantes
61		Banda larga	Número de usuários de banda larga na cidade (wi-fi ou conexão fixa)
62		Endereço IP	Número de endereços IP por habitante
63		Facebook	Número de usuários de facebook por habitante
64		Celulares	Número de celulares por habitante
65		Serviços na web	Medida da qualidade do serviço ofertada na internet, como o desenvolvimento de novos negócios e a política de informação
66		Inovação	Índice de inovação das cidades
67		Smartphone	Número de smartphone por habitante
68		Wi-fi	Número de pontos de acesso gratuito a wi-fi
69	Especificidades	Renda	Média de renda anual (1º décimo)
70		Renda	Média de renda anual (2º décimo)
71		Renda	Média de renda anual (5º décimo)
72		Renda	Média de renda anual (7º décimo)
73		Renda	Média de renda anual (9º décimo)
74		População	Número total de habitantes
76		Despesas em educação	Quantidade de gastos em educação por habitante (em milhões)
77		Despesas em saúde	Quantidade de gastos em remédios e serviços médicos por habitante (em milhões)
78		Despesas em hospitalidade	Quantidade de gastos em serviços para receber e atender turistas por habitante (em milhões)
79		Despesas em moradia	Quantidade gasta em moradia por habitante (em milhões)

Fonte: Adaptado de *IESE Business School* (2017, p. 51-55).

2.2.3 Modelo 3: Smart City Ranking

A Universidade de Viena em parceria com a Universidade de Ljubljana e da *Delft University of Thecnology* criaram em 2007 uma avaliação métrica que analisa as cidades de tamanho médio no continente europeu. O estudo avalia setenta cidades com população entre 100 mil a 500 mil habitantes, sob a ótica de seis dimensões que estruturam o modelo: pessoas inteligentes, economia inteligente, governo inteligente, mobilidade inteligente, meio-ambiente inteligente e moradia inteligente (GIFFINGER *et al.*, 2007, p.10-11).

No total, o projeto *Smart City Ranking* desenvolvido por Giffinger, Gudrun e Kramar (2010, p. 305) utiliza setenta e quatro indicadores apresentados no quadro 3, sendo que quarenta e oito se referem a dados locais e vinte e seis a informações de nível nacional, todos alocados conforme as dimensões identificadas para o estudo. Com o intuito de viabilizar a comparação dos diferentes valores de cada indicador, o método utilizou o *score z* para padronização dos dados. Ao final, ele soma os números obtidos em cada dimensão, assim como produz um valor final que indicará o desempenho geral da cidade.

O modelo *Smart City Ranking* possibilita visualizar não somente as forças e fraquezas de cada cidade avaliada nas distintas dimensões, mas também o comportamento global por meio das somas obtidas com a análise dos dados. O resultado final proporciona criar uma lista das cidades mais inteligentes no continente europeu assim como expõem as cidades consideradas benchmarking, que podem servir como orientação para a tomada de decisões no campo das políticas públicas e exemplos para a difusão de inovações (GIFFINGER *et al.*, 2007, p. 5).

O modelo disponível pelo site < <http://www.smart-cities.eu/?cid=01&ver=3>> possui a sua versão mais atualizada do ranking gerado, que ocorreu em 2014, e apresenta como as dez primeiras cidades mais inteligentes, de tamanho médio no continente europeu, os seguintes municípios: 1º Luxemburgo (LU), 2º Aarhus(DK), 3º Umeaa (SE), 4º Eskilstuna (SE), 5º Aalborg (DK), 6º Joenkoeping (SE), 7º Odense (DK), 8º Jyvaskyla (FI), 9º Tampere (FI), 10º Salzburg (AT).

Quadro 3 - Lista de Indicadores: *Smart City Ranking*

Nº	Dimensão	Fator	Indicador
01	Economia Inteligente	Inovação	Percentual de gastos do PIB em pesquisas e desenvolvimento
02			Taxa de emprego em setores de tecnologia e conhecimento
03			Taxa de patentes por habitantes
04		Empreendedorismo	Taxa de autônomos
05			Número de novos negócios registrados
06		Marcas e imagem econômica	Centro de tomada de decisão
07		Produtividade	PIB por número de trabalhador
08		Mercado de trabalho	Taxa de desemprego
09			Proporção de empregos de meio período
10		Internacionalização	Número de empresas com ações no mercado de bolsa
11			Número de vôos
12			Número de fretes aéreos
13	Pessoas Inteligente	Nível de qualificação	Números de centros de conhecimento e tecnologia
14			População qualificada nos níveis 5-6 ISCED
15			Conhecimento de línguas estrangeiras
16		Educação	Número de empréstimos de livros por habitante
17			Percentual de participantes em cursos técnicos
18			Percentual de habitantes em cursos de línguas
19		Pluralidade Social	Percentual de estrangeiros
20			Percentual de habitantes naturalizados nascidos no exterior
21		Flexibilidade	Expectativa em conseguir um novo trabalho
22		Criatividade	Percentual de empregados em empresas inovadoras
23		Cosmopolismo	Número de eleitores votantes
24			Ambiente receptivo a estrangeiros
25			Nível de conhecimento sobre a União Europeia
26		Cidadania	Número de eleitores votantes em eleições municipais
27			Percentual de habitantes em trabalhos voluntários

Quadro 3 - Lista de Indicadores: *Smart City Ranking (continuação)*

Nº	Dimensão	Fator	Indicador
28	Governança Inteligente	Tomada de decisão	Número de vereadores por habitantes
29			Percentual de cidadão filiados a partidos políticos
30			Importância da política para os habitantes
31			Percentual de vereadores mulheres
32		Serviços públicos	Gastos municipais por habitante
33			Taxa de crianças em creches
34			Nível de satisfação de qualidade das escolas
35		Transparência	Nível da satisfação sobre a transparência pública
36			Nível de satisfação com o combate à corrupção
37	Mobilidade Inteligente	Acessibilidade	Transporte público por habitante
38			Nível de satisfação com o acesso ao transporte público
39			Nível de satisfação com a qualidade do transporte público
40			Acessibilidade internacional
41		Avaliabilidade de TI	Número de computadores em domicílios
42			Número de domicílios com acesso à banda larga
43		Sustentabilidade	Uso de transporte não poluente
44			Nível de segurança no tráfego
45			Uso de carros econômicos
46	Meio Ambiente Inteligente	Condições naturais	Horas de exposição solar/dia
47			Percentual de áreas verdes/habitante
48		Poluição	Nível de poluição atmosférica (ozônio)
49			Nível de partículas no ar
50			Percentual de doenças respiratórias crônicas fatais por habitante
51		Proteção ambiental	Esforço individual para proteção ambiental
52			Opiniões sobre proteção ambiental
53		Recursos renováveis	Consumo de água (uso por PIB)
54			Consumo de eletricidade (uso por PIB)
55	Moradia Inteligente	Aspectos culturais	Frequência de habitantes em cinemas
56			Frequência de visitantes a museus
57			Frequência de visitantes a teatros
58		Condições de saúde	Expectativa de vida
59			Número de leitos hospitalares por habitante
60			Número de médicos por habitantes
61			Nível de satisfação com a qualidade do sistema de saúde
62		Segurança	Taxa de crimes
63			Taxa de mortes por assalto
64			Nível de satisfação com a segurança pessoal
65		Moradia	Número de moradias
66			Densidade demográfica
67			Nível de satisfação com a própria moradia
68		Educação	Estudantes por habitantes
69			Nível de satisfação do acesso ao sistema educacional
70			Nível de satisfação com a qualidade do sistema educacional
71		Turismo	Nível de importância como destino turístico
72			Pernoites por ano por turista
73		Coesão social	Percepção do risco próprio de pobreza
74			Índice de pobreza

Fonte: Adaptado de GIFFINGER *et al.*, 2007, p. 12.

2.2.4 Modelo 4: Índice de Cidades Inteligentes 2020

O modelo de avaliação nomeado como Índice de Cidades Inteligentes 2020 foi construído pela Inteli – Inteligência em Inovação, no ano de 2012, em Portugal. Esse estudo visa posicionar as cidades portuguesas sob o enfoque da inteligência urbana, da atratividade, da governança aberta e da conectividade com a economia no mundo. De acordo com a pesquisa, as informações obtidas irão possibilitar gerar

a cooperação entre municípios e empresas de modo a criar soluções criativas e inovadoras para a melhora do desempenho dessas cidades (INTELI, 2012, p.17).

O modelo utiliza 80 indicadores classificados em indicadores de caracterização, de estratégia e de economia digital. Os primeiros possibilitam realizar um diagnóstico do município, os segundos avaliam a estratégia que é aplicada na cidade, e os últimos indicam o nível de aplicação das tecnologias disponíveis no ambiente urbano. Esses indicadores são alocados em 21 subdimensões criadas a partir das 5 dimensões principais consideradas no estudo, que são a governança, a inovação, a sustentabilidade, a inclusão e a conectividade (INTELI, 2012, p.17-18).

Como exemplo de estruturação do modelo divulgado pelo estudo, que está disponível em <<http://www.inteli.pt/pt/go/indice-cidades-inteligentes-2020>>, a dimensão “sustentabilidade” pode ser representada pelas seguintes subdimensões e seus grupos de indicadores:

Quadro 4 - Dimensão sustentabilidade: Índice de Cidades Inteligentes 2020

Nº	Dimensão	Subdimensões	Indicadores
01	Sustentabilidade	Biodiversidade e Ecologia	Gestão e monitorização ambiental
02			Pegada ecológica
03			Hortas urbanas comunitárias
04			Políticas de proteção dos recursos e qualidade do ambiente
05		Ar e Emissões	Pegada carbónica
06			Emissões de CO2 per capita
07			Qualidade do ar
08			Estratégia municipal de redução de emissões
09		Água e Resíduos	Produção de resíduos per capita
10			Valorização energética de resíduos
11			Qualidade da água
12			Consumo de água per capita
13			Tratamento de águas residuais
14		Edifícios	Caracterização energética dos edifícios
15			Redes de energia e sensores inteligentes
16			Construção sustentável
17			Estratégia municipal de construção sustentável
18		Mobilidade	Mobilidade sustentável
19			Mobilidade eléctrica
20			Frota municipal
21		Energia	Consumo energético municipal
22			Consumo energético per capita
23			Capacidade local de produção energética
24			Iluminação pública
25			Estratégia energética municipal

Fonte: Adaptado de INTELI – Centro de Inovação (2012, p.21).

Após a coleta dos dados é realizada a padronização dos resultados por meio do uso de uma escala que varia de 0 a 10, com intuito de facilitar a comparabilidade dos dados. Esses resultados são alocados conforme as subdimensões compostas pelo grupo de indicadores e por fim é realizado o cálculo do índice geral baseado na

média ponderada obtida de cada cidade portuguesa em cada grupo. Assim, o modelo possibilita auferir o desempenho do município em relação aos outros e comparar a evolução das cidades (INTELI, 2012, p.17-19).

Conforme o modelo de *ranking*, as cidades que apresentaram as maiores pontuações na análise integrada foram, respectivamente, Lisboa, Almada, Cascais, Aveiro e Vila Nova de Gaia (INTELI, 2012, p.27).

2.2.5 Modelo 5: Brasil 2030

O modelo de avaliação das cidades brasileiras chamado de Brasil 2030 foi desenvolvido no ano de 2016 por meio da parceria entre a Rede Brasileira de Cidades Inteligentes e seus colaboradores acadêmicos e pesquisadores da iniciativa privada. Ele tem o objetivo de avaliar a qualidade dos serviços ofertados pelos municípios aos cidadãos brasileiros (RBCIH, 2017, p.8).

As dimensões adotadas neste estudo foram a governança, a arquitetura, urbanismo e antropologia (consideradas uma só dimensão), a tecnologia, a educação e a segurança. A partir desta divisão foram levantados quais indicadores poderiam caracterizar cada dimensão e por isso o uso, como referência, da ISO 37120 para compor este modelo de avaliação. Também foram desenvolvidos novos indicadores pelos pesquisadores, de forma a complementar os dados necessários para a análise de cada campo de estudo de uma *Smart City* (RBCIH, 2017, p.20).

O modelo Brasil 2030 ainda está em fase de aplicação e por isso a listagem do *ranking* das cidades brasileiras não foi divulgado até o presente momento. O estudo pode ser acessado pelo site da instituição Rede Brasileira de Cidades Inteligentes e Humanas, disponível em <<http://redebrasileira.org/home>>.

2.2.5.1 ISO 37120:2014 – Sustainable development of communities

A norma ISO 37120:2014 têm por objetivo mensurar a eficiência das cidades no âmbito da qualidade de seus serviços e do bem-estar de seus cidadãos. Ela não apresenta limitações para os requisitos sobre a localização, tamanho e posicionamento dos municípios em que pode ser aplicada. E os seus resultados permitem auxiliar a tomada de decisões no contexto do planejamento e da gestão pública (HAJDUK, 2016, p. 34-35)

O instrumento é composto por 100 indicadores que se dividem em duas categorias de análise, ou seja, 46 indicadores se referem ao grupo classificado como de existência necessária e 54 são caracterizados pelo grupo em que a sua

existência é recomendada para uma cidade sustentável. Todos esses indicadores estão locados dentro de 17 grupos temáticos da norma, os quais são: economia, educação, energia, meio ambiente, finanças, fogo e emergências, governança, saúde, lazer, segurança, abrigo, resíduos sólidos, telecomunicações, transporte, planejamento urbano, esgoto e tratamento de água (MARSAL-LLACUNA, 2017, p.571). O instrumento está representado no quadro 5 abaixo:

Quadro 5 - Lista de indicadores: ISO 37120:201

Nº	Tema	Indicadores	Grupo: necessário	Grupo: recomendado
1	Economia	Taxa de desemprego	x	
2		Valor avaliado das propriedades comerciais e industriais como uma porcentagem do valor avaliado total de todas as propriedades	x	
3		Porcentagem da população da cidade que vive na linha da pobreza	x	
4		Porcentagem das pessoas que trabalham em tempo integral		x
5		Taxa de desemprego juvenil		x
6		Número de empresas por 100000 habitantes		x
7		Número de novas patentes por 100000 habitantes por ano		x
8	Educação	Porcentagem da população feminina em idade escolar inscrita na escola	x	
9		Porcentagem de discentes que concluíram o ensino fundamental	x	
10		Porcentagem de discentes que concluíram o ensino médio	x	
11		Proporção de alunos por professores no ensino fundamental	x	
12		Porcentagem da população masculina em idade escolar inscrita na escola		x
13		Porcentagem da população em idade escolar matriculada na escola		x
14		Número de pessoas com ensino superior completo por 100000 habitantes		x
15	Energia	Uso total de energia elétrica residencial per capita (KWh/ano)	x	
16		Porcentagem da população da cidade com serviço elétrico autorizado	x	
17		Consumo de energia em prédios públicos por ano (KWh/m ²)	x	
18		Porcentagem da energia elétrica total proveniente de fontes renováveis como parte do consumo total de energia elétrica total da cidade	x	
19		Uso total de energia elétrica per capita (KWh/ano)		x
20		Número médio de interrupções elétricas por cliente por ano		x
21		Duração média das interrupções elétricas (em horas)		x
22	Meio ambiente	Concentração de partículas finas (PM2,5)	x	
23		Concentração de matéria particulada (PM10)	x	
24		Emissões de gases com efeito estufa medidas em toneladas per capita	x	
25		Concentração de NO2 (dióxido de nitrogênio)		x
26		Concentração de SO2 (dióxido de enxofre)		x
27		Concentração de O3 (ozônio)		x
28		Poluição sonora		x
29		Percentual da mudança no número das espécies nativas		x
30	Finanças	Razão de débitos de serviços (valor da despesa dos serviços públicos dividido pela receita de uma fonte própria do município)	x	
31		Porcentagem das despesas de capital em relação às despesas totais		x
32		Porcentagem da receita de fonte própria em relação à receita total		x
33		Porcentagem de valor de impostos recebidos em relação ao valor total de impostos faturados		x

Quadro 5 - Lista de indicadores: ISO 37120:2014 (continuação)

Nº	Tema	Indicadores	Grupo: necessário	Grupo: recomendado
34	Fogo e Emergência	Número de bombeiros por 100000 habitantes	x	
35		Número de mortes relacionadas com fogo por 100000 habitantes	x	
36		Número de mortes relacionadas com desastres naturais por 100000 habitantes	x	
37		Número de bombeiros voluntários e a tempo parcial por 100 000 habitantes		x
38		Tempo médio de resposta para serviços de emergência a partir da chamada inicial		x
39		Tempo médio de resposta para o corpo de bombeiros a partir da chamada inicial (em minutos e segundos)		x
40	Governança	Participação dos eleitores nas últimas eleições municipais (em percentagem de eleitores elegíveis)	x	
41		Percentagem do número de mulheres eleitas em relação ao número total de eleitos	x	
42		Percentagem de mulheres empregadas na força de trabalho do governo municipal		x
43		Número de condenações por corrupção e/ou suborno por funcionários municipais por 100 000 habitantes		x
44		Representação dos cidadãos: número de funcionários locais eleitos para o cargo por 100 000 habitantes		x
45		Percentagem do número de eleitores registrados em relação ao número de pessoas em idade de votar		x
46	Saúde	Esperança média de vida	x	
47		Número de leitos hospitalares por 100 000 habitantes	x	
48		Número de médicos por 100 000 habitantes	x	
49		Índice de mortalidade infantil (número de mortos com menos de 5 anos de idade por cada 1000 nascidos vivos)	x	
50		Número de pessoal de enfermagem e parteira por 100 000 habitantes		x
51		Número de profissionais de saúde mental por 100 000 habitantes		x
53		Taxa de suicídio por 100 000 habitantes		x
54	Lazer	M² de espaço público de recreação em espaços fechados per capita		x
55		M² de espaço público de recreação ao ar livre per capita		x
56	Segurança	Número de agentes de polícia por 100 000 habitantes	x	
57		Número de homicídios por 100 000 habitantes	x	
58		Crimes contra a propriedade por 100 000		x
59		Tempo médio de resposta para o departamento de polícia da chamada inicial		x
60		Taxa de criminalidade violenta por 100 000 habitantes		x
61	Abrigo	Percentagem da população da cidade que vive em favelas	x	
62		Número de moradores de rua por 100 000 habitantes		x
63		Percentagem de domicílios sem títulos legais registrados		x
64	Resíduo sólido	Percentagem da população com recolhimento regular de resíduos sólidos (residencial)	x	
65		Quantidade total de resíduos sólidos urbanos coletados per capita	x	
66		Percentagem de resíduos sólidos urbanos reciclados em relação ao total de resíduos sólidos produzidos	x	
67		Percentual de resíduos sólidos da cidade que são descartados em um aterro sanitário		x
68		Percentagem de resíduos sólidos urbanos que são descartados em um incinerador		x
69		Percentagem de resíduos sólidos que são queimados abertamente		x
70		Percentual de resíduos sólidos da cidade que são descartados em um lixão aberto		x
71		Percentual de resíduos sólidos da cidade que são descartados por outros meios		x
72		Produção de resíduos perigosos per capita		x
73		Percentagem de resíduos perigosos da cidade que é reciclada		x

Quadro 5 - Lista de indicadores: ISO 37120:2014 (*continuação*)

Nº	Tema	Indicadores	Grupo: necessário	Grupo: recomendado
74	Telecomunicação	Número de ligações a internet por 100 000 habitantes	x	
75		Número de ligações de telefone celular por 100 000 habitantes	x	
76		Número de ligações de telefone fixo por 100 000 habitantes		x
77	Transporte	Quilômetros de sistemas de transporte público de alta capacidade por 100 000 habitantes	x	
78		Quilômetros de sistemas de transporte público de baixa capacidade por 100 000 habitantes	x	
79		Número anual de viagens de transporte público per capita	x	
80		Número de automóveis pessoais per capita	x	
81		Porcentagem de passageiros que utilizam um meio de transporte diferente de um veículo pessoal		x
82		Número de veículos motorizados de duas rodas per capita		x
83		Quilômetros de ciclovias e pistas por 100 000 habitantes		x
84		Mortes no transporte por 100 000 habitantes		x
85		Conectividade aérea comercial (número de destinos aéreos comerciais sem escala)		x
86	Planejamento urbano	Área verde (hectares) por 100 000 habitantes	x	
87		Número anual de árvores plantadas por 100 000 habitantes		x
88		Porcentagem da dimensão regional dos assentamentos informais em relação a área total da cidade		x
89		Relação emprego/habitação		x
90	Esgoto	Porcentagem da população da cidade atendida por serviço de tratamento de esgoto em relação a população total	x	
91		Porcentagem de esgoto da cidade que não recebeu tratamento	x	
92		Porcentagem de esgoto da cidade que recebeu tratamento primário	x	
93		Porcentagem de esgoto da cidade que recebeu tratamento secundário	x	
94		Porcentagem de esgoto da cidade que recebeu tratamento terciário	x	
95	Tratamento de água	Porcentagem da população da cidade com serviço de abastecimento de água potável	x	
96		Porcentagem da população da cidade com acesso sustentável a uma fonte de água melhorada	x	
97		Porcentagem da população com acesso a saneamento melhorado	x	
98		Consumo total de água doméstica per capita (litros / dia)	x	
99		Consumo total de água per capita (litros / dia)		x
100		Média de horas anuais de interrupção do serviço de água por domicílio		x
101		Porcentagem de perda de água (água não contabilizada)		x

Fonte: Adaptado de RBCIH (2017). Disponível em <<http://redebrasileira.org/indicadores>>).

2.3 Análise comparativa dos modelos

Conforme exposição no item 2.1 deste estudo, o termo cidade inteligente não possui uma conceituação única, entretanto a base que fundamenta a sua estruturação perpassa pela interconexão entre tecnologia da informação, sustentabilidade e capital humano. Dessa forma, quando se apresenta a avaliação de uma cidade sob a ótica do contexto de uma Smart City, existe a possibilidade de realizá-la por meio de diversos modelos propostos conforme as observações da academia a respeito de um projeto de cidades inteligente. A exemplificação dessa

diversidade pode ser demonstrada com os cinco modelos expostos no item 2.2 do texto.

A não-existência de um modelo padronizado de avaliação das cidades não implica na ausência de similaridades entre os exemplos apresentados no estudo. É possível identificar pontos em comum entre os modelos expostos, o que demonstra haver homogeneidade sobre o entendimento do termo cidade inteligente. A seguir, essas semelhanças serão apresentadas assim como os pontos de convergência que podem ser identificados com a análise dos cinco modelos.

2.3.1 A análise macro dos cinco modelos propostos

Conforme é possível reconhecer pelo contexto do estudo de cada modelo, a análise de uma cidade se fundamenta em um cenário complexo, com diversos atores, demandas e recursos. Essa caracterização pressupõe a necessidade de diversificar os assuntos abordados pelos indicadores e, portanto, é possível verificar o uso de, no mínimo, 70 indicadores entre os modelos expostos.

Outra similaridade que os estudos apresentam se refere a estruturação do modelo de avaliação. Todos expõem os seus indicadores de forma agrupada, seja primeiramente pelas dimensões adotadas no estudo, como os modelos 2, 3, 4 e 5 ou por função como demonstra o modelo 1. A partir do primeiro agrupamento, os modelos 1, 3 e 4 optaram por subgrupar, novamente, os indicadores. Já o modelo 2 foi o único que optou por apresentar os atributos que distinguem cada indicador, como caracterização final.

Todos os modelos demonstram em sua descrição a preocupação do instrumento em fornecer uma avaliação que possibilite mensurar o nível de sustentabilidade e da qualidade de vida dos seus cidadãos. Dessa forma, os modelos 1, 2, 3 e 4 identificam como etapa de seus estudos a necessidade de padronizar os dados obtidos, por meio de modelos estatísticos como o *escore z*. O modelo 5 expõe também a importância da padronização, entretanto não explicita como o fará.

Os resultados finais obtidos com as aplicações dos modelos expostos possibilitaram criar *rankings* entre as cidades avaliadas em cada estudo. A partir dessas listas, é possível identificar quais cidades no mundo possuem as melhores práticas sob o prisma da cidade inteligente e em quais dimensões apresentam maiores pontos fortes ou falhas.

2.3.2 A análise da dimensão gestão

Conforme o estudo de Sujata *et al.* (2016, p. 903), apresentado no item 2.1 deste trabalho, existem seis dimensões que devem ser atendidas para caracterizar uma cidade como *Smart City*. A primeira a ser analisada com intuito de encontrar semelhanças entre os modelos de avaliação, se refere à dimensão Gestão, que trata da relação entre o governo e o cidadão por meio da oferta de serviços eficientes.

A análise só foi realizada entre os modelos 1, 2 e 3, devido ao acesso integral aos indicadores utilizados por cada estudo. As similaridades estão identificadas abaixo:

Quadro 6 - Dimensão Gestão

Nº	Indicador	Modelo 1	Modelo 2 (Nº ident.)	Modelo 3 (Nº ident.)
12	Taxa de Imposto Pessoa Jurídica	x	x (23) (28)	
22	Número de conferências realizadas	x	x (59)	
23	Número de grandes eventos culturais realizados	x		
25	Ambiente propício a atividades criativas	x		
26	Número de patrimônios mundiais (dentro do espaço de 100km)	x		
27	Oportunidade para interação cultural, histórica e tradicional	x		x (24)
35	Número de residentes estrangeiros	x		x (20)
36	Números de turistas estrangeiros	x	x (55)	x (19)
37	Número de estudantes estrangeiros	x		x (19)
43	Número de assassinatos por população	x	x (09)	x (62) (63)
44	Vulnerabilidade a desastres	x		
45	Porcentagem da população acima de 60 anos	x	x (10)	x (58)
46	Acessibilidade a justiça	x		
47	Número de médicos por população	x	x (10)	x (60)
48	Densidade populacional	x		x (66)
61	Número de cidades com vôos internacionais diretos	x		x (11) (40)
62	Fluxo de fretes internacionais	x	x (46)	x (12)
63	Número de passageiros (chegada / partida) de vôos internacionais	x		x (40)
65	Densidade das estações de trem	x		
66	Pontualidade e cobertura do transporte público	x	x (45)	x (38)
67	Conveniência para deslocamento	x	x (42) (43)	x (37) (38)
68	Tempo do trajeto entre o centro da cidade e o aeroporto internacional	x		
69	Número de mortes em transportes por população	x	x (44)	x (44)
70	Tarifa de táxi	x		

Quadro 6 - Dimensão Gestão (continuação)

Nº	Indicador	Modelo 1	Modelo 2 (Nº ident.)	Modelo 3 (Nº ident.)
08	Morte		x	
15	Paz		x	
26	Embaixadas		x	
31	Secretaria de inovação		x	
32	E-governo		x	x (24)
33	Plataforma de dados		x	
37	Água potável		x	
47	Meios de transporte		x	x (24) (37)
48	Índice de tráfego para o trabalho		x	
50	Saneamento básico		x	
66	Inovação		x	
68	Wi-fi		x	x (24)
76	Despesas com educação		x	x (32) (70)
77	Despesas com saúde		x	x (32) (59)
78	Despesas com hospitalidade		x	x (24)
28	Número de vereadores por habitantes			x
29	Percentual de cidadão filiados a partidos políticos			x
31	Percentual de vereadores mulheres			x
33	Taxa de crianças em creches			x
34	Nível de satisfação de qualidade das escolas			x
39	Nível de satisfação com a qualidade do transporte público			x
61	Nível de satisfação com a qualidade do sistema de saúde			x
64	Nível de satisfação com a segurança pessoal			x
70	Nível de satisfação com a qualidade do sistema educacional			x

2.3.3 A análise da dimensão economia

Conforme definição apresentada por Sujata *et al.* (2016, p. 905), a dimensão que caracteriza uma Economia Inteligente trata da capacidade da cidade em inovar nos negócios, nos produtos e processos, de forma a garantir maior competitividade e aumentar a riqueza do município.

O quadro abaixo traz as semelhanças encontradas entre os indicadores expostos nos modelos 1, 2 e 3.

Quadro 7 - Dimensão Economia

Nº	Indicador	Modelo 1	Modelo 2 (Nº ident.)	Modelo 3 (Nº ident.)
01	PIB nominal	x	x (22)	
02	PIB per Capita	x	x (16)	x (07)
03	Taxa de crescimento do PIB	x		
05	Valor total das ações inscritas na bolsa de valores	x	x (19)	x (10)
06	Top 300 companhias do mundo	x		
07	Total de pessoas empregadas	x		
08	Número de empregados na indústria de serviço para companhias	x		x (22)
09	Nível salarial	x		
10	Facilidade de obter Recursos Humanos	x		
11	Espaço entre as mesas no trabalho	x		
17	Estrutura para aceitar pesquisadores externos	x		
18	Despesas com pesquisa e desenvolvimento	x		x (01) (13)
19	Número de patentes registradas pela indústria	x		x (03)

Quadro 7 - Dimensão Economia (continuação)

Nº	Indicador	Modelo 1	Modelo 2 (Nº ident.)	Modelo 3 (Nº ident.)
21	Oportunidade de interação entre pesquisadores	x		
33	Atratividade em opções de compra	x		
34	Atratividade das opções para refeição	x		
38	Taxa de desemprego	x	x (11)	x (08)
39	Número total de horas trabalhadas	x		
40	Nível de satisfação dos trabalhadores com suas vidas	x		
41	Média do preço de aluguel de uma casa	x	x (13)	
42	Nível de preço de habitações	x		
50	Variedade de lojas de varejo	x		
51	Variedade de restaurantes	x		
07	Lazer		x	
12	Índice de Gini		x	x (74)
18	Facilidade para negócios		x	
20	Empreendedores		x	x (04) (05)
21	Empreendedorismo		x	x (05)
24	Reserva		x	
25	Reserva por habitante		x	
69	Renda		x	
70	Renda		x	
71	Renda		x	
72	Renda		x	
73	Renda		x	
02	Taxa de emprego em setores de tecnologia e conhecimento			x
09	Proporção de empregos de meio período			x
73	Percepção do risco próprio de pobreza			x

2.3.4 A análise da dimensão legislação

A dimensão Legislação, por meio de normas e leis, garante ao processo de evolução da cidade, a fluidez necessária para que o governo possa implementar ações ou assegurar que essas sejam realizadas com eficiência (MAUHER, SMOKVINA, 2006, p. 3). De acordo com a análise dos três modelos, poucos indicadores se referem a esse grupo temático, os quais são expostos a seguir.

Quadro 8 - Dimensão Legislação

Nº	Indicador	Modelo 1	Modelo 2 (Nº ident.)	Modelo 3 (Nº ident.)
04	Nível de liberdade econômica	x	x (18)	
13	Nível do risco político, econômico e empresarial	x	x (17) (18)	
29	Direitos legais para mutuários e credores		x	
30	Corrupção		x	x (35) (36)
28	Número de vereadores por habitantes			x
31	Percentual de vereadores mulheres			x

2.3.5 A análise da dimensão tecnologia

A tecnologia é a ferramenta central na transformação de uma cidade conforme o paradigma de uma cidade inteligente. O uso de grandes bancos de dados, de dispositivos integrados e inovações tecnológicas possibilita a transformação nas relações humanas, ambientais e estruturais de forma a impulsionar o desenvolvimento das cidades (SUJATA *et al.*, 2016, p. 906).

Os indicadores encontrados nos modelos de avaliação que representam essa dimensão estão expostos a seguir:

Quadro 9 - Dimensão Tecnologia

Nº	Indicador	Modelo 1	Modelo 2 (Nº ident.)	Modelo 3 (Nº ident.)
14	Número de pesquisadores	x		
15	Top 200 Universidades do mundo	x	x (02)	
16	Performance acadêmica em matemática e ciência	x		
20	Número de ganhadores de prêmios de alta reputação na área de ciência e tecnologia	x		
27	Twitter		x	
60	Assinantes de banda larga		x	
61	Banda larga		x	x (42)
62	Endereço IP		x	x (41)
63	Facebook		x	
64	Celulares		x	
65	Serviços na web		x	
66	Inovação		x	
67	Smartphone		x	
13	Números de centros de conhecimento e tecnologia			x

2.3.6 A análise da dimensão relações sociais

Quando se analisa a dimensão das relações sociais, trata-se principalmente da participação da comunidade no desenvolvimento de sua cidade. Essa atuação pode ocorrer por meio da exposição das demandas específicas de grupos, dos *feedbacks* sobre as ações e investimentos, do uso das tecnologias empregadas e, propriamente, na participação ativa na construção de projetos políticos (SUJATA *et al.*, 2016, p. 904).

Outro aspecto que deve ser analisado é o fator capital humano como público alvo do desenvolvimento de uma cidade sob o prisma da *Smart City*. O fluxo de pessoas, a interação entre elas, a troca de conhecimento, a melhora na qualidade de vida são todos beneficiados com a implementação de uma reestruturação da cidade a fim de que se torne inteligente (ALBINO, BERARDI E DANGELICO, 2015, p. 7).

Quadro 10 - Dimensão Relações Sociais

Nº	Indicador	Modelo 1	Modelo 2 (Nº ident.)	Modelo 3 (Nº ident.)
21	Oportunidade de interação entre pesquisadores	x		
27	Oportunidade para interação cultural, histórica e tradicional	x		
28	Número de teatros e casas de espetáculos	x	x (05)	x (55) (57)
29	Número de museus	x	x (05) (06)	x (56)
30	Número de estádios	x		
32	Número de hotéis	x	x (57)	
49	Número de escolas estrangeiras	x		x (15)
63	Número de passageiros (chegada / partida) de vôos internacionais	x	x (55) (56)	x (40)

Quadro 10 - Dimensão Relações Sociais (continuação)

Nº	Indicador	Modelo 1	Modelo 2 (Nº ident.)	Modelo 3 (Nº ident.)
01	Educação superior		x	x (14)
03	Universitários		x	
04	Universidades		x	
49	Bicicleta compartilhada		x	
51	Família		x	
52	Lojas de bicicleta		x	
53	Arquitetura		x	
54	Ciclismo		x	
58	Sightsmap		x	
16	Número de empréstimos de livros por habitante			x
19	Percentual de estrangeiros			x
20	Percentual de habitantes naturalizados nascidos no exterior			x
23	Número de eleitores votantes			x
24	Ambiente receptivo a estrangeiros			x
25	Nível de conhecimento sobre a União Europeia			x
26	Número de eleitores votantes em eleições municipais			x
27	Percentual de habitantes em trabalhos voluntários			x
29	Percentual de cidadão filiados a partidos políticos			x
30	Importância da política para os habitantes			x
51	Esforço individual para proteção ambiental			x
52	Opiniões sobre proteção ambiental			x
65	Número de moradias			x
67	Nível de satisfação com a própria moradia			x
69	Estudantes por habitantes			x

2.3.7 A análise da dimensão sustentabilidade

Conforme exposto neste estudo, a sustentabilidade é um dos pilares que originaram o paradigma de cidade inteligente (AHVENNIEMI *et al.*, 2017, p. 236). Nessa dimensão incluem-se os indicadores que mostram preocupação com o uso de recursos ambientais e materiais, com a produção de resíduos e o nível de consumo que acomete a cidade.

Quadro 11 - Dimensão Sustentabilidade

Nº	Indicador	Modelo 1	Modelo 2 (Nº ident.)	Modelo 3 (Nº ident.)
52	Número de companhias com certificação ISO 14001	x		
53	Porcentagem de uso de energia renovável	x		
54	Porcentagem de lixo reciclável	x		
55	Emissões de CO ²	x	x (34) (35)	
56	Densidade no ar de partícula suspensa	x	x (38) (39)	x (49)
57	Densidade de Dióxido de sulfato (SO ²), Densidade de Dióxido de nitrogênio (NO ²)	x		
58	Qualidade da água nos rios	x		
59	Nível de área verde	x		x (47)
60	Nível de conforto da temperatura	x		
36	Emissão de gás metano		x	
40	Índice de poluição		x	x (48)
41	Performance do meio ambiente		x	
43	Uso de transporte não poluente			x
45	Uso de carros econômicos			x
46	Horas de exposição solar/dia			x
50	Percentual de doenças respiratórias crônicas fatais por habitante			x

3 METODOLOGIA

3.1 Metodologia de modelagem e análise empírica

A análise de uma cidade conforme os aspectos de uma *Smart City* por meio de uma abordagem multicritério possibilita avaliar um problema que necessita atender vários objetivos de forma simultânea, sendo que, alguns desses possuem características não quantitativas. Dessa forma o modelo multicritério de apoio à decisão permite auxiliar o processo de tomada de decisão haja visto a sua natureza em fornecer informações eficientes que considerem a subjetividade do problema e não somente uma única solução.

A metodologia de modelagem de múltiplos critérios de análise de decisão (MMAD) tem a capacidade de agregar todas as características importantes do contexto em análise e possibilita identificar informações críticas, compreender melhor as dimensões que compõem o problema, e utilizar de representações explícitas de uma estrutura de preferências. Assim, o processo permite que o decisor escolha um curso de ação compatível com as necessidades reais do contexto e conforme as predileções identificadas (GOMES, ARAYA, CARIGNANO, 2004, p. 2-3).

A metodologia de apoio multicritério a tomada de decisão prioriza a transparência, a neutralidade e a validade do processo, para que assim ela seja efetiva à aplicação ao objetivo principal da questão em análise. Dessa forma, é necessário que se realize quatro etapas, não sendo primordial o sequenciamento dessas. São essas:

1. Identificar o objeto de decisão, ou seja, o problema a ser resolvido.
2. Formular o problema por meio da identificação dos grupos de interesse, dos critérios e seus atributos que serão utilizados no processo de decisão.
3. Elaborar um modelo analítico do problema com a modelagem das preferências.
4. Analisar os resultados, ou seja, avaliar as alternativas em relação aos critérios de acordo com o contexto em questão.

Como já exposto na introdução deste estudo, para a análise do desempenho da cidade de acordo com as dimensões de uma cidade inteligente, optou-se por utilizar a problematização do tipo γ para que se possa gerar uma ordenação das

alternativas de soluções. O método de análise multicritério adotado será o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), pois ele permite classificar cada uma das alternativas analisadas por meio de uma medida global correlacionada às opções existentes e de acordo com as preferências constatadas pelo gestor.

Existem alguns estudos acadêmicos sobre o desenvolvimento de políticas pública e cidades sustentáveis que adotaram a AHP como ferramenta de apoio a decisão, conforme pesquisa bibliográfica realizada em base de periódicos do portal CAPES. O estudo realizado por Banani *et al.* (2016, p. 300), que avalia os critérios que constituem um projeto de edifício sustentável, demonstrou que a AHP possui aplicabilidade eficaz como ferramenta de auxílio a tomada de decisão. E o artigo produzido por Yim *et al.* (2015, p.196) utilizou o método AHP para atribuir pesos a critérios de seleção no processo de transformar uma cidade da Coréia do Sul em uma cidade verde por meio da identificação de políticas públicas prioritárias ao propósito.

Assim, a metodologia escolhida para este trabalho adotará os níveis sequenciais de um MMAD. Após a estruturação do modelo multicritério e a aplicação da ferramenta AHP com o uso dos dados obtidos para essa pesquisa, será possível efetivar a última fase, ou seja, a análise dos resultados. O modelo viabilizará a identificação de um perfil máximo de uma cidade inteligente, o que também poderá ser reconhecido como um perfil de *benchmarking*.

Após a identificação do perfil máximo para cada dimensão, assim como o desempenho global de uma cidade inteligente, o modelo multicritério propiciará estruturar perfis comparativos entre o modelo *benchmarking* e os relacionados a cada cidade brasileira de interesse para a pesquisa. Dessa forma, o resultado fornecerá uma estimativa dos hiatos existentes entre o modelo máximo e a cidade foco de estudo, conforme a análise global e por dimensões.

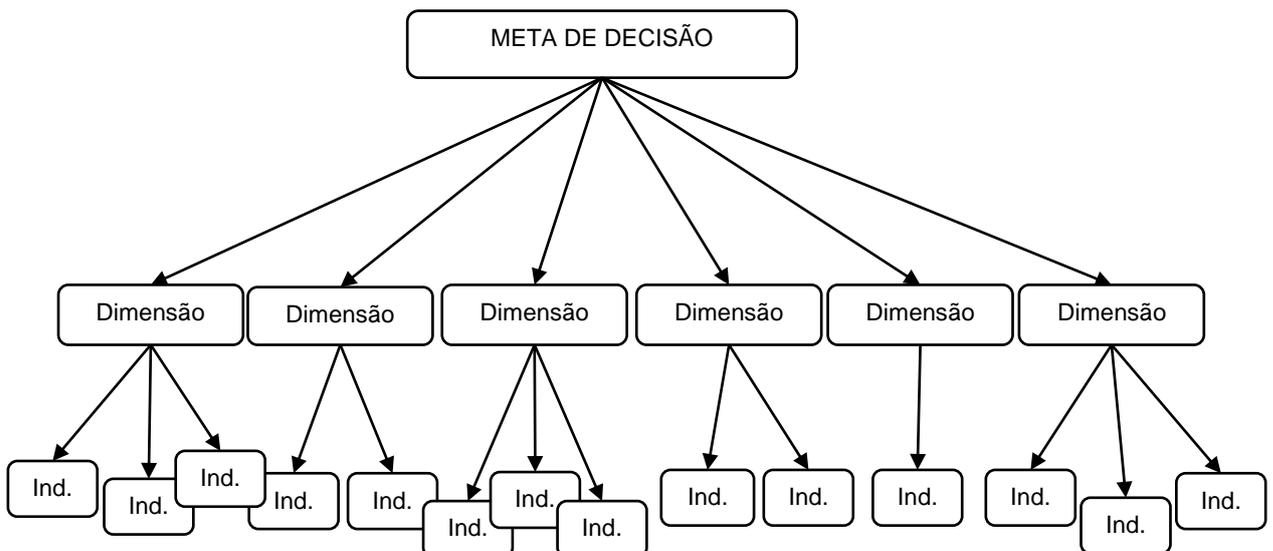
Na presente pesquisa o modelo será aplicado em seis cidades brasileiras com o intuito de exemplificar a sua aplicabilidade. As cidades escolhidas são a cidade de São Paulo, do Rio de Janeiro, de Belo Horizonte e Curitiba devido a essas estarem presentes em listas internacionais de classificação das capitais mundiais sobre desenvolvimento tecnológico, mobilidade urbana e sustentabilidade. A capital federal, a cidade de Brasília, foi escolhida por ser referência, a título cultural, em planejamento urbano, e a cidade de Salvador por ser, demograficamente, a maior capital da região Nordeste.

3.1.1 Analytic hierarchy process (AHP)

O método foi desenvolvido pelo Saaty em meados da década de 1970 (SAATY, 1990, p. 12-13) e caracteriza-se por ser um instrumento de auxílio a tomada de decisão em um contexto de análise de multicritérios composto por informações quantitativas e qualitativas. Este modelo multicritério de análise de decisão permite inserir a subjetividade inerente às questões qualitativas e encontrar soluções satisfatórias de acordo com as preferências e valores dos decisores (GARTNER; ROCHA; GRANEMANN, 2012, p.497).

O AHP é realizado em duas fases: a construção da hierarquia e a avaliação dos critérios de decisão. A partir da meta da decisão estabelecida, elenca-se os critérios que estão relacionados com os objetivos do problema e as alternativas que envolvem a decisão. Dessa forma, monta-se uma estrutura hierárquica em sucessivos níveis conforme mostra a figura abaixo:

Figura 1 - Escala de Julgamento de Importância do AHP



Fonte: Adaptado de Saaty (1991, p. 14).

A segunda etapa é constituída pela avaliação em que ocorre a comparação paritária no formato de matriz, entre os critérios identificados conforme a avaliação de sua relevância para o problema e determina-se o nível de importância (pesos) desses. Os elementos são comparados de acordo com a escala de julgamento da importância relativa desenvolvida por Saaty, conforme tabela exposta em sequência:

Quadro 12 - Escala de Julgamento de Importância do AHP

ESCALA	DEFINIÇÃO
1	Mesma Importância
3	Importância pequena de uma sobre a outra
5	Importância grande ou essencial
7	Importância muito grande ou demonstrada
9	Importância absoluta
2,4,6,8	Valores intermediários entre os valores adjacentes

Fonte: Adaptado de Saaty (1991, p. 68).

Os resultados das comparações são apresentados na forma matricial na qual os elementos satisfazem as seguintes condições:

Figura 2 - Matriz de comparação paritária

Dimensões	D1	D2	D3	D4	D5	D6
D1	1	α_{12}	α_{13}	α_{14}	α_{15}	α_{16}
D2	$1/\alpha_{12}$	1	α_{23}	α_{24}	α_{25}	α_{26}
D3	$1/\alpha_{13}$	$1/\alpha_{23}$	1	α_{34}	α_{35}	α_{36}
D4	$1/\alpha_{14}$	$1/\alpha_{24}$	$1/\alpha_{34}$	1	α_{45}	α_{46}
D5	$1/\alpha_{15}$	$1/\alpha_{25}$	$1/\alpha_{35}$	$1/\alpha_{45}$	1	α_{56}
D6	$1/\alpha_{16}$	$1/\alpha_{26}$	$1/\alpha_{36}$	$1/\alpha_{46}$	$1/\alpha_{56}$	1

Fonte: Adaptado de Saaty (1991, p. 28)

O elemento α representa a comparação paritária entre os indicadores definidos conforme a avaliação da escala de julgamento de importância relativa. A resolução dessa matriz fornece o autovetor de prioridade w que expressará o peso de cada indicador para o modelo de análise. A partir da importância atribuída a cada indicador e dimensão, além do nível de preferência dos critérios, é determinado o nível de valoração global para cada dimensão por meio da soma ponderada dos elementos que as constituem:

$$VCk = \sum_{j_i} w_j w_{ji} v_k$$

Sendo que $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ e $0 < w_j < 1$, tal que $j=1, \dots, n$. Dessa forma, VCk é o valor da análise global, w_j é o peso das dimensões, w_{ji} é o peso atribuído aos indicadores por dimensão, e o v_k representa o nível de preferência do atributo ao indicador j_i .

Saaty (1991, p.26) diz ser necessário calcular o Índice de Consistência (IC) a fim de avaliar a satisfação sobre os julgamentos realizados. Dessa forma, um IC em torno de 0,10 é aceitável para a estruturação do modelo.

3.2 O objeto de decisão

Para atender o problema levantado neste estudo sobre a alocação eficiente de recursos a fim de tornar uma cidade mais próxima do modelo de uma *Smart City*, é necessário identificar quais dimensões que apresentam os piores desempenhos conforme a análise hierárquica proposta com a aplicação da ferramenta AHP.

Assim, o objeto de decisão para a questão analisada é o nível de performance global da cidade avaliada como também o nível de desempenho por dimensões analisadas.

3.3 Formulação do problema (dimensões da cidade inteligente, seus indicadores e atributos)

Para estruturar o problema conforme a metodologia proposta neste estudo, foi necessário utilizar do referencial teórico para embasar as dimensões que serão analisadas, assim como os indicadores que irão compor cada uma. Dessa forma foi escolhido o estudo de Sujata et al. (2016, p. 904) para delimitar as dimensões de uma cidade inteligente. E para a identificação de cada indicador que será aplicado, a análise comparativa dos modelos que foi apresentada no item 2.3 deste estudo, irá servir de fundamento básico para o definir.

No campo dos indicadores, o que determinou a inclusão de cada um de acordo com a respectiva dimensão escolhida foi o nível de frequência nos três estudos, o tema que esse indicador aborda, e a facilidade em adquirir os dados em fontes públicas. No total, para as seis dimensões do modelo, foram selecionados 40 indicadores dispostos conforme as seleções que estão expostas a seguir. Para cada um houve a distinção dos atributos mínimos e máximos de acordo com as justificativas elegíveis encontradas em leis, normas e estudos de referência sobre o tema.

3.3.1 Dimensão gestão

A dimensão Gestão destaca o aprimoramento de serviços disponíveis aos cidadãos por meio da divulgação de informações claras, do uso de recursos de forma transparente, das despesas alinhadas com a arrecadação, e do desenvolvimento de políticas públicas eficientes. Dessa forma, a gestão se torna um dos principais desafios para a transformação da cidade e também um dos principais aspectos a ser analisado pois o modo de gerir é o responsável pelo desenvolvimento e aplicação de políticas, planejamentos, recursos e instrumentos no município.

- Indicador Índice de crimes

Objetivo: O índice mostra o nível de segurança pública presente na cidade. Mensurar a criminalidade contribuí para avaliar se as necessidades básicas dos cidadãos estão sendo atendidas pelo poder público.

Fonte: IPEA – Atlas da violência

Categoria: nível nacional pois se trata de um índice calculado por órgão nacional apesar da facilidade em padronizar a taxa pois essa se refere a proporção de homicídios a cada 100 mil habitantes.

Atributo Máximo: Menor do que 3 homicídios por 100 mil habitantes (valor abaixo do resultado adquirido pela cidade que ocupa o primeiro lugar das cidades avaliadas).

Atributo Mínimo: Maior do que 15 homicídios (valor atingido por 20% das cidades com melhor desempenho neste índice conforme o mapa da violência).

- Indicador Expectativa de vida

Objetivo: O índice mostra a média de anos de vida de um grupo populacional ao nascer e essa informação reflete sobre a qualidade de vida que é promovida na cidade a maioria de sua população.

Fonte: Atlas do desenvolvimento humano

Categoria: nível global pois se trata de um índice padronizado calculado pelo PNUD.

Atributo Máximo: Maior do que 85 anos (valor acima da expectativa de vida da cidade de Singapura, cidade com maior expectativa de vida dentre as 30 cidades com melhor qualidade de vida conforme *ranking* da Mercer, uma companhia global de análise de recursos humanos).

Atributo Mínimo: Menor do que 70 anos (valor abaixo da média de expectativa de vida no Brasil conforme dado do *World Bank*).

- Indicador Índice de Efetividade do SUS

Objetivo: O índice mostra o nível de efetividade do Sistema de Saúde público ofertado aos cidadãos, ou seja, não apenas se oferece o serviço mas se ele é eficaz em atender a demanda de sua população.

Fonte: IDSUS

Categoria: nível nacional pois se trata de um índice calculado conforme a avaliação das informações obtidas pelo Ministério da Saúde.

Atributo Máximo: Maior do que 9 (valor considerado de alta efetividade conforme a legenda do IDSUS).

Atributo Mínimo: Menor do que 6 (valor considerado de média efetividade conforme legenda do IDSUS).

- Indicador Infraestrutura (Índice de cidades empreendedoras - Endeavor)

Objetivo: O índice mostra o nível de conectividade da cidade sob o aspecto externo e interno, ou seja, avalia o acesso a outras cidades e ao mercado assim como avalia a própria infraestrutura da cidade nos âmbitos de custo de energia e do m², fluidez do trânsito, segurança e acesso à internet rápida.

Fonte: Índice Brasil de cidades empreendedoras 2016.

Categoria: nível local pois se trata de um índice calculado por organização brasileira que realiza avaliações conforme dados econômicos do Brasil.

Atributo Máximo: entre 9,5 a 10,0 conforme avaliação da Endeavor para uma ótima performance municipal.

Atributo Mínimo: abaixo de 7,0 pois já é considerado uma performance mediana conforme análise da Endeavor.

- Indicador Qualidade do trânsito

Objetivo: O índice mostra o percentual médio acima do tempo normal de tráfego considerado para a cidade. O indicador reflete o nível de congestionamento no trânsito já que este impactará sobre o fluxo na cidade e também sobre a qualidade de vida de seus cidadãos.

Fonte: Tomtom Traffic Index.

Categoria: nível mundial pois se trata de um índice calculado por organização internacional em diversas cidades do mundo.

Atributo Máximo: entre 0 e 6% (pois diz que existe uma fluidez de pessoas, produtos e serviços na cidade, está abaixo do valor da cidade com melhor desempenho conforme o *ranking*).

Atributo Mínimo: acima de 18% (pois se trata de um percentual atingido pelos 20% melhores desempenhos mundiais conforme o ranking).

- Indicador Nível de segurança no trânsito

Objetivo: O índice mostra a taxa de morte no trânsito a cada 100 mil habitantes. Ela possibilita avaliar o nível da qualidade e segurança no trânsito da cidade.

Fonte: DATASUS.

Categoria: nível nacional pois se trata de uma taxa calculada pelo Ministério da Saúde conforme informações coletadas nos municípios.

Atributo Máximo: entre 0 e 3 (índice considerado baixo conforme análise da Organização Mundial de Saúde).

Atributo Mínimo: acima de 15 (índice acima do valor identificado como o mais seguro das regiões brasileiras conforme exposto no documento “Retrato da segurança viária do Brasil”).

- Indicador Oferta de wi-fi em áreas públicas

Objetivo: O índice mostra o número de pontos de wi-fi público disponíveis na cidade. Esse indicador demonstra a facilidade de acesso a informação, comunicação e o fluxo de dados disponíveis aos cidadãos.

Fonte: Páginas das prefeituras sobre programas de rede livre e IBGE.

Categoria: nível nacional pois se trata de uma taxa calculada a partir de informações disponibilizadas pelos governos locais e por pesquisa do IBGE.

Atributo Máximo: acima de 1,0 a cada 10 mil habitantes (índice considerado eficaz para atender as necessidades de acesso sem ter dificuldade para a conexão e transmissão conforme estudo do Senado Federal para proposta de lei)

Atributo Mínimo: abaixo de 0,70 a cada 10 mil habitantes (índice considerado mediano para possibilitar acesso adequado aos usuários conforme estudo de viabilidade do Senado Federal).

- Indicador Gastos com educação

Objetivo: O índice mostra o percentual do orçamento público destinado a despesas correntes e de capital na área da educação. Quanto maior o percentual, melhor é a qualidade da educação ofertada aos cidadãos.

Fonte: IPEA data e Painel de Municípios (CGU).

Categoria: nível nacional pois se trata de uma taxa calculada por órgãos públicos conforme dados contábeis coletados.

Atributo Máximo: acima de 31% (índice acima da média considerada aos países da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico - OECD).

Atributo Mínimo: igual ou abaixo de 25% (índice mínimo de investimento previsto pela Constituição de 88 aos municípios).

- Indicador Gastos com saúde

Objetivo: O índice mostra o percentual do orçamento público destinado a despesas correntes e de capital na área da saúde. Quanto maior o percentual, melhor é a qualidade da educação ofertada aos cidadãos.

Fonte: IPEA data e Painel de Municípios (CGU).

Categoria: nível nacional pois se trata de uma taxa calculada por órgãos públicos conforme dados contábeis coletados.

Atributo Máximo: acima de 21% (índice acima da média considerada aos países da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico - OECD).

Atributo Mínimo: igual ou abaixo de 15% (índice mínimo de investimento previsto pela Constituição de 88 aos municípios).

- Indicador Gastos com turismo

Objetivo: O índice mostra o percentual do orçamento municipal destinado a atividades de turismo e lazer. O investimento possibilita melhorar espaço públicos e realizar eventos que sejam atrativos aos cidadãos e aos turistas, o que contribui para o aumento da economia local.

Fonte: Painel de Municípios (CGU).

Categoria: nível nacional pois se trata de uma taxa calculada por órgão público conforme dados contábeis coletados.

Atributo Máximo: acima de 15% (índice considerado elevado conforme o cálculo percentual destinado a outras áreas de despesas essenciais do governo).

Atributo Mínimo: igual ou abaixo a 6% (índice médio de investimentos no turismo a nível mundial conforme estudo do Conselho Mundial de Viagens e Turismo – WTTC).

3.3.2 Dimensão economia

A dimensão Economia infere sobre a capacidade da cidade em gerar riqueza e aplicá-la no desenvolvimento dos serviços, em sua infraestrutura, no bem-estar de sua população e na sua capacidade de gerar emprego. Quando os indicadores demonstram alto desempenho da economia, eles expõem o elevado nível de performance de uma cidade e a tornam mais atrativa para investimentos.

- Indicador PIB (em bilhões de dólares americanos por ano)

Objetivo: mensura a capacidade de produção de um município, ou seja, a sua capacidade de gerar riqueza.

Fonte: IBGE SIDRA

Categoria: nível global pois se trata de um índice calculado mundialmente, que infere sobre a capacidade produtiva de uma região.

Atributo Máximo: Acima de U\$1.660 bilhões (valor acima do PIB médio das cinco primeiras cidades conforme análise da Oxford Economics).

Atributo Mínimo: abaixo de U\$130 bilhões (valor médio do PIB das cinco cidades com os menores desempenhos dentre os 30 melhores índices, conforme o estudo da Oxford Economics).

Fórmula:

$$\text{PIB U\$} = \frac{[\text{PIB R\$}]}{[\text{U\$2,35}]}$$

sendo que o valor do PIB corresponde ao ano de 2014 e a taxa média do câmbio de U\$2,35 é referente ao valor divulgado para o ano de 2014 conforme o site do Banco Central - <http://www.bcb.gov.br/pt-br#!/n/txcambio>.

- Indicador PIB per Capita (em dólar americano por ano)

Objetivo: mensura a capacidade média de um cidadão de ter acesso a bens e serviços.

Fonte: IBGE Cidades

Categoria: nível global pois o índice é calculado mundialmente e infere sobre a disponibilidade do indivíduo em acessar bens e serviços.

Atributo Máximo: acima de U\$60.000,00 (PIB per capita já considerado elevado pelo Fundo Monetário Internacional)

Atributo Mínimo: abaixo de U\$10.000,00 (PIB per capita abaixo do valor médio considerado pelo Fundo Monetário Internacional)

Fórmula:

$$\text{PIB per capita U\$} = \frac{[\text{PIB per capita}]}{[\text{U\$2,35}]}$$

sendo que o valor do PIB corresponde ao ano de 2014 e a taxa média do câmbio de U\$2,35 é referente ao valor divulgado para o ano de 2014 conforme o site do Banco Central - <http://www.bcb.gov.br/pt-br#!/n/txcambio>.

- Indicador Taxa de desemprego

Objetivo: mensura a capacidade do município em absorver capital humano e assim gerar riqueza.

Fonte: PNAD Contínua

Categoria: nível global pois se trata de um índice percentual calculado mundialmente.

Atributo Máximo: entre 0% e 4% é considerada pelo FMI uma taxa de desemprego baixa.

Atributo Mínimo: acima de 10% é considerada uma taxa média para alta conforme classificação do FMI.

- Indicador Índice de Gini

Objetivo: mensura o nível de igualdade na distribuição de renda do município.

Fonte: DATASUS

Categoria: nível global pois trata de um índice padronizado que é calculado mundialmente.

Atributo Máximo: entre 0,00 a 0,20 é considerado, conforme estrutura da análise do índice pela ONU, uma região com distribuição de renda mais igualitária.

Atributo Mínimo: igual ou acima de 0,50 é considerado uma região com performance mediana a ruim, conforme estrutura da análise do índice pela ONU.

- Indicador Balança Comercial

Objetivo: permite mensurar a troca comercial realizada no município e o nível de desenvolvimento de sua produção, ou seja, se ele é capaz de exportar produtos de alto valor agregado e importar recursos materiais ou *commodities*.

Fonte: Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC)

Categoria: nível global pois se trata de mensuração realizada a nível mundial, principalmente após a intensificação das trocas comerciais.

Atributo Máximo: positiva (infeere que a região tem alta capacidade produtiva ou a sua produção tem alto valor agregado).

Atributo Mínimo: negativa (infeere que o município necessita importar mais bens ou produtos devido a sua baixa produção ou seus produtos não têm alto valor agregado).

- Indicador Ambiente Regulatório (Índice de cidades empreendedoras - Endeavor)

Objetivo: permite avaliar o impacto das políticas tributárias e econômicas perante o faturamento das empresas e assim, demonstrar a capacidade de ofertar um ambiente propício ao desenvolvimento econômico.

Fonte: Índice Brasil de cidades empreendedoras 2016.

Categoria: nível local pois se trata de um índice calculado por organização brasileira que realiza avaliações conforme dados econômicos do Brasil.

Atributo Máximo: entre 9,5 a 10,0 conforme avaliação da Endeavor para uma ótima performance municipal.

Atributo Mínimo: abaixo de 7,0 pois já é considerado uma performance mediana conforme análise da Endeavor.

- Indicador Acesso a Capital (Índice de cidades empreendedoras - Endeavor)

Objetivo: propicia avaliar o nível de endividamento das empresas na região por meio do acesso a operações de crédito e o acesso a capital de risco.

Fonte: Índice Brasil de cidades empreendedoras 2016.

Categoria: nível local pois se trata de um índice calculado por organização brasileira que realiza avaliações conforme dados econômicos do Brasil.

Atributo Máximo: entre 9,5 a 10,0 conforme avaliação da Endeavor para uma ótima performance municipal.

Atributo Mínimo: abaixo de 7,0 pois já é considerado uma performance mediana conforme análise da Endeavor.

3.3.3 Dimensão legislação

A dimensão Legislação tem por objetivo auxiliar na regularização e normatização do uso de tecnologias e de dados no ambiente político, econômico e social, além de fomentar por meio de leis as políticas públicas para o desenvolvimento dos serviços sob o aspecto da "Smart City".

- Indicador Índice da Transparência pública

Objetivo: permite que os cidadãos possam acompanhar e fiscalizar as políticas desenvolvidas e o uso dos recursos no município, conforme as leis brasileiras que se referem a transparência no Brasil e o acesso à informação (Lei 12.527/11).

Fonte: Ministério Público Federal – Mapa da Transparência

Categoria: nível nacional, por ser um índice calculado por órgão público brasileiro para avaliar as cidades do país em programa de combate a corrupção.

Atributo Máximo: 10,0 (máximo permitido pelo índice)

Atributo Mínimo: entre 0,0 e 5,9 (faixa de desempenho já classificada como desempenho médio pelo índice).

- Indicador Número de vereadores (número máximo da categoria por faixa populacional)

Objetivo: assegurar que grupos de cidadãos tenham representatividade no governo do município a fim de criarem políticas eficientes para as questões globais e distintas a cada grupo, e de acordo com o limite orçamentário disposto ao custeio destes atores.

Fonte: Superior Tribunal Federal (art. 29 da Constituição Federal de 1988)

Categoria: nível nacional, pois na CF 88, o artigo 29 delimita o número máximo de vereadores permitidos por município conforme o número total de habitantes.

Atributo Máximo: Sim (assegura o número máximo o que indica maior representatividade dos grupos na câmara municipal).

Atributo Mínimo: Não (não assegura a maior representatividade dos grupos na câmara municipal).

- Indicador Percentual de vereadores mulheres

Objetivo: permite que cidadãos do sexo feminino tenham representatividade no plenário municipal.

Fonte: Câmara municipal e Câmara Legislativa do DF.

Categoria: nível global, por ser uma informação que permite analisar o avanço na equidade de gênero da cidade.

Atributo Máximo: igual ou acima de 50% (indica igualdade de gênero em órgão de representatividade dos cidadãos).

Atributo Mínimo: entre 0% e 20% (indica baixa representatividade).

3.3.4 Dimensão tecnologia

A dimensão tecnologia é considerada um dos pilares para a construção de uma cidade inteligente, já que por meio do uso de recursos tecnológicos há a facilitação do fluxo de pessoas, dados, materiais e produtos em uma cidade. Isso contribuí para tornar o município mais eficiente sob o aspecto da produtividade, facilitar o processo de comunicação e interação entre os cidadãos e promover o bem-estar das pessoas que usufruem do sistema.

- Indicador Top 200 universidades

Objetivo: ter acesso a uma das melhores universidades do mundo significa ter disponível o ensino, a pesquisa e o desenvolvimento de conhecimento de qualidade e inovadores que irão impactar no crescimento científico da população.

Fonte: Times Higher Education.

Categoria: nível global, por ser uma informação que avalia as universidades de todo o mundo pelo critério de ensino, pesquisa, produção de conhecimento e reputação internacional.

Atributo Máximo: Sim (assegura que a cidade oferece um ensino classificado como de excelente qualidade)

Atributo Mínimo: Não (não assegura a disponibilidade de acesso a um ensino classificado como de excelente qualidade).

- Indicador Número de patentes ao ano

Objetivo: registro de patentes anualmente significa que as pessoas e empresas situadas na localidade têm o carácter inovador e buscam soluções a fim de mitigar problemas existentes ou com intuito de criar demandas que podem facilitar a vida de cidadãos.

Fonte: INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

Categoria: nível global, por ser uma informação que auxilia a avaliar a capacidade de inovação dos cidadãos e indústria.

Atributo Máximo: maior do que 3000 patentes anuais.

Atributo Mínimo: entre 0 e 500 patentes anuais registradas (indica baixa capacidade em inovação).

- Indicador Acesso a Banda Larga

Objetivo: o acesso a banda larga significa que os cidadãos são conectados com o que ocorre no mundo, eles podem difundir conhecimento e cultura, exercer influência sobre outras populações e aprimorar seus estudos e pesquisas.

Fonte: IBGE - PNAD

Categoria: nível global, por ser um dado de que permite avaliar o acesso tecnológico da população em geral.

Atributo Máximo: entre 90% a 100% dos domicílios (infere que os cidadãos possuem infraestrutura de acesso a internet de melhor qualidade e velocidade).

Atributo Mínimo: entre 0% e 60% dos domicílios (indica que poucos cidadãos possuem acesso a internet de melhor qualidade e velocidade).

- Indicador Acesso a computador

Objetivo: acesso ao computador permite aprimorar o conhecimento dos cidadãos em relação a manuseios tecnológicos e introduzir o uso da tecnologia na rotina dos indivíduos.

Fonte: IBGE - PNAD

Categoria: nível global, por ser um dado de que permite avaliar o acesso tecnológico da população em geral.

Atributo Máximo: entre 90% a 100% dos domicílios (infere que os cidadãos possuem acesso a tecnologias consideradas básicas).

Atributo Mínimo: entre 0% e 60% dos domicílios (indica que poucos cidadãos possuem acesso a tecnologias consideradas básicas).

- Indicador Acesso a Smartphone

Objetivo: o acesso ao smartphone, considerado uma tecnologia introduzida à rotina diária dos cidadãos, permite facilitar a comunicação entre os indivíduos e promover a conexão a informações a nível mundial.

Fonte: IBGE - PNAD

Categoria: nível global, por ser um dado de que permite avaliar o acesso tecnológico da população em geral.

Atributo Máximo: entre 90% a 100% da população (infeere que os cidadãos possuem facilidade de acesso a tecnologia introduzida a rotina diária como meio de comunicação).

Atributo Mínimo: entre 0% e 60% da população (indica que poucos cidadãos possuem acesso a tecnologia já introduzida a rotina diária da maioria da população mundial).

- Indicador Inovação (Índice de cidades empreendedoras - Endeavor)

Objetivo: analisa a capacidade da cidade em gerar inovações e em usar tecnologias para o seu desenvolvimento o que a tornaria mais competitiva perante outras cidades.

Fonte: Índice Brasil de cidades empreendedoras 2016.

Categoria: nível nacional, por ser um dado calculado por instituição nacional em pesquisa aplicada às cidades brasileiras.

Atributo Máximo: entre 9,5 a 10,0 (infeere que a cidade tem um ambiente altamente propício à inovação pois proporciona um elevado nível de recursos para que a inovação ocorra como também recebe um alto nível de resultados).

Atributo Mínimo: menor do que 7,0 (indica que o ambiente inovador é mediano pois está abaixo de 70% da sua capacidade ideal).

3.3.5 Dimensão relações sociais

A dimensão de relações sociais se refere ao nível educacional e cultural das pessoas residentes da cidade, a facilidade de acesso que elas têm a esses serviços e também a opções de lazer, e ao fluxo de indivíduos que transitam pelo município devido a atratividade econômica e turística da localidade. Como o desenvolvimento de uma cidade inteligente considera os cidadãos atores que irão participar

ativamente do processo de transformação ou usufruir dele, é necessário analisar a capacidade social presente.

- Indicador Número de teatros e casas de show

Objetivo: o acesso a eventos culturais contribuí para o desenvolvimento do capital humano segundo o Programa das Nações Unidas.

Fonte: Ministério da Cultura – Mapa da Cultura.

Categoria: nível global, por ser espaços culturais de reconhecimento global.

Atributo Máximo: igual ou acima a 400 (conforme a média calculada para as cinco capitais mundiais que apresentam maior número de teatros).

Atributo Mínimo: abaixo de 100 (conforme o cálculo de número de teatros por 100 mil habitantes não chega a 1%, o que representa um baixo índice de oferta na cidade).

- Indicador Número de museus e galerias de arte

Objetivo: o acesso a eventos culturais contribuí para o desenvolvimento do capital humano segundo o Programa das Nações Unidas.

Fonte: Ministério da Cultura – Mapa da Cultura.

Categoria: nível global, por ser espaços culturais de reconhecimento global.

Atributo Máximo: igual ou acima a 700 (conforme a média calculada para as cinco capitais mundiais que apresentam maior número de museus e galerias de arte).

Atributo Mínimo: abaixo de 100 (conforme o cálculo de número de museus e galerias por 100 mil habitantes que não chega a 1%, o que representa um baixo índice de oferta na cidade).

- Indicador Número de Hotéis

Objetivo: o número de hotéis disponíveis em uma cidade significa o nível de atratividade que ela é para turistas ou para negócios.

Fonte: IBGE - PSH.

Categoria: nível global, por permitir comparação entre as grandes cidades no mundo.

Atributo Máximo: acima de 1500 (conforme o valor médio calculado para as cidades mais turísticas do mundo).

Atributo Mínimo: abaixo de 100 (conforme o cálculo da média de hotéis das capitais brasileiras).

- Indicador Residentes não naturais do município e Estado

Objetivo: o número de residentes estrangeiros demonstra a importância da cidade e sua reputação positiva perante a outras cidades nos aspectos de segurança, economia e social.

Fonte: IBGE - SIDRA.

Categoria: nível global, por ser um cálculo de mensuração padronizada.

Atributo Máximo: entre 80 a 100% (significa uma cidade com alto poder de atração).

Atributo Mínimo: entre 0 a 20% (significa uma cidade com baixo poder atrativo).

- Indicador Turistas internacionais por ano

Objetivo: o número de turistas estrangeiros mostra a atratividade da cidade e a sua importância internacional quando se refere a outros países, além de contribuir para a arrecadação financeira do município por meio da atividade turística.

Fonte: Anuário Estatístico – Polícia Federal.

Categoria: nível global, por ser um indicador relacionado a fluxo de turistas estrangeiros.

Atributo Máximo: acima de 18 milhões de turistas estrangeiros por ano (média calculada para as cinco capitais mundiais que recebem mais turistas no mundo).

Atributo Mínimo: igual ou abaixo de 1 milhão de turistas (número acima da média brasileira de visitantes estrangeiros conforme o cálculo pelas regiões de federação).

- Indicador Nível educacional com curso técnico ou superior

Objetivo: demonstra o nível educacional dos cidadãos e o valor do capital humano para o desenvolvimento da cidade.

Fonte: IBGE SIS 2015.

Categoria: nível global, por ser um cálculo padronizado sobre a população total.

Atributo Máximo: entre 80 a 100% (significa uma cidade com o nível educacional elevado).

Atributo Mínimo: entre 0 a 20% (significa uma cidade com baixo nível educacional).

- Indicador Número de instituições de curso superior aprovadas pelo MEC

Objetivo: demonstra a capacidade de desenvolver o nível educacional e científico do capital humano.

Fonte: e-MEC.

Categoria: nível nacional, por ser um número registrado conforme as normas de cadastro estabelecida pelo Ministério de Educação.

Atributo Máximo: acima de 100 instituições (número maior do que a média de instituições calculada por capitais brasileiras).

Atributo Mínimo: entre 0 a 40 (significa uma cidade com baixa oferta de curso superior pois está abaixo de 50% da média das capitais brasileiras).

- Indicador IDHM

Objetivo: se refere ao nível de desenvolvimento social e humano das pessoas que residem na cidade, ou seja, diz sobre o acesso a renda e a qualidade de vida disponível aos cidadãos.

Fonte: PNUD – Atlas do desenvolvimento humano no Brasil.

Categoria: nível nacional, por ser um índice definido para os municípios brasileiros pelo PNUD.

Atributo Máximo: entre 0,90 a 1,00 (significa um índice muito elevado conforme categorização para o IDHM).

Atributo Mínimo: entre 0,00 a 0,50 (significa um índice considerado muito baixo conforme a categorização para o IDHM).

3.3.6 Dimensão sustentabilidade

A dimensão Sustentabilidade no contexto de uma cidade inteligente garante a oferta de recursos para atender as necessidades da cidade (cidadãos, indústria, comércio e serviços) no contexto presente como para os cenários futuros, e contribuir para a promoção da qualidade de vida dos cidadãos. Esse cenário infere que os recursos e processos são utilizados de forma eficiente.

- Indicador Emissão de NO₂

Objetivo: mensurar o nível de dióxido de nitrogênio emitido por ser considerado um dos gases de efeito estufa e está diretamente relacionado ao aquecimento global.

Fonte: IBGE – IDS 2015.

Categoria: nível nacional, por ser um índice calculado conforme os órgãos estaduais.

Atributo Máximo: abaixo de 10 mg/m³ no período de 8 horas (conforme orientações da Organização Mundial de Saúde).

Atributo Mínimo: acima de 17 mg/m³ no período de 8 horas (conforme padrão de estado de alerta pela resolução CONAMA).

- Indicador Nível de partículas suspensas PM_{2.5}

Objetivo: mensurar o nível de poluição do ar pela quantidade de partículas suspensas. O PM_{2.5} é o mais perigoso para a saúde humana pois está relacionado a doenças respiratórias e cardíacas.

Fonte: Organização Mundial de Saúde.

Categoria: nível mundial, por ser um índice definido pela Organização Mundial de Saúde.

Atributo Máximo: abaixo ou igual a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (significa um índice de baixo risco para a saúde conforme categorização da OMS).

Atributo Mínimo: acima de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (significa um índice de baixo risco para a saúde conforme a resolução do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente).

- Indicador Nível de partículas suspensas PM10

Objetivo: mensurar o nível de poluição do ar pela quantidade de partículas suspensas. O PM10 é considerado perigoso para a saúde humana pois está relacionado a doenças respiratórias.

Fonte: Organização Mundial de Saúde.

Categoria: nível mundial, por ser um índice definido pela Organização Mundial de Saúde.

Atributo Máximo: abaixo ou igual a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (significa um índice de baixo risco para a saúde conforme categorização da OMS).

Atributo Mínimo: acima de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (significa um índice de baixo risco para a saúde conforme a resolução do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente).

- Indicador Arborização de vias públicas

Objetivo: se refere ao percentual de domicílios em vias públicas que possuem arborização, o que contribuí para elevar o índice de área verde na cidade. Ter área verde contribuí para auxiliar no controle de umidade e temperatura do meio urbano e no conforto humano.

Fonte: IBGE - Cidades.

Categoria: nível nacional, por ser um índice calculado por órgão nacional conforme suas próprias medições.

Atributo Máximo: entre 95% a 100% (significa um índice muito elevado que contribuirá para o nível de área verde do município).

Atributo Mínimo: abaixo de 80% (significa um índice médio em que a sua contribuição para o nível de área verde não será significativa).

- Indicador Esgotamento sanitário

Objetivo: se refere ao percentual de domicílios que possuem um esgotamento sanitário acessível o que contribuí para a não contaminação do solo e da água na região.

Fonte: IBGE - Cidades.

Categoria: nível nacional, por ser um índice calculado por órgão nacional conforme suas próprias medições.

Atributo Máximo: entre 98% a 100% (significa um índice muito elevado que contribuirá para a preservação do solo e da água da cidade).

Atributo Mínimo: abaixo de 88% (significa um índice em estado de atenção pois a sua contribuição para a contaminação do solo e da água é maior).

- **Indicador Lixo não tratado**

Objetivo: se refere ao percentual do lixo coletado e que é enviado a lixões, o que representa alto índice de contaminação do solo, água e contribuí negativamente para a qualidade de vida dos habitantes da cidade.

Fonte: IBGE – Pesquisa nacional de saneamento básico 2000.

Categoria: nível nacional, por ser um cálculo a partir da coleta de dados nacionais de um órgão federal.

Atributo Máximo: entre 0 a 5% (significa um índice muito elevado de tratamento de lixo).

Atributo Mínimo: entre 20 a 100% (significa que a maior parte do lixo coletado não recebe tratamento).

3.4 O modelo analítico proposto

Após a identificação de cada dimensão que irá estruturar o modelo de análise, os indicadores que a compõem e os seus respectivos atributos, foi realizada a etapa de modelagem analítica do problema com a ajuda de um especialista na área. Assim, as matrizes de julgamento para cada dimensão e a matriz de julgamento global foram elaboradas conforme a metodologia da ferramenta AHP, e as respectivas escalas foram atribuídas pelo pesquisador baseado nas inferências sobre os assuntos conforme o referencial teórico. Também foi calculado o índice de consistência (IC) para cada uma a fim de certificar se os valores atribuídos eram satisfatórios para a análise.

O resultado da identificação dos pesos por dimensão e por indicador e o nível de preferência a cada atributo resultaram nas seguintes planilhas:

3.4.1 Dimensão gestão

Tabela 1 - Modelo da dimensão Gestão

Dimensão (j)	w _j	Dimensão (i)	w _i	Atributo (i)	V _k	w _j w _i V _k
Gestão	36,18%	Índice de crimes (taxa de mortes por 100.000 habitantes - mapa da violência)	26,84%	3,0 > Índice de crimes ≤ 0,0	100	9,71
				3,0 ≤ Índice de crimes < 7,0	75	7,28
				7,0 ≤ Índice de crimes < 11,0	50	4,86
				11,0 ≤ Índice de crimes < 15,0	25	2,43
				Índice de crimes ≥ 15,0	0	0,00
Gestão	36,18%	Nível de segurança no trânsito (taxa de mortes por 100.000 habitantes)	17,59%	3,0 > Segurança no trânsito ≤ 0,0	100	6,36
				3,0 ≤ Segurança no trânsito < 7,0	75	4,77
				7,0 ≤ Segurança no trânsito < 11,0	50	3,18
				11,0 ≤ Segurança no trânsito < 15,0	25	1,59
				Segurança no trânsito ≥ 15,0	0	0,00
Gestão	36,18%	Percentual de gastos com educação	17,42%	Gastos com educação > 31% RCL	100	6,30
				29% RCL < Gastos com educação ≤ 31% RCL	75	4,73
				27% RCL < Gastos com educação ≤ 29% RCL	50	3,15
				25% RCL < Gastos com educação ≤ 27% RCL	25	1,58
				0% RCL ≤ Gastos com educação ≤ 25% RCL	0	0,00
Gestão	36,18%	Índice de Efetividade do SUS	10,86%	Índice de Efetividade do SUS > 9	100	3,93
				8 < Índice de Efetividade do SUS ≤ 9	75	2,95
				7 < Índice de Efetividade do SUS ≤ 8	50	1,96
				6 < Índice de Efetividade do SUS ≤ 7	25	0,98
				Índice de Efetividade do SUS ≤ 6	0	0,00
Gestão	36,18%	Percentual de gastos com saúde	9,89%	Gastos com saúde > 21% RCL	100	3,58
				19% RCL < Gastos com saúde ≤ 21% RCL	75	2,68
				17% RCL < Gastos com saúde ≤ 19% RCL	50	1,79
				15% RCL < Gastos com saúde ≤ 17% RCL	25	0,89
				0% RCL ≤ Gastos com saúde ≤ 15% RCL	0	0,00
Gestão	36,18%	Expectativa de vida	5,96%	Expectativa de vida > 85	100	2,16
				80 < Expectativa de vida ≤ 85	75	1,62
				75 < Expectativa de vida ≤ 80	50	1,08
				70 < Expectativa de vida ≤ 75	25	0,54
				Expectativa de vida ≤ 70	0	0,00
Gestão	36,18%	Infraestrutura (Índice de cidades empreendedoras - Endeavor)	4,95%	9,5 < Infraestrutura ≤ 10	100	1,79
				9,0 < Infraestrutura ≤ 9,5	75	1,34
				8,0 < Infraestrutura ≤ 9,0	50	0,90
				7,0 < Infraestrutura ≤ 8,0	25	0,45
				Infraestrutura ≤ 7,0	0	0,00
Gestão	36,18%	Qualidade do trânsito (Tomtom Traffic Index)	2,88%	10% > Traffic Index ≤ 0%	100	1,04
				15% > Traffic Index ≤ 10%	75	0,78
				20% > Traffic Index ≤ 15%	50	0,52
				25% > Traffic Index ≤ 20%	25	0,26
				Traffic Index ≥ 25%	0	0,00
Gestão	36,18%	Oferta de wi-fi em áreas públicas (n° de pontos / 10 mil habitantes)	1,94%	Wi-fi público ≥ 1,00	100	0,70
				0,90 ≤ Wi-fi público < 1,00	75	0,53
				0,80 ≤ Wi-fi público < 0,90	50	0,35
				0,70 ≤ Wi-fi público < 0,80	25	0,18
				Wi-fi público ≤ 0,70	0	0,00
Gestão	36,18%	Percentual de gastos com turismo	1,68%	Gastos com turismo > 15% RCL	100	0,61
				12% RCL < Gastos com turismo ≤ 15% RCL	75	0,46
				9% RCL < Gastos com turismo ≤ 12% RCL	50	0,30
				6% RCL < Gastos com turismo ≤ 9% RCL	25	0,15
				0% RCL ≤ Gastos com turismo ≤ 6% RCL	0	0,00

100,0%

Σ

3.4.2 Dimensão economia

Tabela 2 - Modelo da dimensão Economia

Dimensão (j)	w _j	Dimensão (i)	w _i	Atributo (i)	V _k	w _j w _i V _k
Economia	27,86%	Taxa de desemprego	40,86%	0% ≤ Taxa de desemprego ≤ 4%	100	11,38
				4% < Taxa de desemprego ≤ 6%	75	8,54
				6% < Taxa de desemprego ≤ 8%	50	5,69
				8% < Taxa de desemprego ≤ 10%	25	2,85
				Taxa de desemprego > 10%	0	0,00
Economia	27,86%	PIB (em bilhões por ano)	23,43%	PIB (em bilhões) ≥ U\$1660	100	6,53
				U\$866 < PIB (em bilhões) ≤ U\$1660	75	4,90
				U\$415 < PIB (em bilhões) ≤ U\$866	50	3,26
				U\$130 < PIB (em bilhões) ≤ U\$415	25	1,63
				PIB (em bilhões) ≤ U\$130	0	0,00
Economia	27,86%	Índice de Gini	15,17%	0,00 ≤ Índice de Gini ≤ 0,20	100	4,23
				0,20 < Índice de Gini ≤ 0,30	75	3,17
				0,30 < Índice de Gini ≤ 0,40	50	2,11
				0,40 < Índice de Gini ≤ 0,50	25	1,06
				Índice de Gini ≥ 0,50	0	0,00
Economia	0,27859	Balança Comercial	7,44%	Positiva	100	2,07
				Negativa	0	0,00
Economia	27,86%	PIB per Capita (por ano)	6,50%	PIB per Capita ≥ U\$60.000,00	100	1,81
				U\$40.000,00 < PIB per Capita ≤ U\$60.000,00	75	1,36
				U\$20.000,00 < PIB per Capita ≤ U\$40.000,00	50	0,91
				U\$10.000,00 < PIB per Capita ≤ U\$20.000,00	25	0,45
				PIB per Capita ≤ U\$10.000,00	0	0,00
Economia	27,86%	Ambiente Regulatório (Índice de cidades empreendedoras - Endeavor)	3,91%	9,5 < Ambiente Regulatório ≤ 10	100	1,09
				9,0 < Ambiente Regulatório ≤ 9,5	75	0,82
				8,0 < Ambiente Regulatório ≤ 9,0	50	0,55
				7,0 < Ambiente Regulatório ≤ 8,0	25	0,27
				Ambiente Regulatório ≤ 7,0	0	0,00
Economia	27,86%	Acesso a Capital (Índice de cidades empreendedoras - Endeavor)	2,68%	9,5 < Acesso a capital ≤ 10	100	0,75
				9,0 < Acesso a capital ≤ 9,5	75	0,56
				8,0 < Acesso a capital ≤ 9,0	50	0,37
				7,0 < Acesso a capital ≤ 8,0	25	0,19
				Acesso a capital ≤ 7,0	0	0,00
100,0%				Σ		

3.4.3 Dimensão tecnologia

Tabela 3 - Modelo da dimensão Tecnologia

Dimensão (j)	w _j	Dimensão (i)	w _{ij}	Atributo (i)	V _k	w _j w _{ij} V _k
Tecnologia	8,27%	Inovação (Índice de cidades empreendedoras - Endeavor)	35,96%	9,5 < Inovação ≤ 10	100	2,97
				9,0 < Inovação ≤ 9,5	75	2,23
				8,0 < Inovação ≤ 9,0	50	1,49
				7,0 < Inovação ≤ 8,0	25	0,74
				Inovação ≤ 7,0	0	0,00
Tecnologia	8,27%	Acesso a Banda Larga	22,42%	90% < Banda Larga ≤ 100%	100	1,86
				80% < Banda Larga ≤ 90%	75	1,39
				70% < Banda Larga ≤ 80%	50	0,93
				60% < Banda Larga ≤ 70%	25	0,46
				0% ≤ Banda Larga ≤ 60%	0	0,00
Tecnologia	8,27%	Acesso a Smartphone	17,29%	90% < Acesso a Smartphone ≤ 100%	100	1,43
				80% < Acesso a Smartphone ≤ 90%	75	1,07
				70% < Acesso a Smartphone ≤ 80%	50	0,72
				60% < Acesso a Smartphone ≤ 70%	25	0,36
				0% ≤ Acesso a Smartphone ≤ 60%	0	0,00
Tecnologia	8,27%	Acesso a computador	14,94%	90% < Acesso a computador ≤ 100%	100	1,24
				80% < Acesso a computador ≤ 90%	75	0,93
				70% < Acesso a computador ≤ 80%	50	0,62
				60% < Acesso a computador ≤ 70%	25	0,31
				0% ≤ Acesso a computador ≤ 60%	0	0,00
Tecnologia	8,27%	Número de patentes ao ano	6,63%	Número de patentes > 3000	100	0,55
				2000 < Número de patentes ≤ 3000	75	0,41
				1000 < Número de patentes ≤ 2000	50	0,27
				500 < Número de patentes ≤ 1000	25	0,14
				0 ≤ Número de patentes ≤ 500	0	0,00
Tecnologia	8,27%	Top 200 universidades	2,76%	Sim	100	0,23
				Não	0	0,00
			100,0%	Σ		

3.4.4 Dimensão legislação

Tabela 4 - Modelo da dimensão Legislação

Dimensão (j)	w _j	Dimensão (i)	w _{ij}	Atributo (i)	V _k	w _j w _{ij} V _k
Legislação	20,93%	Índice da Transparência pública	73,06%	9,0 ≤ Índice da Transparência pública ≤ 10,0	100	15,30
				8,0 ≤ Índice da Transparência pública ≤ 8,9	75	11,47
				7,0 ≤ Índice da Transparência pública ≤ 7,9	50	7,65
				6,0 ≤ Índice da Transparência pública ≤ 6,9	25	3,82
				0,0 ≤ Índice da Transparência pública ≤ 5,9	0	0,00
Legislação	20,93%	Percentual de vereadores mulheres	18,84%	Vereadores mulheres > 50%	100	3,94
				40% < Vereadores mulheres ≤ 50%	75	2,96
				30% < Vereadores mulheres ≤ 40%	50	1,97
				20% < Vereadores mulheres ≤ 30%	25	0,99
				0% ≤ Vereadores mulheres ≤ 20%	0	0,00
Legislação	20,93%	Número de vereadores (nº máximo por faixa populacional)	8,10%	Sim	100	1,69
				Não	0	0,00
			100,0%	Σ		

3.4.5 Dimensão sustentabilidade

Tabela 5 - Modelo da dimensão Sustentabilidade

Dimensão (j)	w _j	Indicador(i)	w _i	Atributo (i)	V _k	w _j w _i V _k
Sustentabilidade	3,17%	Esgotamento sanitário	42,76%	98% < Esgotamento sanitário ≤ 100%	100	1,35
				95% < Esgotamento sanitário ≤ 98%	75	1,02
				92% < Esgotamento sanitário ≤ 95%	50	0,68
				88% < Esgotamento sanitário ≤ 92%	25	0,34
				0% < Esgotamento sanitário ≤ 88%	0	0,00
Sustentabilidade	3,17%	Nível de partículas suspensas PM2.5	25,74%	Nível de partículas suspensas PM2.5 ≤ 10 µg/m ³	100	0,82
				10 µg/m ³ < Nível de partículas suspensas PM2.5 ≤ 15 µg/m ³	75	0,61
				15 µg/m ³ < Nível de partículas suspensas PM2.5 ≤ 25 µg/m ³	50	0,41
				25 µg/m ³ < Nível de partículas suspensas PM2.5 ≤ 35 µg/m ³	25	0,20
				Nível de partículas suspensas PM2.5 > 35 µg/m ³	0	0,00
Sustentabilidade	3,17%	Nível de partículas suspensas PM10	12,37%	Nível de partículas suspensas PM10 ≤ 20 µg/m ³	100	0,39
				20 µg/m ³ < Nível de partículas suspensas PM10 ≤ 30 µg/m ³	75	0,29
				30 µg/m ³ < Nível de partículas suspensas PM10 ≤ 50 µg/m ³	50	0,20
				50 µg/m ³ < Nível de partículas suspensas PM10 ≤ 70 µg/m ³	25	0,10
				Nível de partículas suspensas PM10 > 70 µg/m ³	0	0,00
Sustentabilidade	3,17%	Lixo não tratado	10,44%	0% ≥ Lixo não tratado < 5%	100	0,33
				5% ≥ Lixo não tratado < 10%	75	0,25
				10% ≥ Lixo não tratado < 15%	50	0,17
				15% ≥ Lixo não tratado < 20%	25	0,08
				20% ≥ Lixo não tratado ≤ 100%	0	0,00
Sustentabilidade	3,17%	Emissão de NO ₂	5,02%	Emissão de NO ₂ ≤ 100µg/m ³	100	0,16
				100µg/m ³ < Emissão de NO ₂ ≤ 110µg/m ³	75	0,12
				110µg/m ³ < Emissão de NO ₂ ≤ 125µg/m ³	50	0,08
				125µg/m ³ < Emissão de NO ₂ ≤ 140µg/m ³	25	0,04
				Emissão de NO ₂ > 140µg/m ³	0	0,00
Sustentabilidade	3,17%	Arborização de vias públicas	3,67%	95% < Arborização de vias públicas ≤ 100%	100	0,12
				90% < Arborização de vias públicas ≤ 95%	75	0,09
				85% < Arborização de vias públicas ≤ 90%	50	0,06
				80% < Arborização de vias públicas ≤ 85%	25	0,03
				0% < Arborização de vias públicas ≤ 80%	0	0,00
100,0%				Σ		

3.4.6 Dimensão relações sociais

Tabela 6 - Modelo da dimensão Relações Sociais

Dimensão (j)	w _j	Dimensão (i)	w _i	Atributo (i)	V _k	w _j w _i V _k
Relações Sociais	3,58%	Nível educacional com curso técnico ou superior (percentual de pessoas)	32,68%	80% < Nível educacional ≤ 100%	100	1,17
				60% < Nível educacional ≤ 80%	75	0,88
				40% < Nível educacional ≤ 60%	50	0,59
				20% < Nível educacional ≤ 40%	25	0,29
				0% < Nível educacional ≤ 20%	0	0,00
Relações Sociais	3,58%	IDHM	26,79%	0,90 < IDHM ≤ 1,00	100	0,96
				0,80 < IDHM ≤ 0,90	75	0,72
				0,70 < IDHM ≤ 0,80	50	0,48
				0,50 < IDHM ≤ 0,70	25	0,24
				0,00 ≤ IDHM ≤ 0,50	0	0,00
Relações Sociais	3,58%	Turistas internacionais (por 1.000)	15,23%	Turistas internacionais > 18000	100	0,55
				12000 < Turistas internacionais ≤ 18000	75	0,41
				6000 < Turistas internacionais ≤ 12000	50	0,27
				1000 < Turistas internacionais ≤ 6000	25	0,14
				Turistas internacionais ≤ 1000	0	0,00
Relações Sociais	3,58%	Número de teatros e casas de show	6,29%	Teatro e casa de show ≥ 400	100	0,23
				300 ≤ Teatro e casa de show < 400	75	0,17
				200 ≤ Teatro e casa de show < 300	50	0,11
				100 ≤ Teatro e casa de show < 200	25	0,06
				Teatro e casa de show < 100	0	0,00
Relações Sociais	3,58%	Número de museus e galerias de arte	5,90%	Museus e galerias de arte ≥ 700	100	0,21
				500 ≤ Museus e galerias de arte < 700	75	0,16
				300 ≤ Museus e galerias de arte < 500	50	0,11
				100 ≤ Museus e galerias de arte < 300	25	0,05
				Museus e galerias de arte < 100	0	0,00
Relações Sociais	3,58%	Número de instituições de curso superior aprovadas pelo MEC	5,52%	Número de instituições de curso superior > 100	100	0,20
				80 < Número de instituições de curso superior ≤ 100	75	0,15
				60 < Número de instituições de curso superior ≤ 80	50	0,10
				40 < Número de instituições de curso superior ≤ 60	25	0,05
				0 < Número de instituições de curso superior ≤ 40	0	0,00
Relações Sociais	3,58%	Residentes estrangeiros	4,72%	80% < Residentes estrangeiros ≤ 100%	100	0,17
				60% < Residentes estrangeiros ≤ 80%	75	0,13
				40% < Residentes estrangeiros ≤ 60%	50	0,08
				20% < Residentes estrangeiros ≤ 40%	25	0,04
				0% < Residentes estrangeiros ≤ 20%	0	0,00
Relações Sociais	3,58%	Número de Hotéis	2,87%	Número de Hotéis > 1500	100	0,10
				1000 < Número de Hotéis ≤ 1500	75	0,08
				500 < Número de Hotéis ≤ 1000	50	0,05
				100 < Número de Hotéis ≤ 500	25	0,03
				Número de Hotéis ≤ 100	0	0,00
			100,0%	Σ		

4 A APLICAÇÃO DO MODELO NAS CIDADES BRASILEIRAS E A ANÁLISE DE SEUS RESULTADOS

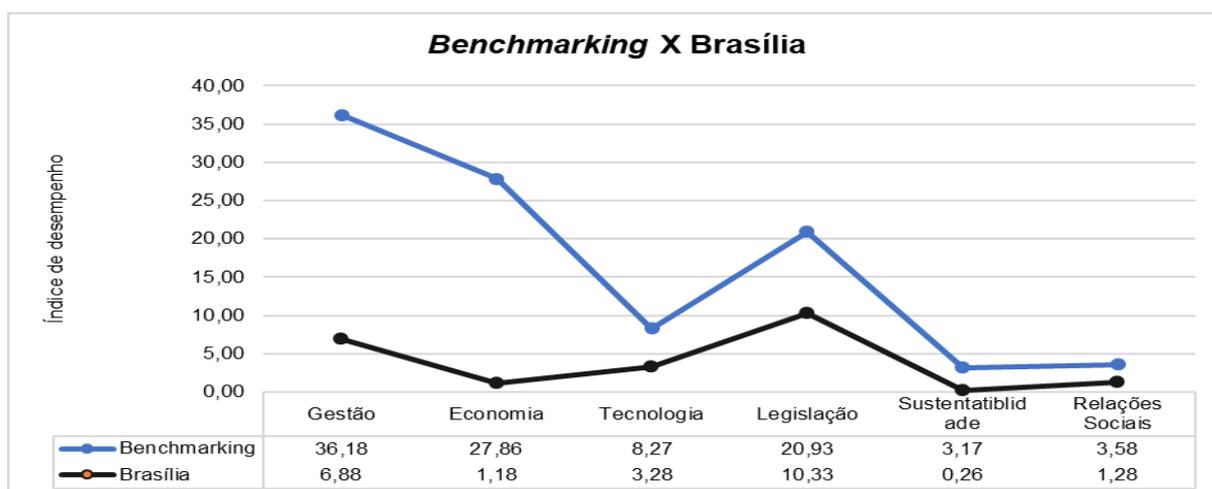
Após o desenvolvimento do modelo de análise multicritério para a tomada de decisão conforme o emprego da ferramenta *Analytic Hierarchy Process* (AHP), foi necessário aplicá-lo com o intuito de verificar os resultados atribuídos a cada município a partir dos seus dados de desempenho coletados. Também foi realizada a identificação do desempenho padrão de uma cidade inteligente conforme as informações de uma performance com atributos máximos. Dessa forma o desempenho de cada capital brasileira escolhida foi calculado pela somatória dos resultados alcançados em cada dimensão distintamente, e o valor global de uma cidade inteligente considerada *benchmarking* foi atribuído o valor de 100,00.

O resultado efetivo a partir das informações identificadas e das análises elaboradas pode ser visualizado pelos gráficos abaixo em que o modelo de desempenho máximo é classificado como o modelo *benchmarking*, e os desempenhos das capitais brasileiras são apresentados nos gráficos de linha a fim de possibilitar a comparação dos resultados e identificar os principais *gaps* por cada dimensão.

4.1 Análise do desempenho da cidade Brasília

Conforme os resultados apresentados pela inclusão dos dados de cada indicador selecionado no modelo construído por meio do uso da AHP, é possível verificar o desempenho da cidade e compará-lo com a performance de uma cidade inteligente classificada como *benchmarking*.

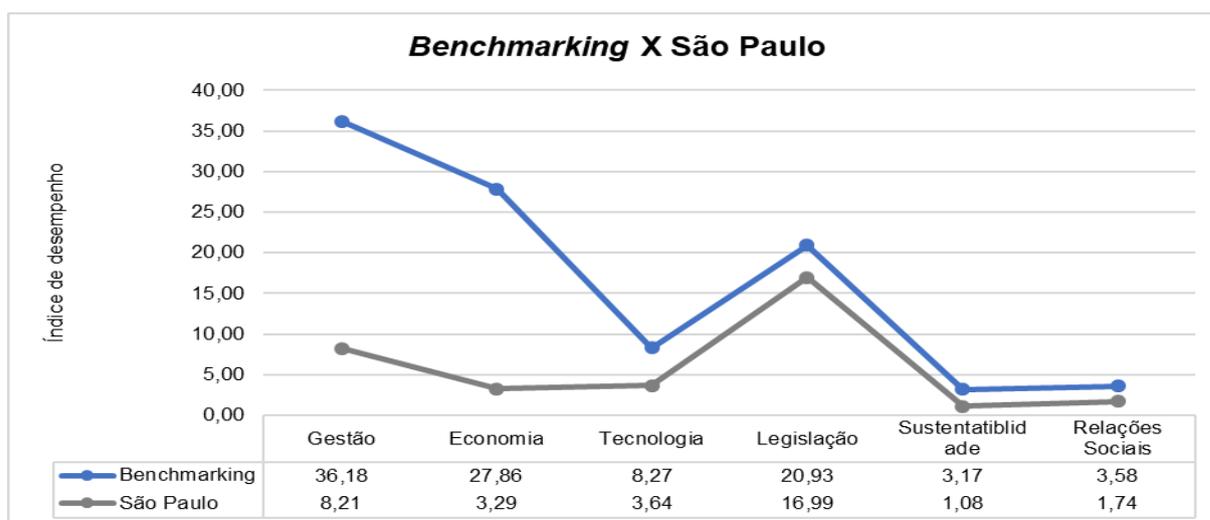
O gráfico¹ representa a análise dos desempenhos das duas cidades e por isso é possível verificar em quais dimensões a cidade Brasília demonstra haver as maiores falhas de performance.

Gráfico 1 - Análise do resultado: Brasília

Após a análise percentual do gráfico 1, verifica-se que a capital federal possui os melhores índices de desempenho nas dimensões Legislação, Tecnologia e Relações Sociais, sendo os valores de 49,34%, 39,70% e 35,57%, respectivamente. Dessa forma os maiores *gaps* podem ser identificados nas dimensões Economia, Sustentabilidade e Gestão, que possuem um déficit de desempenho de 95,77%, 91,89% e 80,98%. É possível inferir que mesmo a dimensão Legislação ter apresentado o maior índice, o próprio resultado não é satisfatório pois não atinge 50% de um desempenho esperado para uma cidade inteligente.

4.2 Análise do desempenho da cidade São Paulo

O mesmo estudo gráfico realizado para a cidade de Brasília é passível de ser aplicado na cidade de São Paulo, com o intuito de comparar o desempenho desta com o modelo máximo, conforme as informações analisadas. Assim o gráfico 2 permite visualizar os resultados gerados com a aplicação do modelo analítico desenvolvido para este estudo.

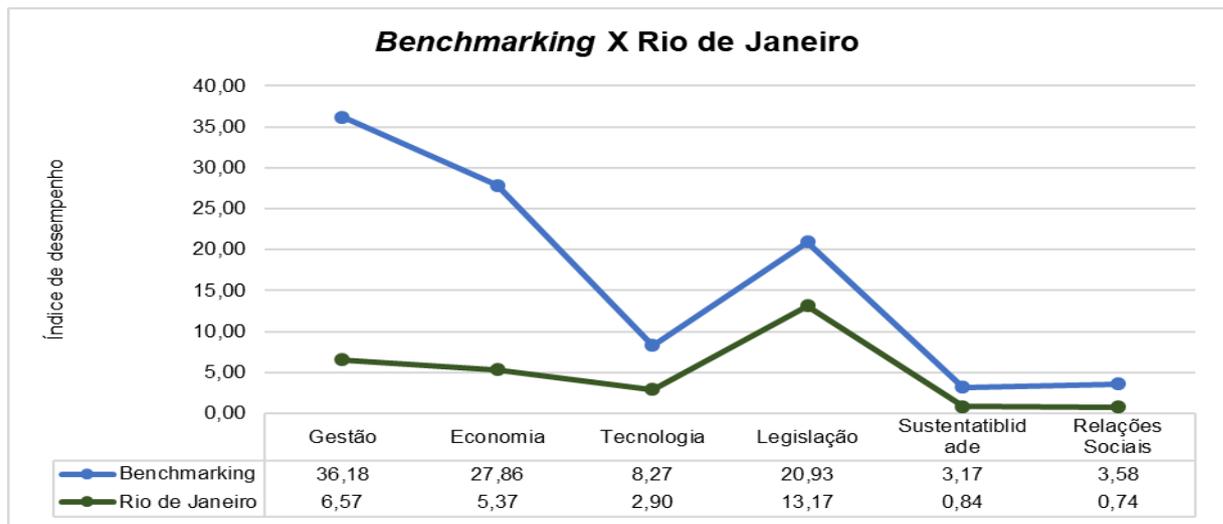
Gráfico 2 - Análise do resultado: São Paulo

A observação analítica do gráfico permite identificar que a cidade de São Paulo possui os melhores desempenhos nas dimensões Legislação com 81,16%, Relações Sociais com 48,59% e Tecnologia com 43,95%. Entretanto existem falhas consideráveis nas dimensões Economia, Gestão e Sustentabilidade, que apresentam percentualmente, os valores 88,21%, 77,30% e 65,75%, respectivamente.

4.3 Análise do desempenho da cidade Rio de Janeiro

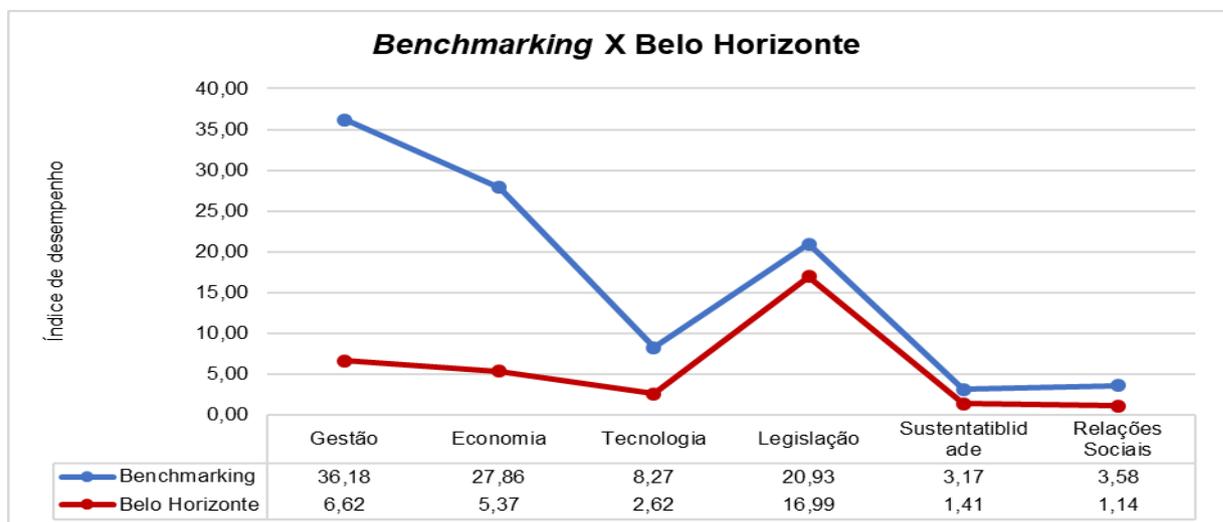
Os resultados analisados no gráfico 3 para a cidade Rio de Janeiro conforme a performance identificada para cada dimensão, mostra que o município possui baixos índices de desempenho. Ou seja, das seis dimensões que caracterizam o padrão de uma cidade inteligente, somente uma apresenta um valor acima de 50%, a qual é a dimensão Legislação com um índice de 62,89%.

Os piores resultados identificados para a cidade Rio de Janeiro foram nas dimensões Gestão com um *gap* de 81,83%, Economia com o *gap* de 80,72%, e na dimensão Relações Sociais com um índice de 79,36% de déficit no desempenho.

Gráfico 3 - Análise do resultado: Rio de Janeiro

4.4 Análise do desempenho da cidade Belo Horizonte

Conforme observação do gráfico 4 que refere ao desempenho alcançado pela cidade Belo Horizonte de acordo com os dados atribuídos aos seus indicadores, a sua performance positiva é similar a atingida pela cidade de São Paulo, com um índice de 81,16% de desempenho para a dimensão Legislação.

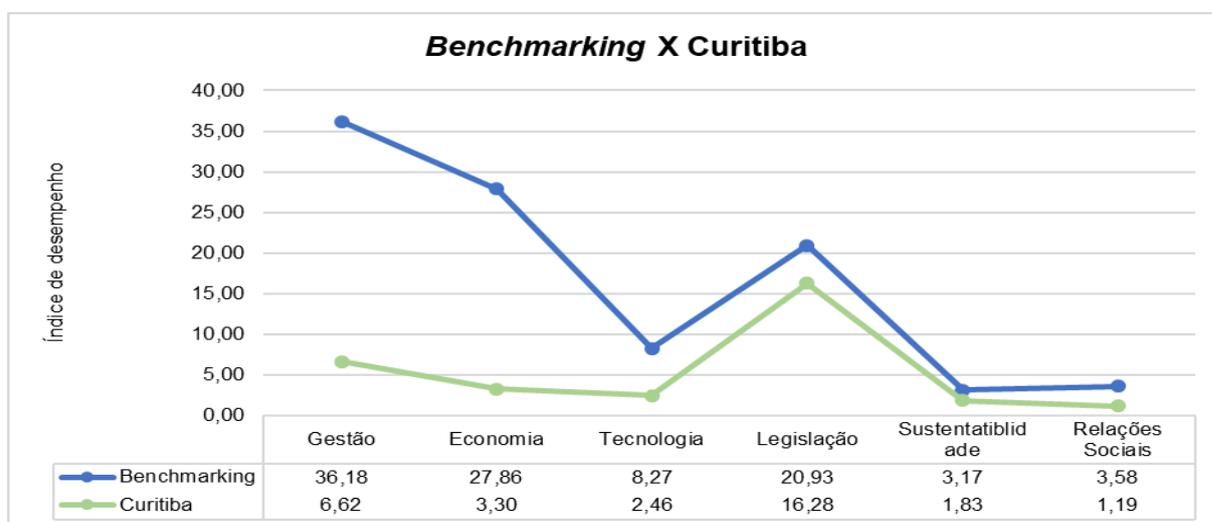
Gráfico 4 - Análise do resultado: Belo Horizonte

No entanto, Belo Horizonte não apresenta outros índices satisfatórios para ser considerada uma performance próxima ao padrão benchmarking definido. Ou seja, as outras cinco dimensões possuem resultados abaixo de 50% de desempenho, sendo as dimensões Gestão, Economia e Tecnologia as que possuem os maiores déficits. Os respectivos valores percentuais são de 81,70%, 80,72% e 68,35%.

4.5 Análise do desempenho da cidade Curitiba

A observação dos valores identificados após a análise dos dados no modelo desenvolvido, mostram um desempenho insatisfatório para a maior cidade da região Sul do Brasil. Mesmo com investimentos reconhecidos na área de mobilidade e tecnologia, a cidade Curitiba apresentou baixo desempenho para as dimensões Economia, Gestão e Tecnologia, sendo os resultados percentuais no valor de 11,84%, 18,30% e 29,78%. Ou seja, são essas áreas que apresentam os piores índices, com *gaps* acima de 70% no mínimo.

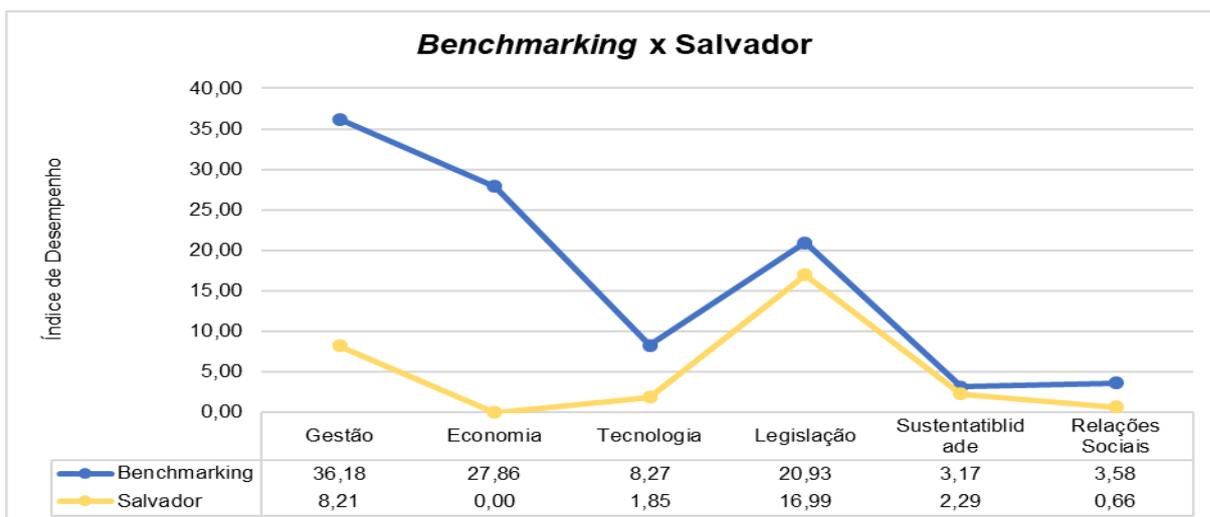
Gráfico 5 - Análise do resultado: Curitiba



Novamente, como ocorreu na análise de outras capitais, é o desempenho na dimensão Legislação é que ocorre o nível mais próximo da performance máxima de uma cidade inteligente, com um resultado de 77,77%.

4.6 Análise do desempenho da cidade Salvador

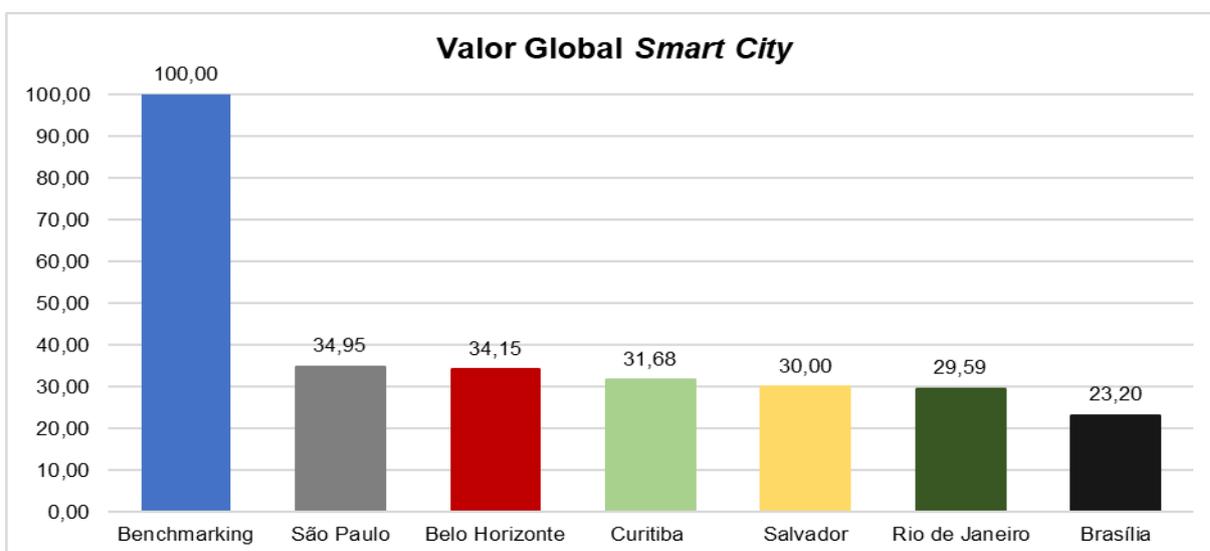
Por meio da análise dos resultados demonstrados no gráfico 6 sobre a capital do estado da Bahia, é possível visualizar um fenômeno preocupante. A dimensão Economia obteve um desempenho de 0% em relação ao perfil definido para a cidade *benchmarking*. E a análise das outras duas dimensões consideradas relevantes ao paradigma de uma cidade inteligente, Salvador também apresentou uma performance preocupante, com *gaps* no valor de 77,31% para a dimensão Gestão e de 77,69% para a dimensão Tecnologia.

Gráfico 6 - Análise do resultado: Salvador

Um cenário favorável ao verificar o desempenho da cidade, é que Salvador também atingiu dois índices superiores, no valor de 81,16% para a dimensão Legislação e de 72,34% para a dimensão Sustentabilidade.

4.7 Análise do desempenho global das seis cidades

Após a análise separada por cada cidade e seus desempenhos alcançados por dimensão estudada, se faz necessário avaliar a performance global de cada uma e hierarquizar conforme os resultados identificados. Dessa forma o gráfico 7 mostra os valores para cada capital brasileira selecionada e ordena os desempenhos de forma decrescente. A identificação hierarquizada possibilita visualizar qual cidade avaliada no estudo apresenta a performance mais próxima ao desempenho máximo de uma cidade *benchmarking*.

Gráfico 7 - Análise do índice global de desempenho Smart City

Assim, a cidade São Paulo apresentou o melhor desempenho global frente as outras cinco capitais. No entanto, os valores globais demonstram que as diferenças de performance não são significativas. A cidade Brasília, que apresentou o pior desempenho possui um resultado com valor correspondente a 66,38% do valor atingido pela cidade com melhor índice.

No entanto, nenhuma cidade conseguiu atingir a margem de 50% de um desempenho máximo padronizado. Todas demonstraram baixa performance, reflexo de resultados inferiores, principalmente nas dimensões e nos indicadores considerados mais representativos a nível do julgamento de importância para o modelo analítico de uma cidade inteligente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentou a aplicação de um modelo multicritérios de análise de decisão para avaliar o desempenho de seis capitais brasileiras conforme a seleção das dimensões e indicadores que compõem o paradigma de uma *Smart City*. A escolha pela aplicação do método AHP possibilitou trabalhar a hierarquização dos elementos analíticos conforme as matrizes de julgamento de acordo com a importância atribuída aos indicadores primordiais de um modelo de cidade inteligente. Essa estratégia permite que a análise considere os fatores subjetivos como o nível de importância atribuído a cada fator, na composição do resultado final que pode auxiliar em um processo de tomada de decisão.

No caso específico deste trabalho, a análise comparativa entre os desempenhos das capitais brasileiras e a performance com o nível de atributos máximos considerados para o desenho de uma cidade *benchmarking* contribuí para responder à questão levantada no estudo. Ou seja, como avaliar a real necessidade de uma cidade para alocar, eficientemente, os recursos disponíveis com o intuito de aprimorar o desenvolvimento urbano de acordo com os princípios de uma cidade inteligente? Quanto a estrutura metodológica aplicada a esta análise permite identificar os maiores déficits de performance, ou também nomeados *gaps*, de acordo com a importância atribuída pelo gestor a cada elemento que constitui um plano de desenvolvimento urbano conforme os preceitos de uma *Smart City*.

É importante ressaltar que o desenvolvimento da estrutura metodológica influenciará no resultado final atingido em cada avaliação de desempenho. No levantamento dos indicadores necessários e na alocação de cada um por dimensão, a seleção dos critérios analíticos e seus atributos para este trabalho foi efetuada conforme o acesso público aos dados. Alguns indicadores não foram considerados para o estudo, devido a falta de mensuração nas cidades brasileiras, ao acesso restrito às informações, ou a falta de padronização do método de análise realizado nos municípios.

Outra limitação deste trabalho foi que a matriz de julgamento foi realizada somente pela pesquisadora com auxílio de um especialista na área de modelos multicritérios de análise de decisão. Para julgar o nível de importância de cada elemento foram consideradas as informações teóricas sobre os temas presentes na literatura sobre cidade inteligente. No entanto, é possível tornar a análise mais

robusta quando as matrizes são elaboradas conforme as opiniões técnicas e científicas de pesquisadores e estudiosos sobre *Smart City*, assim como pelo julgamento de gestores públicos sobre esses indicadores e dimensões, conforme a sua experiência na prática de políticas públicas.

O caso desta pesquisa trata de um estudo inicial sobre a aplicação de MMAD e permite demonstrar a eficaz aplicabilidade da ferramenta AHP para o caso da análise de um plano de desenvolvimento urbano conforme o modelo de cidade inteligente. A possibilidade de aprimorar o desenho analítico estruturado permite que se torne um método significativo para auxiliar a tomada de decisão acerca da alocação de recursos e estruturação de ações e políticas públicas por gestores municipais. E, ao possibilitar que informações sejam mensuradas por seu nível de importância, torna-se possível desenvolver um planejamento urbano mais assertivo e condizente com a realidade da cidade que se analisa.

REFERÊNCIAS

- AHVENNIEMI, H. *et al.* **What are the differences between sustainable and smart cities?** *Cities*, v. 60, p. 234-245, 2017. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/cities>. Acessado em: 27 mar. 2017.
- ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R. M. **Smart Cities: definitions, dimensions, performance, and initiatives.** *Journal of Urban Technology*, v. 22, n. 1, p. 3-21, fev. 2015. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10630732.2014.942092>>. Acessado em: 20 maio 2017.
- ANGELIDOU, M. **Smart city policies: a spatial approach.** *Cities*, v. 41, p. S3-S11, 2014. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/cities>. Acessado em: 27 mar. 2017.
- ANGELIDOU, M. **Smart cities: A conjuncture of four forces.** *Cities*, v. 47, p. 95-106, 2015. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/cities>. Acessado em: 27 mar. 2017.
- BANANI, R. *et al.* **The development of building assessment criteria framework for sustainable non-residential buildings in Saudi Arabia.** *Sustainable Cities and Society*, v.26, p.289-305, 2016. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/scs>. Acessado em: 03 maio 2017.
- BELANCHE, D.; CASALÓ L. V.; ORÚS C. **City attachment and use of urban services: benefits for smart cities.** *Cities*, v. 50, p. 75-81, 2016. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/cities>. Acessado em: 27 mar. 2017.
- BENITES, A. J. (2016) **Análise das cidades inteligentes sob a perspectiva da sustentabilidade: o caso do centro de operações do Rio de Janeiro** (Dissertação de mestrado). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. Disponível em: <http://taurus.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/321541/1/Benites_AnaJane_M.pdf>. Acessado em: 12 ago. 2017.
- CHARBEL A. **The smart city cornerstone: Urban efficiency.** Schneider Electric, 2013. Disponível em: <[http://www.digital21.gov.hk/eng/relatedDoc/download/2013/079%20SchneiderElectric%20\(Annex\).pdf](http://www.digital21.gov.hk/eng/relatedDoc/download/2013/079%20SchneiderElectric%20(Annex).pdf)>. Acessado em: 03 jul. 2017.
- GARTNER, I. R.; ROCHA, C. H.; GRANEMANN S. R. **Modelagem Multicriterial Aplicada a Problemas de Regulação em Áreas Portuárias Privatizadas.** *RAC*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 4, p. 493-517, jul/ago 2012.
- GIFFINGER, R.; GUDRUN, H.; KRAMAR, H. **The role of rankings in growing city competition.** *Urban Research & Practice*, v. 3 n. 3, p.299-312, fev 2010. Disponível em:<<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17535069.2010.524420>>. Acessado em: 20 maio 2017.

- GIFFINGER, R.; GUDRUN, H. **Smart Cities ranking: an effective instrument for the positioning of cities?** *Architecture, City and Environment*, n. 12, p., fev 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228915976_Smart_cities_ranking_An_effective_instrument_for_the_positioning_of_the_cities>. Acessado em: 20 maio 2017.
- GIFFINGER, R. *et al.* **Smart cities: ranking of european medium-sized cities.** Vienna: Centre of Regional Science (SRF), 2007. 25p. Disponível em: <http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf>. Acessado em: 30 maio 2017.
- GIL-GARCÍA, J. R., PARDO, T. A. **E-government success factors: Mapping practical tools to theoretical foundations.** *Government Information Quarterly*, v.22, n. 02 2005, p.187-216. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X05000158>>. Acessado em: 03 jul. 2017.
- GOMES, L.F.A.M., ARAYA, M. C. G., CARIGNANO, C. **Tomada de decisões em cenários complexos.** Brasil, Cengage Learning, 2004. 168 pp.
- HAJDUK, S. **The concept of a smart city in urban management.** *Business, Management and Education*, v.14, p.34-49, 2016. Disponível em: <<http://bme.vgtu.lt/index.php/bme/article/viewFile/319/pdf>>. Acessado em: 18 ago. 2017.
- HARTLEY, J. **Innovation in governance and public services: Past and present.** *Public Money & Management*, v. 25, n. 01, p. 27-34, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/4779518_Innovation_in_Governance_and_Public_Services_Past_and_Present>. Acessado em: 03 jul. 2017.
- IESE BUSINESS SCHOOL. **Cities in Motion Index – Metodología y Modelización.** Pamplona, 2014. Disponível em: <http://www.iese.edu/es/multimedia/Cities%20in%20Motion%20Index%20-%20Metodolog%C3%ADa%20y%20Modelizaci%C3%B3n%20-%20Spanish%20Version_tcm42-137917.pdf>. Acessado em: 03 jul. 2017.
- IESE BUSINESS SCHOOL. **Cities in Motion Index.** Pamplona, 2017. Disponível em: <<http://citiesinmotion.iese.edu/indicecim/?lang=en>>. Acessado em: 30 maio 2017.
- INTELI – Centro de Inovação. **Índice de Cidades Inteligentes – Portugal.** Portugal, 2012. Disponível em: <http://www.inteli.pt/uploads/documentos/documento_1357554966_2590.pdf>. Acessado em 14 ago. 2017.
- INSTITUTE FOR URBAN STRATEGIES. **Global Power City Index.** Tokyo, 2016. Disponível em: <http://mori-m-foundation.or.jp/pdf/GPCI2016_en.pdf>. Acessado em 07 ago. 2017.
- JOHNSON, B. **Cities, systems of innovation and economic development.** *Innovation: Organization & Management*, v.10, p. 146-155, 2008. Disponível em:

< <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.5172/impp.453.10.2-3.146>>. Acessado em: 14 ago. 2017.

KANTER, R. M.; LITOW, S. S. **Informed and interconnected: A manifesto for smarter cities**. Harvard Business School General Management Unit, v. 09, n.141, p. 01-27, 2009. Disponível em: <<http://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/09-141.pdf>>. Acessado em: 03 jul. 2017.

LAZAROIU, G. C.; ROSCIA, M. **Definition methodology for the smart cities model**. Energy, v. 47, p.326-332, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544212007062>>. Acessado em: 14 ago. 2017.

LETAIFA, S. B. **How to strategize smart cities: revealing the SMART model**. Journal of Business Research, v. 68, p. 1414-1419, 2015. Disponível em: <<https://www.journals.elsevier.com/journal-of-business-research/>>. Acessado em: 25 abr. 2017.

LOMBARDI, P. *et al.* **Modelling the smart city performance**. Innovation: The European Journal of Social Science Research, v. 25, n. 2, p. 137-149, jun. 2012. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13511610.2012.660325>>. Acessado em: 04 jun. 2017.

MARSAL-LLACUNA, M. L.; LLINÀS, J. C.; FRIGOLA, J. M. **Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the smart cities initiative**. Technological Forecasting and Social Change, v. 90(B), p. 611-622, jan. 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162514000456>>. Acessado em: 20 maio 2017.

MARSAL-LLACUNA, M. L.; SEGAL, M. E. **The Intelligent Method (I) for making “smarter” city projects and plans**. Cities, v. 55, p. 127-138, 2016. Disponível em: < www.elsevier.com/locate/cities>. Acessado em: 27 mar. 2017.

MARSAL-LLACUNA, M. L. **Building Universal Socio-cultural Indicators for Standardizing the Safeguarding of Citizens' Rights in Smart Cities**. Social Indicators Research, v. 130, p. 563-579, 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11205-015-1192-2>>. Acessado em: 25 ago. 2017.

MAUHER, M.; SMOKVINA, V. **Digital to intelligent local government transition framework**. In: Proceedings of the 29th International Convention of MIPRO, Maio 2006, Opatija. Artigo. Opatija, Croácia: 22-26 Maio 2006. Disponível em: < https://bib.irb.hr/datoteka/264522.Mauher_M_Digital_to_Intelligent_City_Transition_Framework.pdf>. Acessado em 03 jul.2017.

MEIJER, A. J.; GIL-GARCIA, J. R.; BOLÍVAR, M. P. R. **Smart city research: contextual conditions, governance models, and public value assessment**.

Social Science Computer Review, v. 34, n. 6, p. 647-656, 2016. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/home/ssc>>. Acessado em: 20 maio 2017.

NEIROTTI, P. *et al.* **Current trends in Smart City initiatives: some stylised facts.** Cities, v. 38, p. 25-36, 2014. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/cities>. Acessado em: 27 mar. 2017.

QUIGLEY, J.M. **Urbanization, agglomeration and economic development.** Washington, DC: Commission on Growth and Development, 2008. 36 p. (Working Paper nº 19). Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/EXTPREMNET/Resources/489960-1338997241035/Growth_Commission_Working_Paper_19_Urbanization_Agglomeration_Economic_Development.pdf>. Acessado em: 14 ago. 2017.

REDE BRASILEIRA DE CIDADES INTELIGENTES E HUMANAS (RBCIH). **Brasil 2030: Indicadores Brasileiros de Cidades Inteligentes e Humanas.** Brasil, 2017. Disponível em: <http://redebrasileira.org/indicadores>. Acessado em 27 de abr. 2017.

RIFFAT, S.; POWELL, R.; AYDIN, D. **Future cities and environmental sustainability.** Future Cities and Environment, v. 02, n. 01, p. 1-23, 2016. Disponível em: <<https://futurecitiesenviro.springeropen.com/>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

SAATY, T. L. **How to make a decision: the analytic hierarchy process.** European Journal of Operational Research, North Holland, v. 48, p. 9-26, 1990. Disponível em: <<http://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/inte.24.6.19?journalCode=inte>>. Acessado em: 03 maio 2017.

SAATY, T.L. **Método de Análise Hierárquica.** São Paulo: McGraw – Hill, Makron, 1991. 367pp.

SUJATA, J. *et al.* **Developing Smart Cities: An Integrated Framework.** In: 6th International Conference on Advances on Computing & Communications, 2016, Cochin. Artigo. Cochin: Procedia Computer Science, 2016, p.902-909. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050916315022>>. Acessado em: 03 maio 2017.

TANGUAY, G. A. *et al.* **Measuring the sustainability of cities: a survey-based analysis of the use of local indicators.** CIRANO, v. 02, p. 1-29, 2009. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1336649>. Acessado em: 20 maio 2017.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Sustainable, resource efficient cities – making it happen!** Keyna, 2012. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1124SustainableResourceEfficientCities.pdf>>. Acessado em: 29 mar. 2017.

UNITED NATIONS POPULATION FUND (UNFPA). **State of World Population 2007 - Unleashing the Potential of Urban Growth.** Nova York, 2007.

Disponível em: < <http://www.unfpa.org/publications/state-world-population-2007>>. Acessado em: 18 ago. 2017.

UNITED NATIONS UNIVERSITY (UNU-EGOV). **Smart Sustainable Cities – Reconnaissance Study**. Guimaraes, Portugal, 330 p., 2016. Disponível em: < <http://collections.unu.edu/view/UNU:5825#viewMetadata>>. Acessado em: 18 ago. 2017.

YIM, K.H. *et al.* **Strategic Planning for the Smart-Green City through Urban Governance**. International journal of built environment and sustainability, v. 03, n. 02, p.192-201, 2015. Disponível em: <<http://ijbes.utm.my/index.php/ijbes/article/view/81>>. Acessado em: 10 out. 2017.

ZYGIARIS, S. **Smart City Reference Model: assisting planners to conceptualize the building of Smart City innovation ecosystems**. Journal of the Knowledge Economy, v. 04, p. 217-231, 2013. Disponível em: < <https://link.springer.com/journal/13132>>. Acessado em: 25 abr. 2017.