

**CIDADES INTELIGENTES: UMA ANÁLISE DAS CAPACIDADES DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PARA A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL EM CIDADES PAULISTAS.**

**MARCOS CESAR WEISS**

MRW BRASIL CONSULTORIA EM INFORMÁTICA

**GILBERTO PEREZ**

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE (MACKENZIE)

Agradecimento à órgão de fomento:

FAPESP :: Programa PIPE - Processo 2017/22229-0

# CIDADES INTELIGENTES: UMA ANÁLISE DAS CAPACIDADES DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PARA A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL EM CIDADES PAULISTAS

## 1. INTRODUÇÃO

A partir de década de 2010, o conceito de cidade inteligente tem sido impulsionado e desafiado por um outro fenômeno conhecido por transformação digital. Esse recente fenômeno tem motivado mudanças dramáticas nas dinâmicas sociais, institucionais e empresariais para além de delinear novos caminhos e exigências para a criação de novas competências e habilidades profissionais e novos modelos de operação das organizações. Por meio do uso estratégico, diversificado e priorizado de tecnologias digitais, ela tem motivado e acelerado a dinâmica de mudanças e as possibilidades de impacto positivo em toda sociedade, com uma visão do presente direcionada ao futuro. Embora seja predominantemente utilizada no contexto empresarial e de negócios, ela também afeta outras organizações, como governos, agências do setor público e organizações não governamentais envolvidas no enfrentamento de desafios sociais, ambientais e econômicos contemporâneos.

Voltando a atenção para as características singulares das cidades brasileiras, a questão que se apresenta é: como avaliar se as cidades contam com as capacidades de tecnologias da informação e comunicação (TIC) necessárias e suficientes para que possam evoluir no processo de transformação digital e imprimir maior inteligência na gestão e na oferta de infraestruturas e serviços aos atores sociais com vistas à realização do conceito de cidade inteligente?

Esse artigo tem por objetivo avaliar as condições de prontidão e uso de TIC em onze cidades paulistas a partir da aplicação de um modelo para avaliação do estado de TIC para cidades inteligentes embarcado no sistema urbeSys<sup>1</sup>.

Para os efeitos desse trabalho, o modelo foi aplicado nas cidades de Barueri, Campinas, Itapetininga, Presidente Prudente, Registro, São Caetano do Sul, Santos, Sorocaba, Suzano, Ubatuba e Votorantim, com o objetivo de analisar as cidades por meios das dimensões apresentadas na estrutura do modelo e verificar como elas implementam suas iniciativas de transformação digital para se transformarem em cidades inteligentes.

Com a difusão dessa inovação, pretende-se contribuir com o poder público em suas iniciativas de aprimoramento da gestão e da dinâmica urbana, não somente por meio do apontamento de deficiências e limitações, mas também e principalmente por meio da proposição de caminhos para o melhor uso das TIC para favorecer os atores que atuam nas cidades.

Para atingir o objetivo proposto, esse trabalho está organizado em cinco seções. Além dessa seção introdutória, a segunda seção traz uma breve sustentação teórica sobre a questão das cidades inteligentes, as perspectivas de transformação digital nas cidades e uma breve abordagem sobre modelos avaliativos de cidades inteligentes. A terceira seção é dedicada à descrição do modelo avaliativo embarcado no sistema urbeSys. Na quarta seção são apresentados os resultados obtidos como decorrência da aplicação do modelo. Finalmente, a quinta seção é reservada às considerações finais, incluindo a apresentação das limitações e propostas para futuros estudos.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As cidades são o *locus* para a conexão e orquestração de ecossistemas de desenvolvimento e inclusão cidadã sustentáveis (Tukiainen, Leminen & Westerlund, 2015), onde o conhecimento e a criatividade dos cidadãos são críticos para o seu desenvolvimento

---

<sup>1</sup> Projeto de pesquisa apoiado pelo programa PIPE-FAPESP processo nº 2017/22229-0.

(Weise, et al, 2012). São espaços propícios à inovação e úteis para a criação de oportunidades de geração de emprego, renda e garantia de acesso igualitário aos serviços públicos (Longo, Roscia & Lazaroiu, 2014; Marchetti, Oliveira & Figueira, 2019).

Embora ainda em franca construção (Muvuna et al., 2019), o conceito de cidade inteligente tem sido utilizado para caracterizar as cidades que se apropriam das TIC e delas fazem extensivo e intensivo uso com o objetivo de incrementar e aperfeiçoar suas capacidades (Aina, 2017; Agbali et al., 2019). Sua materialização tem sido postulada como um meio adequado para o enfrentamento aos dilemas criados pela urbanização das cidades, principalmente pela sua capacidade de implementar novos patamares de otimização, eficiência e transparência na prestação de serviços e no gerenciamento das infraestruturas urbanas. Nessa perspectiva, a cidade inteligente é capaz de automatizar seus processos de gestão e funções de operações, além de estimular a cocriação de soluções com seus cidadãos (Alexopoulos et al. (2019), promovendo melhor prestação de melhores serviços pelo poder público, melhoria na qualidade de vida das pessoas (Longo, Roscia & Lazaroiu, 2014; Agbali et al., 2019) e aperfeiçoamento das capacidades de gestão (Giffinger & Haindlmaier, 2010; Chourabi et al., 2012; Desouza & Flanery, 2013; Alderete, 2019).

Cada vez mais as TIC vão configurando uma nova forma de evolução das cidades, particularmente quando a noção de desenvolvimento baseada eminentemente na implementação de um planejamento urbano que privilegia o mundo físico começa a contemplar, de forma importante, o mundo virtual, transformando a economia, o ambiente e a governança de uma cidade em práticas mais efetivas (Battarra et al., 2016; Broccardo, Culasso, & Mauro, 2019; Saba et al., 2020).

As cidades inteligentes são “aquelas que realizam a implementação de TIC de forma a transformar positivamente os padrões de organização, aprendizagem, gerenciamento da infraestrutura e prestação de serviços públicos, promovendo práticas de gestão urbana mais eficientes em benefício dos atores sociais, resguardadas suas vocações históricas e características culturais” (Weiss, 2016: 68) e sua criação envolve a plena colaboração entre fronteiras organizacionais, de forma a eliminar duplicidades em esforços e dados (Gil-Garcia, 2012) e é resultado de uma longa cadeia de sistemas de apoio a decisões (Chichernea, 2014).

Cada vez mais defendidas como espaços privilegiados para a sustentabilidade inteligente, a despeito de críticas acerca de possíveis abordagens tecnoutópicas e neoliberais para o desenvolvimento urbano (Martin, Evans & Karvonen, 2015), as cidades inteligentes vão se conformando em todo o globo e se apropriando de inovações digitais para gerar ganhos em eficiência e integração dos diferentes subsistemas do sistema urbano (Marsal-Llacuna & Segal, 2017). Novas abordagens e aplicabilidades de TIC no contexto da gestão das cidades constroem novas oportunidades para o desenvolvimento da economia e da sociedade, especialmente em países em desenvolvimento e comunidades pobres (Alderete, 2019).

Ao criar um arcabouço tecnológico consistentemente planejado e que atenda primariamente aos interesses da cidade, o que inclui também sua participação nas redes sociais acerca das questões que envolvem a cidade (Weise et al., 2012), o poder público acaba por possibilitar que os atores incorporem dados que podem servir para o planejamento de ações, para a construção de políticas públicas e para que serviços inovadores sejam desenvolvidos e disponibilizados para e por esses mesmos atores (Abella et al, 2017). As cidades devem endossar ativamente não somente as modernas tecnologias digitais, mas também os sistemas de informações integrados (Chichernea, 2014) para promover a digitalização e o surgimento de inovações baseadas em dados para a existência de uma efetiva economia do conhecimento (Tukiainen, Leminen & Westerlund, 2015) e, de fato, fazer com que a inovação seja capaz de criar novas realidades (Plonski, 2017).

Nesse sentido, a perspectiva de transformação digital das cidades, particularmente, deve cobrir todos os vários aspectos da dinâmica urbana de forma integrada e tanto quanto possível

deve estar também integrada aos aspectos estaduais e nacionais. A estratégia deve visar à criação de capacidades para aproveitar totalmente as possibilidades e oportunidades de novas tecnologias e seus impactos de forma mais rápida, melhor e mais inovadora. Identificar e definir de forma adequada as ações, as métricas e indicadores capazes de atestar a realização das expectativas da transformação digital é imprescindível para o aprendizado e aperfeiçoamento das iniciativas (Liu & Yuan, 2015; Tomičić-Pupek, Pihir & Tomičić Furjan, 2019).

Assim como a implementação de cidades inteligentes deve ser encarada como um processo de diagnóstico, planejamento e ação constante, em que se busca a harmonização entre o mundo físico e o mundo virtual (Nam & Pardo, 2011; Castro Neto & Rego, 2019), a transformação digital nas cidades deve ser encarada como um processo incremental, evolutivo, colaborativo e de constante geração de valor para as partes interessadas, resultado de um processo de longo prazo, em que os progressos e resultados devem ser avaliados e comunicados de forma clara e transparente (Tomičić-Pupek, Pihir & Tomičić Furjan, 2019), onde as TIC são meio para alavancar e manter essa dinâmica.

### 3. PERCURSO METODOLÓGICO: DESCRIÇÃO DO MODELO URBESYS

O modelo avaliativo de prontidão tecnologias da informação e comunicação (TIC) e método de implementação dessas tecnologias para suporte à gestão das cidades é resultado de projeto de pesquisa e embarcado no sistema nomeado por urbeSys (Weiss, 2020) e pode ser caracterizado como apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Arquitetura de Referência de Tecnologias e Sistemas de Informação



Fonte: Autor

Assim como a cidade é um sistema de subsistemas urbanos, o raciocínio que suporta o modelo avaliativo proposto considera a gestão da cidade como um sistema principal ao qual se conectam subsistemas primários – domínios - e a esses se conectam subsistemas secundários – dimensões -, que se desdobram em aplicações específicas de TIC.

Dessa forma, os domínios e suas respectivas dimensões representam as áreas necessárias a serem cobertas por tecnologias e sistemas de informações para que o poder público municipal possa realizar suas obrigações com o devido suporte tecnológico, configurando uma arquitetura de referência, ainda que não exaustiva, de sistemas e tecnologias relacionadas, como

Cada uma das dimensões é avaliada segundo um conjunto de critérios específicos correspondentes às funcionalidades e/ou facilidades esperadas para as tecnologias e sistemas de informações aplicáveis a aquela dada dimensão. Ou seja, funcionalidades do Sistema de Gestão da Saúde são particulares para essa dimensão e não se repetem para outras dimensões. Entretanto, de forma geral e a despeito das particularidades, cada dimensão é avaliada de acordo com uma escala de níveis de avaliação e prontidão para cada uma das dimensões, marcadas entre 1 e 7, como descrito no Quadro 1.

Quadro 1 - Quadro explicativo dos níveis de prontidão das TIC para cidades inteligentes.

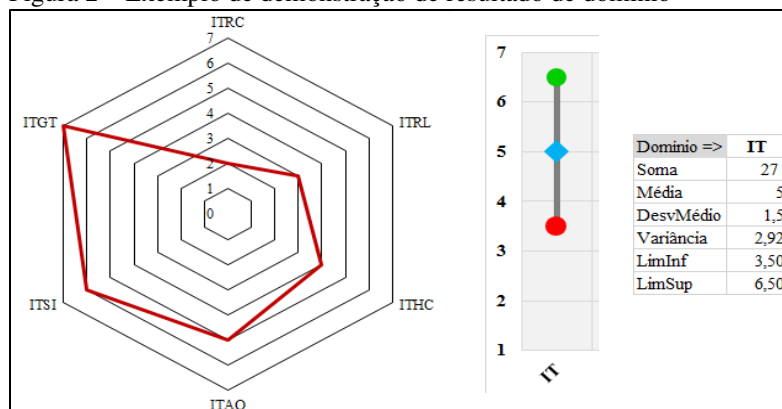
Nível	Descrição
1 - Inexistente	A cidade não realiza quaisquer atividades ou ações relacionadas à dimensão tal como definida no modelo.
2 - Manual	A cidade realiza atividades ou ações relacionadas à dimensão, mas não utiliza nenhum suporte informático. Tudo é realizado de forma manual.
3 - Inicial	A cidade realiza atividades ou ações relacionadas à dimensão utilizando suporte informático básico, como planilhas eletrônicas, etc. Não faz uso de sistemas de informações estruturados.
4 - Elementar	Além do suporte informático básico, utiliza aplicativos isolados criados, tendo como principal funcionalidade a criação de cadastro básico. Não há troca de dados entre sistemas.
5 - Automatizado	Sistemas de informações são utilizados para suporte, mas sem recursos de integração com outros sistemas. Funcionalidades incluem transações “online” e troca manual de arquivos.
6 – Integrado	Sistemas de informações contemplam transações “online” e funcionalidades avançadas e integrações automatizadas. Recursos de Inteligência Artificial podem ser identificados.
7 - Avançado	Recursos de Inteligência Artificial são identificados neste nível bem como outras tecnologias avançadas, como <i>blockchain</i> .

Fonte: Autor

A determinação do ponto da escala qualitativa de cada dimensão se dá pela melhor adequação descritiva do nível da dimensão à realidade identificada pelo avaliado. Em outras palavras, cabe ao avaliado determinar o nível da que melhor represente o estágio presente da dimensão analisada, com base nas caracterizações funcionais da dimensão em questão. Nesse sentido, a escala é aplicada a cada uma das dimensões de cada um dos domínios e a rede formada se dá por meio das funcionalidades de integrações requeridas entre as dimensões.

A primeira forma de resolução do modelo dá-se pela agregação dos resultados de avaliação particular de cada dimensão ao redor de seu respectivo domínio, permitindo o cálculo de estatística descritiva e demonstração gráficas apropriadas, como sugerido na Figura 2.

Figura 2 – Exemplo de demonstração de resultado de domínio



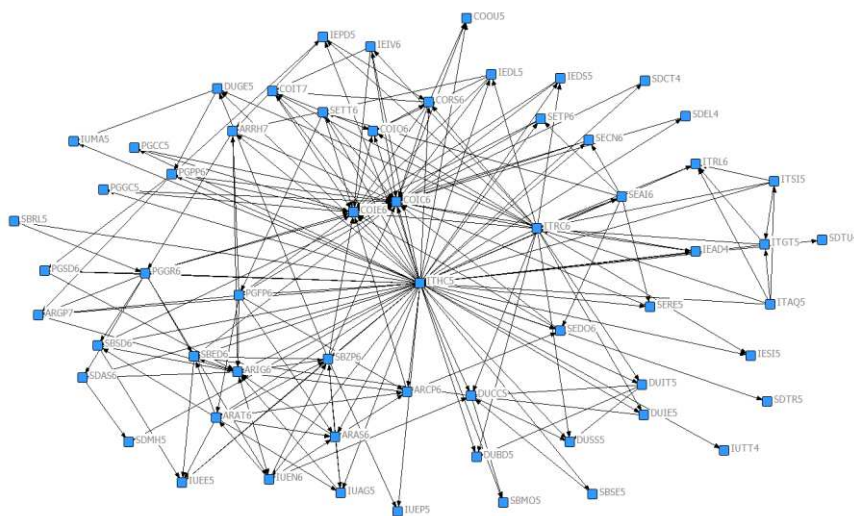
Fonte: Autor

Em última análise, a demonstração apresenta o nível de prontidão das TIC para a gestão da cidade, sendo que, quanto mais um determinado domínio se aproxima do nível máximo – Nível 7 – mais essas tecnologias estão prontas para emprego, com muito boas capacidades de funcionalidades intrínsecas e interfaces com outras funcionalidades de outras dimensões.

Uma vez determinada a posição da escala de avaliação (de 1 a 7) para uma dada dimensão é possível que haja uma ou mais possibilidades de conexão com outras funcionalidades de outras dimensões, formando então uma rede. A rede formada pelas conexões entre as dimensões permite que a avaliação de uma dada cidade possa ser realizada com a aplicação da teoria das redes complexas, em que as dimensões (nós) e as conexões formadas entre pares de dimensões (arestas) determinem sua dinâmica e resolução. Essas relações possíveis entre dimensões formam uma matriz, e “essa matriz codifica todas as arestas da rede e é conhecida como matriz de adjacência, denotada aqui por ‘A’. A matriz ‘A’ é quadrada de ‘n’ elementos e cada elemento A (i, j) representa o par de vértices (i, j). Se o par estiver relacionado, então temos que A (i, j) = 1, caso contrário A (i, j) = 0” (Figueiredo, 2011: 310). A aplicação desta possibilidade de resolução sobre a Cidade urbeSys resulta em uma matriz de adjacência resultante ‘A’, quadrada, estática, dirigida, assimétrica, com 60 nós (n = 60) e 205 arestas (E = 410). Essa matriz resultante apresenta densidade D igual a 0,1158, resultado da aplicação da expressão  $D = 2E / n(n - 1)$ .

Uma representação gráfica da rede pode ser um artifício útil para que, de forma visual, se possa observar não somente as ligações entre dimensões, mas também a importância relativa de uma dada dimensão no seu contexto geral. Com a utilização de software UCINET (Borgatti, Everett & Freeman, 2002; Auber et al., 2004), determina-se o diagrama da rede do modelo Cidade urbeSys, como apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Rede resultante das interações entre as dimensões do modelo proposto.



Fonte: Autor

As capacidades de análise e de demonstração de resultados proporcionadas pelo modelo permitem a aferição individual da cidade quanto ao uso de recursos de TI e a possibilidade de comparações com uma cidade de referência do modelo (**Cidade urbeSys**), idealizada a partir das proposições teóricas e empíricas de pesquisadores e indústria de TI, e também a comparação entre cidades.

#### 4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Por meio da aplicação do modelo avaliativo de TI embarcado no sistema urbeSys, foi possível identificar quais dimensões da administração das cidades avaliadas estão melhor equipadas com sistemas de informações e tecnologias correlatas e quais dimensões são

passíveis de aperfeiçoamento ou mesmo de desenvolvimento e comparar os resultados obtidos com os resultados da cidade modelo urbeSys, como se pode observar por meio do Tabela 1.

Tabela 1 – Avaliação das Dimensões:: Cidades urbeSys versus Cidades Avaliadas.

Designação da Dimensão	Cidade urbeSys	Barueri	Campinas	Itapetininga	P. Prudente	Registro	S. Caetano do Sul	Santos	Sorocaba	Suzano	Ubatuba	Votorantim
ITRC-Rede de Comum. de Dados, Voz e Imagens	6	5	7	5	6	6	7	6	7	3	7	4
ITRL-Rede Local de Computadores	6	5	7	5	6	5	6	6	6	5	7	4
ITHC-Hospedagem e Computação em Nuvem	5	5	6	4	5	5	5	5	5	4	5	4
ITAQ-Arquitetura Empresarial e Tecnológica	5	4	5	4	3	4	6	5	3	5	3	1
ITSI-Segurança e Proteção de Dados	5	4	5	4	4	4	6	5	4	5	4	4
ITGT-Governança e Gerenciamento Serviços de TI	5	4	4	4	4	3	6	5	4	3	3	3
PGPP-Planejamento Plurianual e Estratégico	6	4	5	5	5	4	5	5	1	3	4	6
PGGC-Conformidade Regulatória e Legal	5	4	4	5	3	4	5	5	1	3	3	2
PGGR-Gestão de Riscos	6	4	4	1	5	4	5	5	1	3	1	2
PGFP-Finanças Públicas	6	6	5	6	6	5	6	5	1	4	5	5
PGCC-Convênios e Consórcios	5	4	5	6	5	5	5	4	1	3	3	3
PGSD-Informações para Suporte Decisório	6	5	4	3	4	3	5	5	1	3	1	1
ARAT-Gestão de Ativos	6	4	5	5	4	4	5	5	5	3	5	5
ARAS-Gestão de Suprimentos	6	4	4	5	4	4	5	5	5	3	5	5
ARRH-Gestão de Recursos Humanos	7	5	5	4	4	5	5	5	1	4	5	4
ARCP-Gestão de Compras Públicas	6	6	5	6	5	5	6	5	5	4	4	4
ARGP-Gerenciamento de Projetos	7	4	3	4	3	3	4	4	4	3	3	1
ARIG-Informações para Suporte Gerencial	6	5	4	3	4	3	4	5	6	3	1	1
DUCC-Centro de Comando e Controle	5	5	5	2	3	2	5	6	1	4	1	1
DUIE-Integrações Interagências	5	3	2	2	3	2	5	6	1	1	2	2
DUGE-Sistema de Georreferenciamento	5	6	5	3	2	4	5	6	4	5	3	1
DUSS-Sistemas de Monitores e Sensores	5	5	4	1	3	1	6	5	6	3	1	3
DUIT-Internet das Coisas	5	4	2	1	3	3	6	4	4	1	1	1
DUBD-Analítico e Grandes Volumes de Dados	5	5	3	1	3	3	4	4	4	2	1	2
SBSD-Gestão da Saúde	6	6	5	4	5	4	6	5	1	3	3	3
SBED-Gestão da Educação	6	6	4	4	5	4	6	5	1	4	3	3
SBSE-Gestão da Segurança	5	5	5	4	3	5	7	6	1	5	4	4
SBRL-Gestão de Resíduos e Rejeitos	5	4	3	3	3	3	5	4	1	3	1	3
SBMO-Gestão da Mobilidade	5	4	4	3	4	4	6	4	1	4	1	3
SBZP-Gestão da Zeladoria Pública	6	5	5	3	6	6	5	5	1	3	2	4
IUTT-Gestão do Transporte e Tráfego	4	4	4	3	3	3	5	5	1	2	2	3
IUEN-Gestão da Energia e Iluminação Pública	6	4	2	4	3	3	6	4	1	3	4	3
IUAG-Gestão da Água e Saneamento	5	4	6	4	3	3	6	4	1	3	4	4
IUMA-Gestão do Meio Ambiente	5	4	4	3	3	3	5	4	3	3	2	3
IUEE-Gestão do Edifícios Públicos	5	5	3	3	4	3	4	3	1	3	1	3
IUEP-Gestão do Espaços Públicos	5	4	3	3	3	3	5	3	1	3	1	3
SDAS-Gestão de Serviços e Ações Sociais	6	4	4	4	4	4	5	4	1	3	3	3
SDMH-Gestão de Moradia e Habitação	5	4	4	3	4	3	4	4	1	3	3	3
SDTU-Gestão do Turismo	4	3	3	2	3	3	3	5	3	3	3	3
SDCT-Gestão da Cultura	4	5	5	4	3	4	6	5	4	3	3	3
SDEL-Gestão do Esporte e Lazer	4	4	3	3	3	3	5	4	1	3	3	3
SDTR-Gestão do Trabalho e Renda	5	5	4	3	3	3	4	4	4	3	1	4

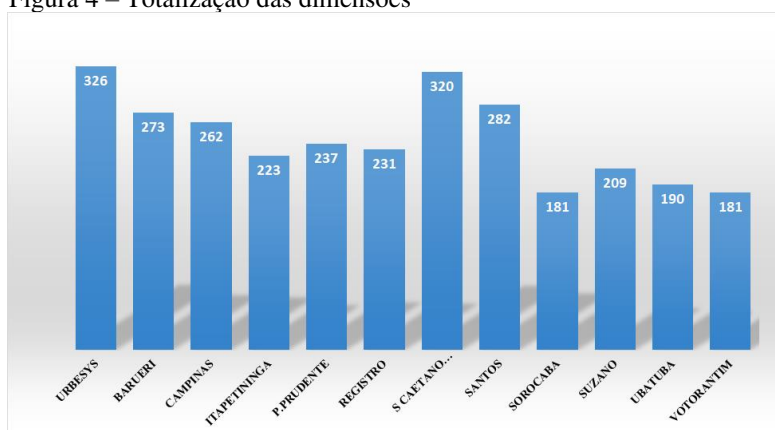
Tabela 1 – Avaliação das Dimensões:: Cidades urbeSys versus Cidades Avaliadas.

Designação da Dimensão	Cidade urbeSys	Barueri	Campinas	Itapetininga	P. Prudente	Registro	S. Caetano do Sul	Santos	Sorocaba	Suzano	Ubatuba	Votorantim
SEAI-Acesso a Serviços pela Internet	6	6	6	5	6	5	7	6	6	5	6	5
SEDO-Diário Oficial, Legislação e Documentos	6	6	7	5	5	5	7	5	6	5	5	5
SECN-Certidões Negativas	6	5	4	6	5	6	6	6	1	6	6	6
SETP-Permissões e Alvarás	6	5	4	6	5	5	6	6	5	6	4	4
SETT-Transações Tributárias e Taxas	6	5	5	6	5	6	5	6	1	5	5	6
SERE-Disputas, Recursos e Acordos	5	3	4	4	4	4	4	3	1	3	5	2
IEIV-Acesso Público à Internet de Alta Velocidade	6	4	5	3	5	3	7	5	6	2	5	3
IEDL-Capacitação pela Internet	5	3	4	2	2	3	7	3	5	2	2	1
IESI-Providimento de Serviços Internet	5	3	5	4	5	4	5	3	1	4	4	2
IEDS-Desenvolvimento de Soluções para a Cidade	5	3	5	3	4	3	4	3	3	3	1	3
IEPD-Comunidades Virtuais de P&D	5	3	3	2	2	3	7	3	3	2	1	1
IEAD-Abertura de Dados na Internet	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1
COIC-Informações e Interação com Cidadãos	6	6	5	4	5	4	7	5	6	5	4	4
COIE-Informações e Interação com Empresas	6	6	5	4	5	5	7	6	6	4	5	1
COIT-Informações e Interação com Turistas	7	6	3	3	3	3	3	6	6	4	3	3
COIO-Informações e Interação com outras Cidades	6	3	3	3	2	3	4	3	1	3	2	1
CORS-Colaboração e Rede Social	6	5	5	4	5	4	5	5	5	5	3	5
COOU-Ouvidoria	5	6	6	6	3	6	5	5	6	4	6	1

Fonte: Weiss, 2020

A pontuação total das cidades, resultado das avaliações particulares das dimensões, pode ser verificada por meio do gráfico caracterizado pela Figura 4.

Figura 4 – Totalização das dimensões



Fonte: Weiss, 2020

Destaque para as cidades de São Caetano do Sul que apresentou a maior pontuação total e não apresentou pontuações superiores ‘3’ para apenas duas dimensões, ambas relacionadas ao Turismo. É seguida pela cidade de Santos que apresentou bons níveis de prontidão para a maioria das dimensões, com exceção para as dimensões do domínio IE-Suporte à Inovação e Empreendedorismo, especialmente com as dimensões IEDL-Capacitação pela Internet, IESI-Providimento de Serviços Internet, IEDS-Desenvolvimento de Soluções para a Cidade e IEPD-Comunidades Virtuais de P&D.

A consolidação das avaliações das dimensões ao redor de seus respectivos domínios permite verificar quais domínios se apresentam com melhores condições de suporte de



tecnologias para que sejam realizados de forma satisfatória, como se pode observar por meio da Tabela 2, destacando-se quais as três cidades que apresentam as melhores avaliações segundo os domínios e comparativamente à cidade modelo urbeSys.

Tabela 2 – Consolidação das Avaliações das Dimensões aos Domínios

Domínios	Cidade urbeSys	Barueri	Campinas	Itapetininga	P. Prudente	Registro	S. Caetano do Sul	Santos	Sorocaba	Suzano	Ubatuba	Votorantim
	IT-Infraestrutura e Gestão de TI	32	27	34	26	28	27	36	32	29	25	29
PG-Planejamento e Governança	34	27	27	26	28	25	31	29	6	19	17	19
AR-Administração de Recursos	38	28	26	27	24	24	29	29	26	20	23	20
DU-Gerenciamento da Dinâmica Urbana	30	28	21	10	17	15	31	31	20	16	9	10
SB-Gerenciamento de Serviços Básicos à Comunidade	33	30	26	21	26	26	35	29	6	22	14	20
IU-Gerenciamento da Infraestrutura Urbana	30	25	22	20	19	18	31	23	8	17	14	19
SD-Gerenciamento Desenvolvimento Socioeconômico	28	25	23	19	20	20	27	26	14	18	16	19
SE-Serviços Eletrônicos aos Cidadãos e Empresas	35	30	30	32	30	31	35	32	20	30	31	28
IE-Suporte à Inovação e Empreendedorismo	30	21	26	18	22	20	34	21	22	17	14	11
CO-Comunicação com Cidadãos e Empresas	36	32	27	24	23	25	31	30	30	25	23	15

Fonte: Weiss, 2020

Ainda, a partir das avaliações das dimensões por meio da aplicação do modelo é possível determinar alguns indicadores estatísticos e em especial as características das redes formadas pelas funcionalidades existentes nos sistemas e tecnologias adotados nas cidades. Como apresentado na Tabela 3, São Caetano do Sul, Santos e Barueri foram as cidades que apresentaram as maiores quantidades de arestas (conexões entre dimensões) e consequentemente com as maiores densidades de redes, representando, respectivamente, 77%, 63% e 56% de proximidade à cidade modelo urbeSys.

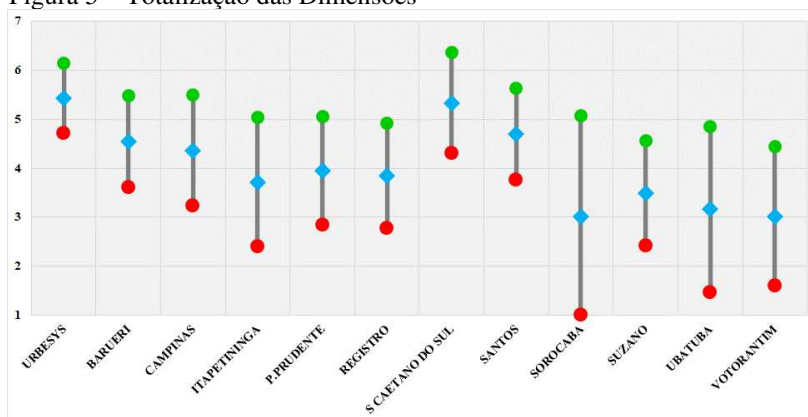
Tabela 3 – Estatísticas e Formação de Redes

	Cidade urbeSys	Barueri	Campinas	Itapetininga	P. Prudente	Registro	S. Caetano do Sul	Santos	Sorocaba	Suzano	Ubatuba	Votorantim
Total	326	273	262	223	237	231	320	282	181	209	190	181
Média Geral	5,43	4,55	4,37	3,72	3,95	3,85	5,33	4,70	3,02	3,48	3,17	3,02
Desvio Padrão	0,72	0,94	1,14	1,32	1,10	1,08	1,03	0,94	2,06	1,07	1,69	1,42
Limite Inferior	4,72	3,61	3,23	2,40	2,85	2,77	4,31	3,76	1,00	2,41	1,47	1,60
Limite Superior	6,15	5,49	5,51	5,03	5,05	4,93	6,36	5,64	5,08	4,56	4,86	4,44
Arestas Atual	205	115	96	73	76	60	158	129	64	37	44	34
Densidade Atual	0,116	0,065	0,054	0,041	0,043	0,034	0,089	0,073	0,036	0,021	0,025	0,019
Proximidade Atual	100%	56%	47%	36%	37%	29%	77%	63%	31%	18%	21%	17%
Arestas Meta	253	191	172	124	146	134	229	202	89	106	90	83
Densidade Meta	0,143	0,108	0,097	0,070	0,082	0,076	0,129	0,114	0,050	0,060	0,051	0,047
Proximidade Futura	100%	75%	68%	49%	58%	53%	91%	80%	35%	42%	36%	33%

Fonte: Weiss, 2020

Essas características estatísticas das cidades também podem ser observadas no gráfico caracterizado pela Figura 5. Por meio dele é possível observar quais cidades têm melhor forma de atendimento e de convergência dos sistemas de informações e tecnologias correlatas à cidade modelo urbeSys.

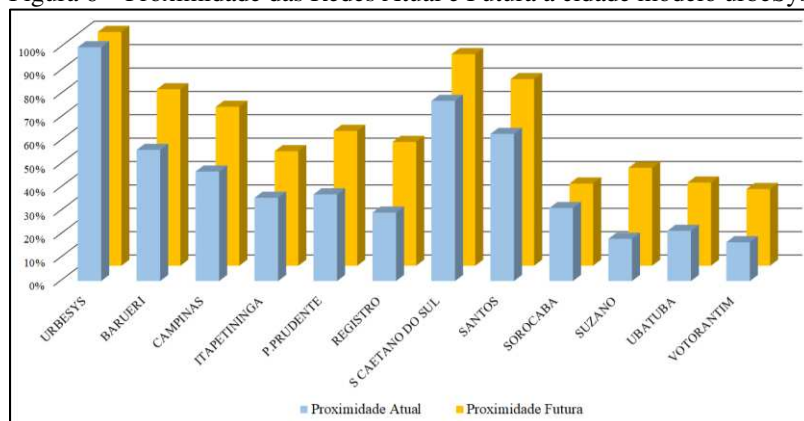
Figura 5 – Totalização das Dimensões



Fonte: Weiss, 2020

Sorocaba e Ubatuba apresentam significativo distanciamento da média, representando que há dimensões que não fazem parte da prática de gestão da cidade ou a existência de dimensões que não são assistidas minimamente por sistemas de informações adequados para seu suporte. As características do modelo avaliativo também possibilitam a projeção de proximidade de uma dada cidade a cidade modelo urbeSys se determinados aperfeiçoamentos forem realizados em determinadas dimensões. O gráfico caracterizado pela Figura 6 apresenta a situação atual e a situação projetada em termos de proximidade das redes das cidades à cidade modelo.

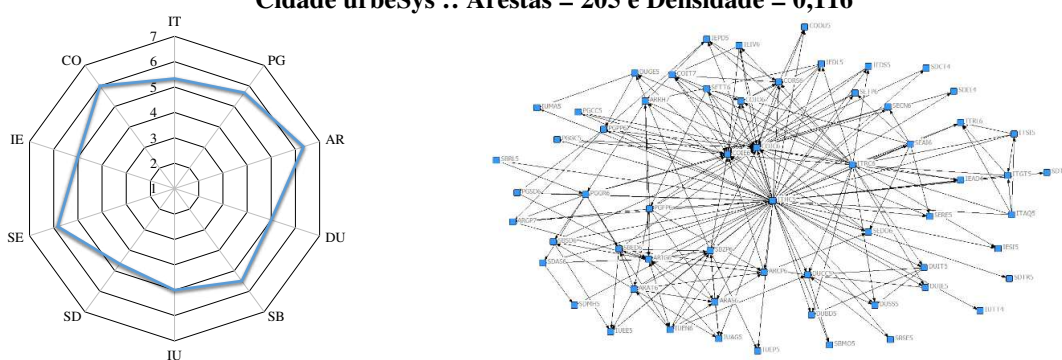
Figura 6 – Proximidade das Redes Atual e Futura à cidade modelo urbeSys



Fonte: Weiss, 2020

A consolidação das dimensões ao redor dos domínios e a respectiva rede de conexões da cidade modelo urbeSys, caracterizadas pela Figura 7, representam a base de comparação para as cidades ingressadas no sistema.

Figura 7 – Resultados dos Domínios e Rede de Conexões da cidade modelo urbeSys  
**Cidade urbeSys :: Arestas = 205 e Densidade = 0,116**

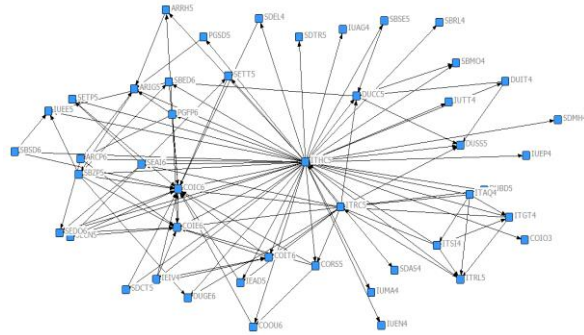
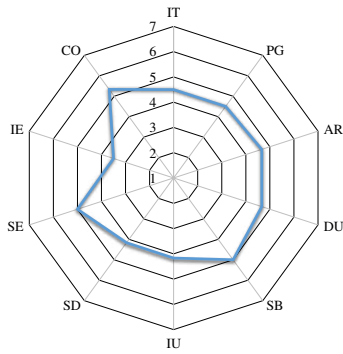


Fonte: Weiss, 2020

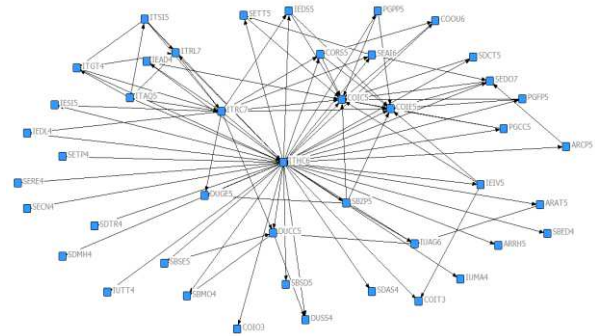
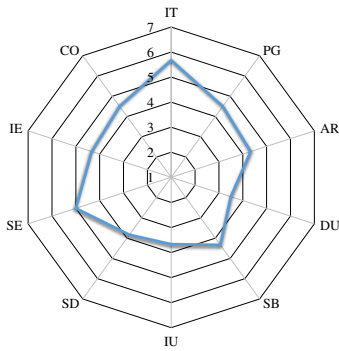
Como já mencionado, o total de arestas representa as capacidades de interoperabilidade entre os sistemas de informação e tecnologias. Ou seja, quanto mais a cidade avaliada se aproximar da cidade modelo urbeSys (total de arestas igual a 205 que representam todas as interações entre as dimensões) mais estarão seus sistemas integrados e menos silos digitais poderão ser identificados. A demonstração dos resultados dos domínios e das redes formadas a partir das avaliações das dimensões pode ser observada por meio da Figura 8.

Figura 8 – Resultados dos Domínios e Rede de Conexões das Cidades

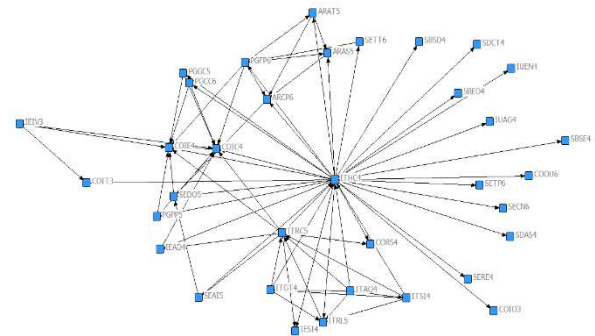
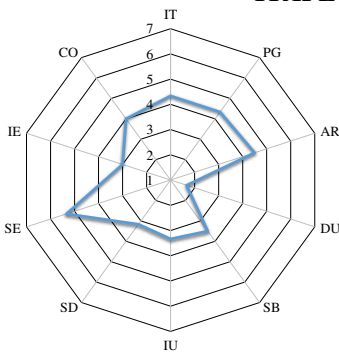
**BARUERI :: Aresta = 115 e Densidade = 0,065**



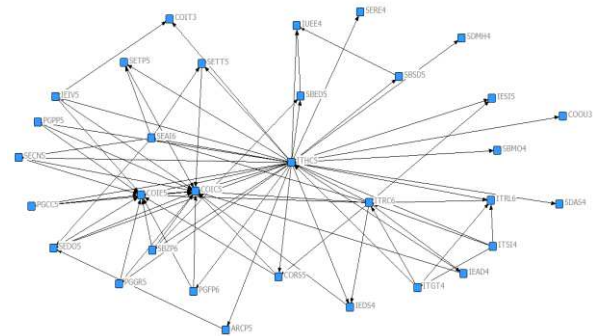
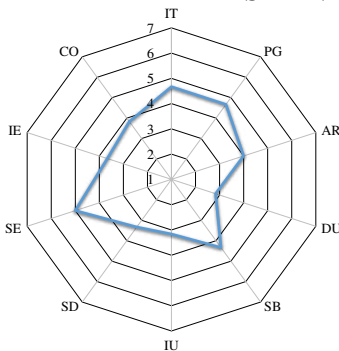
**CAMPINAS :: Aresta = 96 e Densidade = 0,054**



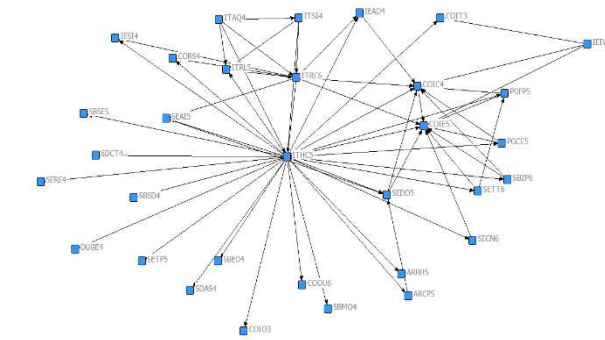
**ITAPETININGA :: Aresta = 73 e Densidade = 0,041**



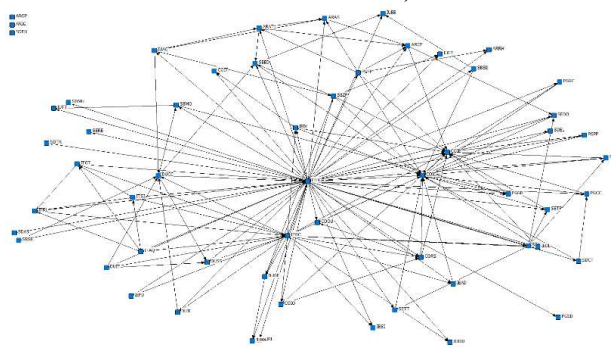
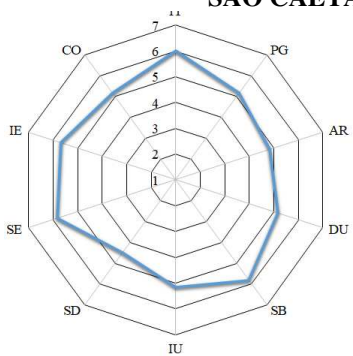
**PRESIDENTE PRUDENTE :: Aresta = 76 e Densidade = 0,043**



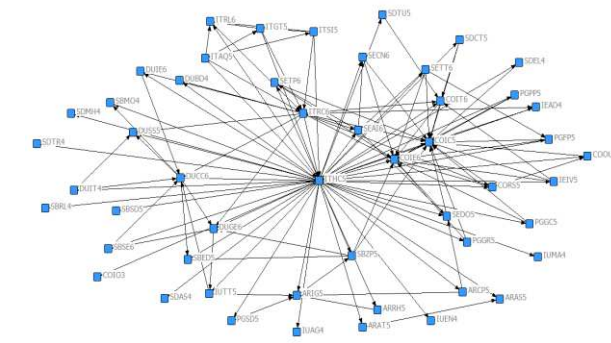
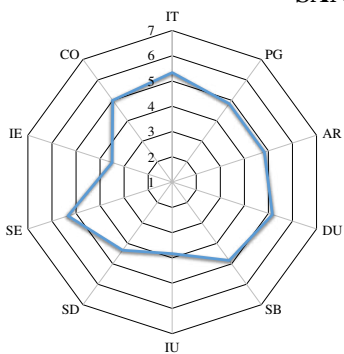
**REGISTRO :: Aresta = 60 e Densidade = 0,034**



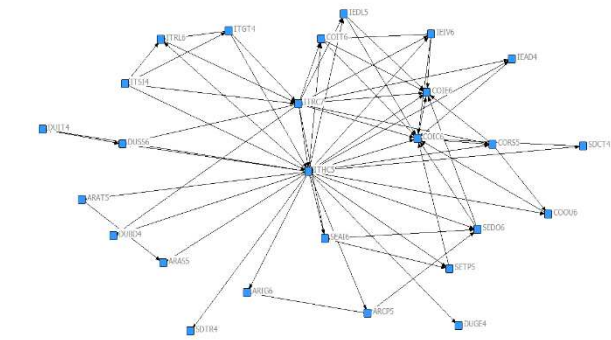
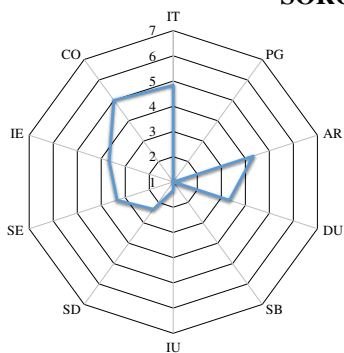
**SÃO CAETANO DO SUL :: Aresta = 158 e Densidade = 0,089**



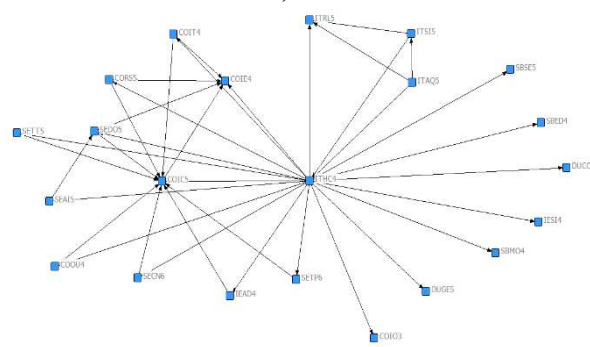
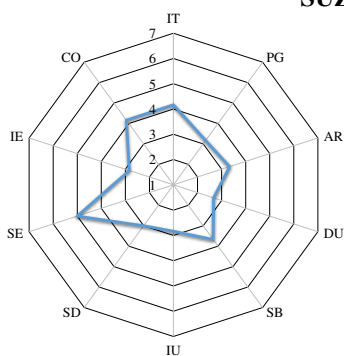
**SANTOS :: Aresta = 129 e Densidade = 0,073**



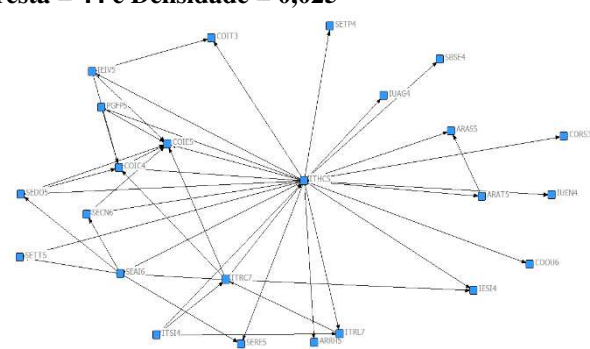
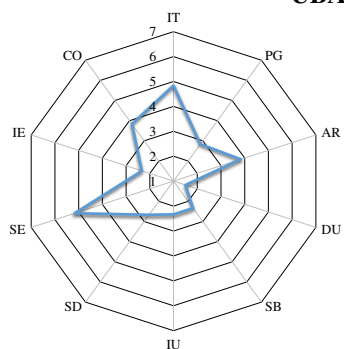
**SOROCABA :: Aresta = 64 e Densidade = 0,036**



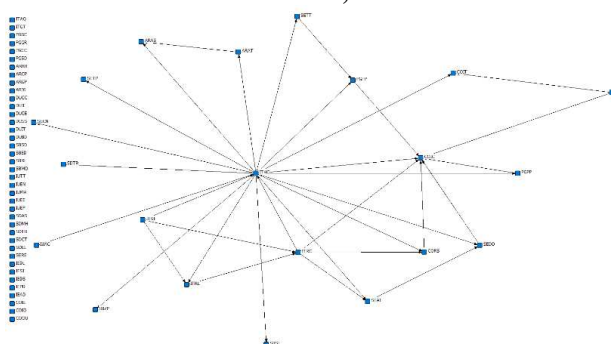
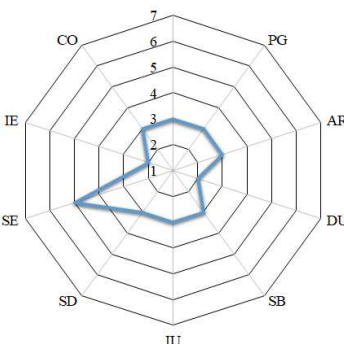
**SUZANO :: Aresta = 37 e Densidade = 0,021**



**UBATUBA :: Aresta = 44 e Densidade = 0,025**



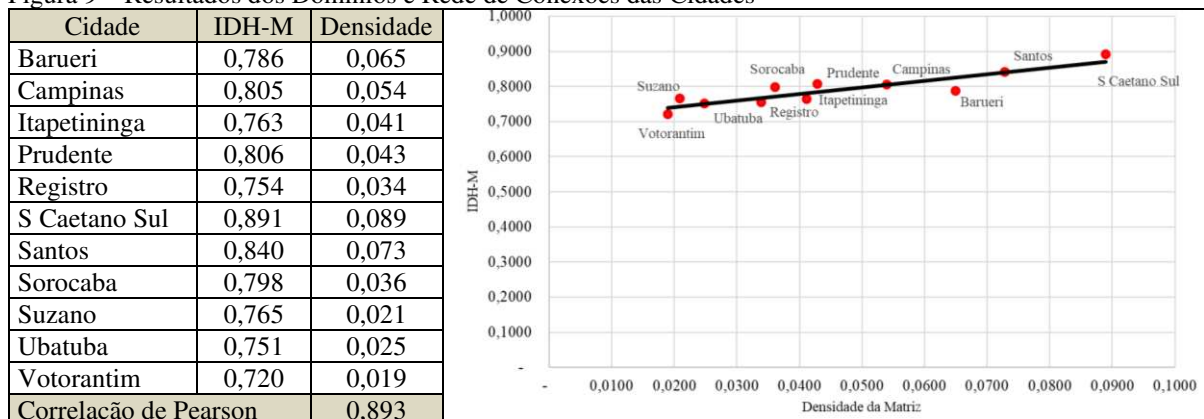
**VOTORANTIM :: Aresta = 34 e Densidade = 0,019**



Fonte: Weiss, 2020

Correlacionar indicadores demográficos e sociais com os resultados obtidos por meio do modelo avaliativo embarcado no sistema urbeSys é uma análise relevante. A despeito do tamanho da amostra, a aplicação da estatística de correlação de Pearson traz indícios de que o IDH-M e a Densidade Atual aferida guardam forte correlação positiva ( $\rho = 0,893$ ) entre si, como demonstrado na Figura 9.

Figura 9 – Resultados dos Domínios e Rede de Conexões das Cidades



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mais da metade da população do mundo está vivendo em cidades e prevê-se que esse número cresça continuamente para 60%, algo perto de 5 bilhões de pessoas, em 2030, em apenas 2% da superfície do planeta (ONU, 2018). No Brasil, 85% da população vive em cidades que ocupam 0,63% do território nacional (Farias et al., 2017). A densidade populacional das cidades é crítica para o meio ambiente, para a inovação, para o desenvolvimento econômico e outros fatores de igual importância. O crescimento das populações nos ambientes urbanos impulsiona significativamente o consumo de bens e serviços, sinalizando eventuais restrições à qualidade de vida e potencializando a escassez de recursos naturais e as mudanças climáticas. Crescem também as exigências em direção ao poder público, particularmente aquele em nível municipal, quanto ao provimento de infraestruturas e serviços públicos suficientes e de qualidade. Em polo oposto aos desafios, o cenário também se reveste de oportunidades, na medida em que ao enfrentar os desafios, as cidades vão se posicionando como lugares potencialmente eficientes, prósperos e inovadores ao ponto de serem admirados e desejados por pessoas e organizações.

Tecnologias emergentes como a internet das coisas, inteligência artificial, big data georreferenciamento, para além de sistemas de informações abrangentes e integrados, estão intimamente associadas ao conceito. Novas abordagens e aplicabilidades de TIC no contexto da gestão das cidades constroem novas oportunidades para o desenvolvimento da economia e da sociedade, especialmente em países em desenvolvimento e comunidades pobres (Alderete, 2019). A visão da cidade inteligente, entretanto, não deve residir apenas nos aspectos que envolvem as tecnologias de última geração em prejuízo de outras mais elementares, que também são capazes de gerar valor para a sociedade, e também para o próprio poder público em nível local. A proliferação de tecnologias no ambiente urbano não garante a ‘inteligência da cidade’ e, portanto, a atenção deve sempre estar voltada para que as cidades não se transformem em depósitos de sensores sem utilidade ou que sejam implementadas tecnologias de tal forma complexas que exijam cuidados que não podem ser minimamente feitos pelos agentes públicos e mesmo mantidas ao longo do tempo.

Ademais, as discussões acerca da criação de cidades inteligentes e da adoção de tecnologias são uma constante porque envolvem apetite ao risco, questões de segurança e privacidade, restrições financeiras e regulações (Abdalla et al. 2019), para além de aspectos de identificação e diagnóstico do status quo e o delineamento de possibilidades de avanços para promover o desenvolvimento socioeconômico e aumentar a eficiência dos recursos (Bibri, 2019). Para além disso, introduzir tecnologias de última geração em cada subsistema urbano não garante a existência de uma cidade inteligente (Kanter & Litow, 2009). Cidades mais equipadas com tecnologias não são necessariamente melhores cidades e o número de ‘iniciativas inteligentes’ lançadas por um município não é um indicador do desempenho da cidade (Neirotti, 2014), podendo mesmo ser encaradas como ‘selo de marketing’ usado por grandes empresas que possuem capacidade tecnológica e econômica para oferecer e implementar projetos de pouca utilidade para os cidadãos, mas de grande envergadura financeira para fornecedores de tecnologias e de exposição social e política para gestores públicos (Saba et al., 2020).

Uma jornada de transformação digital precisa de uma abordagem em estágios, com um roteiro claro, envolvendo todas as partes interessadas e considerando as limitações internas e externas para sua execução. Esse roteiro deve levar em consideração que as metas finais continuarão a se mover, pois a transformação digital de fato é uma jornada contínua, assim como a própria inovação. Para delinear esse roteiro é fundamental conhecer e entender o estado das tecnologias digitais presentes nas cidades para que a visão de futuro e os objetivos a alcançar sejam apropriadamente definidos.

A transformação digital na administração pública representa um desafio significativo, particularmente no âmbito da administração das cidades. A oferta de serviços públicos eficientes é essencial para o desenvolvimento da sociedade, mas muitas cidades enfrentam importantes dificuldades para transformar a forma de entrega de seus serviços. A coordenação eficaz e transparente das partes interessadas, a despeito das questões político-partidárias, o alinhamento estratégico e a correta identificação das reais necessidades de tecnologias para operacionalização mais eficiente dos serviços são aspectos que carregam em si certa complexidade e que necessitam ser administrados para que as iniciativas de transformação possam ser consideradas bem-sucedidas.

Nesse sentido, esse artigo teve por objetivo avaliar as condições de prontidão e uso de TIC em onze cidades paulistas a partir da aplicação de um modelo para avaliação do estado de TIC para cidades inteligentes embarcado no sistema urbeSys.

Ao se aplicar o modelo buscou-se avaliar se as cidades contam com as capacidades de TIC necessárias e suficientes para que possam evoluir no processo de transformação digital e imprimir maior inteligência na gestão e na oferta de infraestruturas e serviços aos atores sociais com vistas à realização do conceito de cidade inteligente, atentando para as características singulares das cidades brasileiras.

Foram submetidas ao estudo as cidades de Barueri, Campinas, Itapetininga, Registro, Presidente Prudente, Registro, São Caetano do Sul, Santos, Sorocaba, Suzano, Ubatuba e Votorantim. Os resultados mostraram que há um caminho a percorrer. Embora as cidades consideradas para o estudo não possam ser utilizadas para plena generalização do que ocorre com a totalidade das cidades brasileiras, essas cidades são representações de diferentes contextos sociais, econômicos, históricos e culturais.

Os resultados mostram que a maioria das dimensões estão enquadradas entre os níveis 3 – Inicial (a cidade realiza atividades ou ações relacionadas à dimensão utilizando suporte informático básico, como planilhas eletrônicas, etc. Não faz uso de sistemas de informações estruturados) e 4 – Elementar (além do suporte informático básico, utiliza aplicativos isolados criados, tendo como principal funcionalidade a criação de cadastro básico. Não há troca de dados entre sistemas).

Para que as cidades possam ingressar na rota das cidades inteligentes e realizar uma transformação digital de sucesso é fundamental, senão mandatório, que os sistemas de informação e as tecnologias empregados na gestão pública sejam concebidos a partir de uma arquitetura abrangente, escalável e interoperável, atendendo a todas as dimensões das cidades, resguardadas suas características e necessidades singulares da sociedade local.

É recomendável que sejam ampliados os campos de aplicação do modelo, sobretudo buscando outras realidades geográficas. De igual forma, estabelecer outros relacionamentos entre os dados obtidos pelo uso do modelo e eventuais indicadores de uso de tecnologias da informação e comunicação disponibilizados por órgãos oficiais, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

## REFERÊNCIAS

- Abdalla, W., Renukappa, S., Suresh, S., & Al-Janabi, R. (2019). *Challenges for Managing Smart Cities Initiatives: An Empirical Study*. Proceedings - 2019 3rd International Conference on Smart Grid and Smart Cities, ICSGSC 2019, 10–17. <https://doi.org/10.1109/ICSGSC.2019.00-26>
- Abella, A., Ortiz-de-Urbina-Criado, M., & De-Pablos-Heredero, C. (2017). A model for the analysis of data-driven innovation and value generation in smart cities' ecosystems. *Cities*, 64, 47–53. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.01.011>
- Agbali, M., Trillo, C., Fernando, T., Ibrahim, I. A., & Arayici, Y. (2019). *Conceptual Smart City KPI Model: A System Dynamics Modelling Approach*. Proceedings of the 2nd World

- Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability, WorldS4 2018, (October), 163–171. <https://doi.org/10.1109/WorldS4.2018.8611565>
- Aina, Y. A. (2017). Achieving smart sustainable cities with GeoICT support: The Saudi evolving smart cities. *Cities*, 71(May), 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.07.007>
- Alderete, M. V. (2019). *Exploring the Smart City Indexes and the Role of Macro Factors for Measuring Cities Smartness*. Social Indicators Research, (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s11205-019-02168-y>
- Alexopoulos, C., Pereira, G. V., Charalabidis, Y., & Madrid, L. (2019). *A taxonomy of smart cities initiatives*. ACM International Conference Proceeding Series, Part F1481, 281–290. <https://doi.org/10.1145/3326365.3326402>
- Auber, D. et al. (2004). *Tulip Data Visualization Software*. University of Bordeaux I, France: LaBRI.
- Battarra, R., Gargiulo, C., Pappalardo, G., Boiano, D. A., & Oliva, J. S. (2016). Planning in the era of Information and Communication Technologies. Discussing the “label: Smart” in South-European cities with environmental and socio-economic challenges. *Cities*, 59, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.05.007>
- Bibri, S. E. (2019). On the sustainability of smart and smarter cities in the era of big data: an interdisciplinary and transdisciplinary literature review. *Journal of Big Data*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0182-7>
- Borgatti S. P., Everett, M. G. & Freeman, L. C. (2002). *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Broccardo, L., Culasso, F., & Mauro, S. G. (2019). Smart city governance: exploring the institutional work of multiple actors towards collaboration. *International Journal of Public Sector Management*, 32(4), 367–387. <https://doi.org/10.1108/IJPSM-05-2018-0126>
- Castro Neto, M. de, & Rego, J. S. (2019). Urban Intelligence for Sustainability. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*, 31, 139–159. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-14850-8\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14850-8_10)
- Chichernea, V. (2014). The use of decision support systems (DSS) in smart city planning and management. *Journal of Information Systems & Operations Management*, 1–14.
- Chourabi, H. et al. (2012). *Understanding smart cities: an integrative framework*. In Proceedings of the 45th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-45). Maui, HI, USA: IEEE. Recuperado de <http://goo.gl/rt6WoP>.
- Desouza, K. C., & Flanery, T. H. (2013). Designing, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework. *Cities*, 35, 89–99. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.06.003>
- Farias, A. R., Mingoti, R., Valle, L. B., Spadotto, C. A. & Lovisi Filho, E. (2017). *Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil*. Recuperado de <https://bit.ly/3bSq8Wr>.
- Figueiredo, D. R. (2011). Introdução às Redes Complexas. In: Souza, A. F. de; Meira Jr. W. (Org.). *Atualizações em Informática 2011* (pp. 303-358). Rio de Janeiro: PUC.
- Giffinger, R. & Haindlmaier, G. (2010). Smarter cities ranking: an effective instrument for the positioning of cities? *ACE: Architecture, City and Environment*, 12, 7-25.
- Gil-Garcia, J. R. (2012). Towards a smart State? Inter-agency collaboration, information integration, and beyond. *Information Polity*, 17(3–4), 269–280. <https://doi.org/10.3233/IP-2012-000287>
- Kanter, R. M. & Litow, S. S. (2009). *Informed and interconnected: a manifesto for smarter cities*. Working Paper 9-141, 1-27, 2009. Recuperado de <http://goo.gl/9MLJOu>.
- Liu, S.M., & Q. Yuan. (2015). The Evolution of Information and Communication Technology in Public Administration. *Public Administration and Development*, 35, 2015, 140–151.



- Longo, M., Roscia, M., & Lazaroiu, G. C. (2014). Innovating multi-agent systems applied to smart city. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 7(20), 4296–4302. <https://doi.org/10.19026/rjaset.7.801>
- Marchetti, D., Oliveira, R., & Figueira, A. R. (2019). Are global north smart city models capable to assess Latin American cities? A model and indicators for a new context. *Cities*, 92(March), 197–207. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.04.001>
- Marsal-Llacuna, M.L.; Segal, M.E. (2017). The Intelligent Method (II) for making smarter urban policy-making and regulation drafting. *Cities*, 61, 83-95.
- Martin, C.J., Evans, J. & Karvonen, A. (2015). Smart and sustainable? Five tensions in the visions and practices of the smart-sustainable city in Europe and North America. *Technological Forecasting and Social Change*, 133, 269-278. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.005>
- Muvuna, J., Boutaleb, T., Baker, K. J., & Mickovski, S. B. (2019). A Methodology to Model Integrated Smart City System from the Information Perspective. *Smart Cities*, 2(4), 496–511. <https://doi.org/10.3390/smartcities2040030>
- Nam, T. & Pardo, T. A. (2011). *Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people and institutions*. In Proceedings of 12nd Annual International Conference on Digital Government Innovation in Challenging Times. New York: ACM. Recuperado de [http://www.ctg.albany.edu/publications/journals/dgo\\_2011\\_smartcity/dgo\\_2011\\_smartcity.pdf](http://www.ctg.albany.edu/publications/journals/dgo_2011_smartcity/dgo_2011_smartcity.pdf).
- Neirotti, P. et al. (2014). Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38, 25–36.
- ONU – Organização das Nações Unidas. (2018). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. Recuperado de <https://bit.ly/3gbrT11>.
- Plonski, G. A. (2017). Inovação em transformação. *Estudos Avançados*, 31, 90, 7-21.
- Saba, D., Sahli, Y., Berbaoui, B., & Maouedj, R. (2020). *Towards Smart Cities: Challenges, Components, and Architectures*. In T. M. (eds) Hassanien A., Bhatnagar R., Khalifa N. (Ed.), *Toward Social Internet of Things (SIoT): Enabling Technologies, Architectures and Applications* (Vol. 846, pp. 317–334). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-24513-9>
- Tomičić-Pupek, K., Pihir, I., & Tomičić Furjan, M. (2019). Smart City initiatives in the context of digital transformation – scope services and technologies. *Journal of Contemporary Management Issues*, 24, 1, 39-54.
- Tukiainen, T., Leminen, S., & Westerlund, M. (2015). Cities as Collaborative Innovation Platforms. *Technology Innovation Management Review*, 5(10), 16–23. <https://doi.org/10.22215/timreview933>
- Weise, S., Hardy, J., Agarwal, P., Coulton, P., Friday, A., & Chiasson, M. (2012). *Democratizing Ubiquitous Computing – a Right for Locality*. UbiComp’ 12. Pittsburgh: ACM.
- Weiss, M. C. (2016). *CIDADES INTELIGENTES: proposição de um modelo avaliativo de prontidão das tecnologias das informação e comunicação aplicáveis à gestão das cidades*. Tese de doutorado, Centro Universitário FEI, São Paulo, Brasil. Recuperado de <https://bit.ly/3cV7G0J>.
- Weiss, M. C. (2017). *Smart Cities: a proposition of a readiness evaluation model for ICT applicable to the cities management*. Proceedings 14th International Conference on Information Systems & Technology Management - CONTECSI 2017, 2038-2060. <https://doi.org/10.5748/9788599693131-14CONTECSI/RF-4636>.
- Weiss, M. C. (2020). *URBESYS: Sistema de Avaliação e Planejamento de TI para Cidades Inteligentes*, Versão 1. São Paulo. Recuperado de <https://www.urbesys.com.br/>.