



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Instituto de Geociências

ANA JANE BENITES

ANÁLISE DAS CIDADES INTELIGENTES SOB A PERSPECTIVA  
DA SUSTENTABILIDADE: O CASO DO CENTRO DE OPERAÇÕES  
DO RIO DE JANEIRO

CAMPINAS

2016

ANA JANE BENITES

ANÁLISE DAS CIDADES INTELIGENTES SOB A PERSPECTIVA  
DA SUSTENTABILIDADE: O CASO DO CENTRO DE OPERAÇÕES  
DO RIO DE JANEIRO

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO INSTITUTO DE  
GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
CAMPINAS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRA  
EM POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. FLÁVIA LUCIANE CONSONI DE MELLO

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL  
DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA ANA  
BENITES ORIENTADA PELA PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. FLÁVIA LUCIANE  
CONSONI DE MELLO

CAMPINAS

2016

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** Não se aplica.

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca do Instituto de Geociências  
Cássia Raquel da Silva - CRB 8/5752

B437a Benites, Ana Jane, 1969-  
Análise das cidades inteligentes sob a perspectiva da sustentabilidade: o caso do Centro de Operações do Rio de Janeiro / Ana Jane Benites. – Campinas, SP : [s.n.], 2016.

Orientador: Flávia Luciane Consoni de Mello.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Gestão da inovação. 2. Cidades inteligentes. 3. Indicadores de sustentabilidade. 4. Ecossistemas de inovação. 5. Mudanças climáticas. I. Consoni, Flávia Luciane, 1973-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

#### Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Analysis of smart cities from the sustainability perspective: the Rio de Janeiro Operations Center case

**Palavras-chave em inglês:**

Innovation management

Smart city

Sustainability indicators

Innovation ecosystem

Climate change

**Área de concentração:** Política Científica e Tecnológica

**Titulação:** Mestra em Política Científica e Tecnológica

**Banca examinadora:**

Flávia Luciane Consoni de Mello [Orientador]

Décio Estevão do Nascimento

Janaína Pamplona da Costa

**Data de defesa:** 31-08-2016

**Programa de Pós-Graduação:** Política Científica e Tecnológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM  
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

**AUTORA:** Ana Jane Benites

**Análise das cidades inteligentes sob a perspectiva da sustentabilidade:  
o caso do Centro de Operações do Rio de Janeiro**

**ORIENTADORA:** Profa. Dra. Flávia Luciane Consoni de Mello

Aprovada em: 31 / 08 / 2016

**EXAMINADORES:**

Profa. Dra. Flávia Luciane Consoni de Mello – Presidente

Profa. Dra. Janaina Oliveira Pamplona da Costa

Prof. Dr. Décio Estevão do Nascimento

***A Ata de Defesa assinada pelos membros da Comissão Examinadora,  
consta no processo de vida acadêmica do aluno.***

Campinas, 31 de agosto de 2016.

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu noivo eterno, meus pais e familiares, professores e alunos,  
companheiros de trabalho,  
de estudos e amigos.

Todos vocês assumiram um ou mais desses papéis  
enquanto trilhavam caminhos ao meu lado  
e, assim, iluminaram minha jornada

Espero ter retribuído também com alguma luz aos seus passos  
e, igualmente, desempenhado bem todos esses papéis em suas trajetórias.

Se ainda não o fiz, prometo continuar tentando  
hoje, amanhã e até o final da estrada  
como vocês me ensinaram.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que fez meu pai, aos 76 anos, vitorioso na luta contra o câncer. E deu-me forças para persistir nesse trabalho, principalmente nos momentos em que eu o realizava a partir de consultórios médicos e hospitais.

À minha orientadora, Profa. Dra. Flávia Consoni, pelo empenho constante em compreender e encorajar meu entusiasmo pelas tecnologias emergentes que nos permitem atitudes mais sustentáveis. E também pelo seu apoio nos momentos difíceis desta caminhada.

À Profa. Dra. Rosana Corazza pelas suas contribuições na etapa de qualificação.

Ao Prof. Dr. Décio Estevão do Nascimento pela participação na banca de defesa, à Profa. Dra. Janaina Pamplona da Costa pelas revisões desde a fase de qualificação à defesa final e ao Prof. Dr. Marcos Weiss pela revisão independente da versão intermediária à defesa desta dissertação.

Às Profas. Dras. Leda Gitahy e Cristina Campos que sugeriram melhorias ao conteúdo durante revisões em grupo junto a outros colegas mestrands e doutorandos, aos quais igualmente sou grata, em particular a Carla Kitsuta, Luciana de Farias, José Augusto de Lima Prestes, Tatiana Bermudez, Carlos Corrales, Rafael Bueno, Felipe Costa, Cris Monaco, Maria Carolina Foss, Luisa Moutinho, Guilherme Suguiy, Antonio Marcon, Luciara Casagrande, Renata Martins, Altair Filho e Edgar Barassa.

A todos os professores do DPCT que, com sua doutrina, refletiram seu próprio conhecimento nessas páginas, especialmente aos Profs. Drs. André Furtado, Ruy Quadros, Renato Dagnino, Sérgio Queiroz, Marko Monteiro e Aleix Altimira Martin e às Profas. Dras. Maria Beatriz Machado Bonacelli, Sílvia de Carvalho, Maria Conceição da Costa e Edilaine Camillo.

À secretaria do DPCT, em particular à Valdirene Pinotti e Maria Gorete Bernardelli, sempre tornando mais leve o processo até a defesa de cada dissertação e tese.

Aos colegas professores e alunos da FGV, pela torcida e confiança renovada, em particular à do Prof. Nelson Rogeri.

A todos os que colaboraram com a pesquisa compartilhando de seu tempo e experiências, em especial, no Google, a Gabriel Carvalho, e no COR, aos irmãos David e Dario Bizzo Marques, Luciana Nery e Pedro Junqueira. Na Universidade de Newcastle, ao

Prof. Dr. Robert Hollands, que pronta e gentilmente cedeu seus artigos sobre cidades inteligentes para consulta, e que foram de enorme relevância ao referencial teórico desta dissertação.

Finalmente, em minha família, dentre aqueles que tanto me inspiram na dignidade e persistência de suas próprias lutas cotidianas, agradeço à minha mãe e meu pai queridos pela sua compreensão e amparo incondicional às minhas escolhas, pela espontaneidade e gratuidade de seu amor, sabedoria e força. E à minha prima-irmã caçula, Apoena Donadon, a quem tanto admiro pela autenticidade e o dom de cativar e valorizar as pessoas, de realizar sonhos pequenos e grandes, emprestando sua beleza a tudo que toca.

...e a Mauro Rezende, quem me deu a única certeza: se há amor, não importa a idade, a distância, o lugar, o dinheiro, a religião, o estilo. O contrato assinado. Ou frustrações. Se há amor, o que importa é dedicação, superação e redescoberta a cada dia. E a busca da felicidade em fazer o outro feliz.

Para você, Mauro, nunca encontrarei as palavras certas para expressar minha gratidão. Começo deixando aqui um enorme obrigado pelo incentivo e pela paciência nos momentos em que esta dissertação não me permitiu estar tão presente. Eles me revelaram, porém, ainda outras virtudes do amor.

Enfim... Obrigados a todos que me apoiaram, desafiaram, ensinaram e, junto comigo, aprenderam e refletiram mais sobre a polêmica das cidades inteligentes e seu compromisso com a sustentabilidade. Acredito que, com esses esforços conjuntos, tornamo-nos cidadãos mais inteligentes e que construirão um mundo mais justo, mais verde, mais humano e mais feliz.

## EPÍGRAFES

*“I love cities, and I love city governments in particular. But in politics it would have taken me 8 years from implementing a policy before I would get to see the feedback. With programming I could model the same policies and see the impact immediately. Technology is a far more efficient way to test.”*

Jack Dorsey

*“Why data is uncertain, cities are not programmable, and the world is not “algorithmic”.”*

Lili Gulbert

*“Cities have the capability of providing something for everybody, only because, and only when, they are created by everybody.”*

Jane Jacobs



## RESUMO

### ANÁLISE DAS CIDADES INTELIGENTES SOB A PERSPECTIVA DA SUSTENTABILIDADE - O CASO DO CENTRO DE OPERAÇÕES DO RIO DE JANEIRO

De acordo com o primeiro relatório do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMCC) o Brasil experimentará, nas próximas décadas, sérias crises devido às alterações no clima e seus centros urbanos, particularmente os costeiros, serão as áreas de maior vulnerabilidade. Esse é um dos principais contextos em que vem se estabelecendo, no país e no mundo, o conceito das cidades inteligentes (CIs), que exploram toda a capacidade das tecnologias de informação e comunicação (TICs) modernas para aprimorar o fornecimento e gerenciamento de serviços e infraestruturas públicas, recorrendo à inovação para incrementar suas capacidades de desenvolvimento sustentável e resiliência. Esse estudo investiga os níveis de maturidade e inteligência de uma implementação brasileira de cidade inteligente ao verificar sua competência em alavancar, difundir e aproveitar a máxima potencialidade de suas TICs emergentes na entrega de serviços alinhados aos planos estratégicos urbanos voltados, de forma equilibrada, à sustentabilidade ampla, isto é, nas dimensões ambiental, social, econômica, institucional e cultural. O arcabouço analítico para CIs elaborado nessa pesquisa focaliza a plataforma do Centro de Operações do Rio de Janeiro (COR), já que este figura como um caso de sucesso internacionalmente reconhecido desta nova tendência mercado-tecnológica e, portanto, um potencial agente difusor de lições aprendidas aplicáveis ao cenário de outros centros urbanos. O *framework* de análise submete a fronteira tecnológica do COR ao detalhamento de suas componentes (a) estratégica: verificando a capacidade desse modelo de CI em entregar serviços sustentáveis amplos e equilibrados; (b) tática-operacional: utilizando a teoria de Sistemas Tecnológicos de Inovação (STIs) para caracterizar o ambiente em que vêm se desenvolvendo a CI do Rio de Janeiro, ao determinar a capacidade de materialização de objetivos estratégicos do desenvolvimento sustentável urbano pelo ecossistema de inovação aberta em serviços que a suporta. A análise evidencia o estreitamento das articulações entre instituições governamentais e atores do setor público e privado, além do próprio cidadão, formando círculos virtuosos em redes de instituições locais de diversos portes e setores, além da conexão com redes internacionais comprometidas com a sustentabilidade e resiliência das cidades frente aos desafios da mudança climática. A trajetória de amadurecimento tático-operacional desse SI edificado em torno das soluções tecnológicas incorporadas pelo COR contribui com a elevação da sua eficiência estratégica, aprimorando a capacidade de entrega de serviços de sustentabilidade em todas as dimensões e, portanto, sua inteligência. O arcabouço elaborado nessa pesquisa auxilia no processo de adequação de políticas e planejamentos urbanos apoiados por CIs propondo uma ferramenta útil para orientá-las a soluções duradouras, sustentadas por tecnologias adequadas ao contexto regional e mais abrangentes e balanceadas nas perspectivas da sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Gestão da inovação, cidades inteligentes, indicadores de sustentabilidade, ecossistemas de inovação, mudanças climáticas.

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF SMART CITIES FROM THE SUSTAINABILITY PERSPECTIVE - THE RIO DE JANEIRO OPERATIONS CENTER CASE

According to the first report of the Brazilian Panel on Climate Change (BPCC), Brazil will experience, in the coming decades, serious crises due to changes in climate and its urban centers, particularly the coastal ones, will be the most vulnerable areas. This is one of the main contexts in which the concept of smart cities (SCs) has been established in the country and around the world: urban communities which explore the whole capacity of modern information and communication technologies (ICTs) to improve the delivery and management of public services and infrastructures, counting on innovation to enhance its sustainable development capabilities and resilience. This study investigates the maturity and intelligence levels of a Brazilian implementation of smart city, verifying its competence in launching, disseminating and appropriating the full potentiality of its emergent ICTs in the delivery of services aligned to the urban strategic plans aimed at equilibrium in the environmental, social, economic, institutional and cultural sustainability dimensions, that is, broad sustainability. The SCs analytical framework elaborated in this research focuses the Rio de Janeiro Operations Center (COR) platform, as it figures as an internationally recognized success in this new market and technological trend and thus a potential diffusion agent of lessons learned applicable to the setting of other urban centers. The analytic framework submits the COR technological frontier to the detailing of its components (a) strategic: checking the capacity of this CI model to deliver broad and balanced sustainability services; (b) tactical-operational: using the theory of Technological Innovation Systems (TISs) to characterize the environment in which the Rio de Janeiro SC has been being developed, determining its open services innovation ecosystem's materialization capacity for urban sustainable development strategic objectives. The analysis shows the strengthening of links between government institutions and actors in the public and private sector, including the citizen itself, building virtuous circles in networks of local institutions of all sizes and sectors, in addition to connections to international networks committed to cities sustainability and resilience facing the challenges of change climate. The tactical and operational maturity path built by the COR TIS around technological solutions contributes to the increment of its strategic efficiency, improving the delivery of sustainability services in all dimensions and, hence, its smartness. The framework developed in this research aids in the process of architecting policies and urban plans based on ICTs proposing a useful tool to drive robust solutions, supported by appropriate technologies to regional and wider, homogeneous context from the perspectives of sustainability.

**Keywords:** Innovation management, smart city, sustainability indicators, innovation ecosystem, climate change.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1: Artigos acadêmicos referentes aos rótulos “smart city” e “digital city” .....	29
Figura 1.2: Atlas global das cidades inteligentes e digitais .....	34
Figura 1.3: Representação do conceito de “smart city” pelo nível de inteligência da cidade	43
Figura 2.1: Modelo de domínio em UML para ilustrar a definição de Sistema Tecnológico de Inovação (STI).....	72
Figura 2.2: Destaque para o modelo de domínio em UML enfatizando a definição de redes de inovação .....	74
Figura 4.1: Funcionalidades características de cidades inteligentes distribuídas em camadas de serviços suportados pelas estruturas de TICs .....	109
Figura 4.2: Framework para avaliação de modelos de cidades inteligentes sob as dimensões amplas da sustentabilidade .....	112
Figura 4.3: Sistema de avaliação da capacidade de uma solução tecnológica em entregar serviços de cidades inteligentes .....	113
Figura 5.1: Principais atores participantes da construção do COR e suas características e responsabilidades .....	126
Figura 5.2: Compilação das análises das competências tática-operacional do STI e estratégica na entrega de serviços sustentáveis pelo COR em sua fase inicial .....	133
Figura 5.3: Novo organograma do COR incorporando a gerência de resiliência para a execução dos programas das redes W100 e C40 .....	140
Figura 5.4: Principais atores participantes da fase de maturidade do COR e suas características e responsabilidades centrais .....	143
Figura 5.5: Consolidação das análises das competências tática-operacional do STI e estratégica na entrega de serviços sustentáveis pelo COR em sua segunda fase .....	153
Figura 5.6: Comparação entre as análises consolidadas das competências tática-operacional do STI e estratégica na entrega de serviços sustentáveis pelo COR em suas fases 1 e 2 .....	155
Figura 5.7: Consolidação da performance tática-operacional e estratégica do COR em níveis de maturidade .....	157
Figura 5.8: O avanço no nível de inteligência do COR da fase 1 para a fase 2 .....	158

Figura A.1: Mapa explicativo dos cálculos empregados na elaboração dos diagramas da Figura 5.2: análise tática-operacional e estratégica para a fase 1 do COR .....	203
Figura A.2: Mapa explicativo dos cálculos empregados na elaboração dos diagramas da Figura 5.6: consolidação comparativa da análise tática-operacional e estratégica para as fases 1 e 2 do COR .....	204
Figura A.3: Mapa explicativo dos cálculos empregados na elaboração dos diagramas da Figura 5.7: consolidação da performance tática-operacional e estratégica do COR em níveis de maturidade .....	207
Figura A.4: Mapa explicativo do algoritmo criado para calcular o nível de inteligência de uma solução de cidade inteligente aplicado à fase 2 do COR, conforme resultados exibidos na Figura 5.8 .....	211
Figura A.5: Mapa explicativo dos cálculos empregados na elaboração do diagrama da Figura 5.8: consolidação do nível de inteligência do COR .....	212
Figura C.2: Mapa explicativo de fragmentos do diagrama de atividades da Figura 4.2 .....	223
Figura C.3: Mapa explicativo de fragmentos do diagrama de atividades da Figura 4.3 .....	224

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1.1: As superposições do termo “smart city” com outros rótulos equivalentes .....	28
Quadro 1.2: Várias definições para cidades inteligentes .....	31
Quadro 1.3: Críticas às cidades inteligentes .....	32
Quadro 1.4: Fatores que contribuíram com a propagação das cidades inteligentes .....	34
Quadro 1.5: Tecnologias mais frequentemente relacionadas com as “smart cities” .....	37
Quadro 1.6: Determinação do nível de inteligência de uma cidade .....	42
Quadro 2.1: Avanços no enquadramento analítico em estudos sobre a inovação .....	47
Quadro 2.2: Conceitos relacionados à transição de regimes .....	51
Quadro 2.3: Aspectos restritos e amplos, formais e informais da pesquisa em SIs .....	52
Quadro 2.4: Características de produtos, serviços e processos e sua relevância para a inovação .....	53
Quadro 2.5: Fatores e tendências do desenvolvimento econômico atuantes no contexto urbano .....	54
Quadro 2.6: Elementos dos ecossistemas de inovação aberta das smart cities .....	61
Quadro 2.7: Conceitos relacionados a estratégia e planejamento estratégico.....	67
Quadro 2.8: Revisão do conceito e indicadores de desempenho para funções de STIs .....	74
Quadro 2.9: Padronização da classificação de eventos de sistema para análise qualitativa do STI associado às cidades inteligentes .....	76
Quadro 2.10: Princípios para classificação de forças de technology push e/ou demand pull em eventos de sistema .....	79
Quadro 3.1: Conceitos associados à sustentabilidade urbana .....	85
Quadro 3.2: Conceitos associados a indicadores de sustentabilidade .....	87
Quadro 3.3: Obstáculos mais comuns à eficácia dos indicadores de sustentabilidade urbana .....	87
Quadro 3.4: Exemplos de modelos de indicadores para cidades inteligentes .....	88

Quadro 3.5: Decomposição dos índices do <i>dashboard</i> de sustentabilidade em sub-índices e indicadores para cada uma das perspectivas da sustentabilidade .....	94
Quadro 3.6: Tipologia de atividades derivadas de serviços de cidades inteligentes e sua associação com as perspectivas da sustentabilidade .....	95
Quadro 5.1: Algumas ações para ampliação da resiliência da cidade do Rio de Janeiro .....	119
Quadro 5.2: Avaliação tática-operacional: Principais eventos da construção do COR e análise da evolução do STI correspondente (2010 - 2015) .....	127
Quadro 5.3: Avaliação estratégica: Análise da capacidade de entrega de serviços sustentáveis gerados durante a construção do STI do COR (2010 - 2015) .....	132
Quadro 5.4: Redes nacionais e internacionais com as quais o Rio de Janeiro colabora, ligadas à cooperação entre municipalidades para o desenvolvimento sustentável, resiliência e enfrentamento dos desafios da mudança climática .....	138
Quadro 5.5: Conjunto de órgãos que colaboraram com a identificação e determinação de respostas a riscos do projeto Rio Resiliente .....	141
Quadro 5.6: Avaliação tática-operacional: principais eventos do processo de amadurecimento do COR e expansão e consolidação do STI correspondente (2013 - 2015) .....	145
Quadro 5.7: Avaliação estratégica: Análise da capacidade de entrega de serviços sustentáveis gerados durante o processo de amadurecimento do STI do COR (2013-2015) .....	151
Tabela 4.1: Mecanismo de avaliação de pacote de serviços X perspectivas da sustentabilidade X capacidade de entrega de serviços pelas cidades inteligentes .....	111

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

COR – Centro de Operações Rio

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas

STI – Sistema Tecnológico de Inovação

TICs – Tecnologias de Informação e Comunicação

UML - Unified Modeling Language

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	18
CAPÍTULO 1: VINTE ANOS DE CONSTRUÇÃO SOCIAL DO TERMO “CIDADE INTELIGENTE” .....	26
1.1. A evolução do conceito de smart cities .....	26
1.2. A relação entre desenvolvimento sustentável e as novas gerações de TICs no conceito de <i>smart cities</i> .....	35
1.3. Considerações finais .....	43
CAPÍTULO 2: AS CIDADES INTELIGENTES E SEUS ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO .....	45
2.1. De sistemas de inovação a ecossistemas de inovação .....	45
2.2. Caracterização dos ecossistemas de inovação nas cidades inteligentes .....	59
2.3. STIs como ferramenta de análise das propostas de cidades inteligentes .....	66
2.4. A análise dos ecossistemas de cidades inteligentes sob o <i>framework</i> dos Sistemas Tecnológicos de Inovação (STIs) .....	71
2.5. Considerações finais .....	79
CAPÍTULO 3: O COMPROMISSO DAS CIDADES INTELIGENTES COM A SUSTENTABILIDADE .....	83
3.1. Desenvolvimento sustentável urbano e seus desafios .....	84
3.2. A gerência da intangibilidade no desenvolvimento sustentável urbano .....	86
3.3. A análise estratégica das soluções de cidades inteligentes sob o <i>framework</i> do <i>Dashboard</i> de Sustentabilidade .....	92
3.4. Considerações finais .....	98
CAPÍTULO 4: O <i>FRAMEWORK</i> PARA ANÁLISE DA PROPOSTA DE SUSTENTABILIDADE NAS CIDADES INTELIGENTES .....	101
4.1. Desenho do modelo de análise da competência das cidades inteligentes em implementar propostas de sustentabilidade .....	102
4.2. Aplicando o framework analítico sobre o caso do Centro de Operações do Rio de Janeiro .....	111



4.3. Considerações finais .....	114
CAPÍTULO 5: CENTRO DE OPERAÇÕES DO RIO DE JANEIRO: EVOLUÇÃO DA ARQUITETURA DIGITAL PARA O MODELO SMART .....	116
5.1. O histórico da construção do COR .....	117
5.2. Análise do processo de construção do COR: aposta na arquitetura digital .....	123
5.3. O histórico de amadurecimento do COR .....	134
5.4. Análise do processo de amadurecimento do COR para um modelo inteligente .....	142
5.5. A tradução da transformação do COR para CIR em níveis de maturidade .....	154
5.6. Considerações finais .....	158
CONCLUSÕES .....	166
REFERÊNCIAS .....	170
APÊNDICE A - Mapas ilustrativos e detalhes da aplicação do framework analítico da competência tática-operacional e estratégica no caso do COR .....	201
A.1. Implementação dos quadros analíticos da competência tática-operacional e estratégica dos ecossistemas das soluções de cidades inteligentes .....	202
A.2. Implementação do mecanismo de análise da maturidade tática-operacional e estratégica dos ecossistemas das soluções de cidades inteligentes .....	204
A.3. Implementação do mecanismo de análise do nível de inteligência das soluções de cidades inteligentes .....	208
APÊNDICE B - Roteiro para entrevistas sobre a solução de cidade inteligente do COR .....	213
B.1. Roteiro inicial básico para entrevistas aos representantes do COR e provedores de solução .....	214
B.2. Roteiro suplementar para entrevistas a representantes-chave do COR.....	217
APÊNDICE C - Mapas ilustrativos para diagramas de classes e de atividades em UML .....	220
C.1. Mapas explicativos para os diagramas de classes .....	220
C.2. Mapas explicativos para os diagramas de classes .....	222

## INTRODUÇÃO

Segundo o Relatório GT2 (PBMC, 2013), que analisa os cenários de impactos resultantes do aquecimento global para o Brasil, o país experimentará, nas próximas décadas, escassez em água e alimentos, propagação de doenças e desastres naturais, acirramento da crise energética e desequilíbrio econômico e social. O relatório destaca, ainda, que os centros urbanos brasileiros serão as áreas mais vulneráveis.

As mesmas perspectivas estendem-se a outras nações ao redor do planeta (PACHAURI et al., 2014) e são um reflexo da pressão que as próprias cidades exercem, em seu movimento impulsionando o crescimento de um país, sobre as dimensões ambiental, social, econômica, institucional e até mesmo cultural da sustentabilidade (QUIGLEY, 2009; JOHNSON, 2008, BELLEN, 2007).

Reside aí, portanto, uma sinalização de urgência em endereçar todos esses quadros que tendem a agravar-se, uma vez que as populações urbanas crescem, atualmente, em 83 milhões de pessoas por ano, estimando-se que o planeta abrigará cerca de 9.7 bilhões de habitantes até 2050, com 66% deles vivendo em cidades (ONU, 2015; ONU, 2014b; ONU, 2012).

Nesse contexto, representantes de municipalidades de todas as nações vêm mobilizando-se em torno de alternativas de mitigação a esses impactos, formulando políticas para orientar, entre outros setores, a ciência e a tecnologia em busca do desenvolvimento sustentável<sup>1</sup> e a cooperação e integração entre cidades (CAICT, 2015; EJCIC, 2015). Evidências disso são os compromissos selados por prefeitos de diversos municípios em convenções nacionais ou internacionais para a redução de emissões de gases de efeito estufa em suas comunidades (ONU, 2014b; COCCHIA, 2014) e a organização delas em redes de colaboração para conquistar governanças resilientes em resposta a essas e outras ameaças (NERY, 2014).

---

<sup>1</sup> As definições resumidas para termos essenciais desta seção são melhor aclaradas em capítulos subsequentes: desenvolvimento sustentável e sustentabilidade ampla são explicados em detalhes no capítulo 3, Quadro 3.1. O mesmo acontece para os conceitos de competência tática, operacional e estratégica, resumidos aqui e mais refinados no capítulo 2, Quadro 2.7. Já para os rótulos *digital city* (cidade digital) (Quadro 1.1) e, em particular, *smart city* (cidade inteligente), pela complexidade e importância para a dissertação que envolvem, um capítulo inteiro, o primeiro, foi dedicado à construção de sua definição. Outros conceitos de suporte a esta introdução são também apresentados nos capítulos a seguir: governança (Quadro 2.6), resiliência (Quadro 3.1), ecossistema (Quadro 2.1, subseções 2.1 e 2.2), Sistemas Tecnológicos de Inovação (Quadro 2.1), indicador de sustentabilidade (Quadro 3.2) e *dashboard* de sustentabilidade (subseção 3.3).

Esses municípios e redes de cidades vêm encontrando nas soluções de *smart cities* um suporte para responder a tais provocações. Isso porque as cidades inteligentes<sup>2</sup>, diferente das cidades digitais, que preocupam-se principalmente com a disponibilização de infraestruturas de TICs (COUCLELIS, 2004), inovam na exploração das TICs modernas, introduzindo soluções orientadas para o desenvolvimento sustentável, resiliente e participativo, a fim de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos (NIJKAMP et al., 2012; WOLFRAM, 2014).

Entretanto, para que as soluções de cidades inteligentes materializem as propostas de sustentabilidade incluídas em metas no planejamento estratégico de muitos municípios, é preciso que demonstrem, em primeiro, capacidade de alavancagem, isto é, em serem instaladas e tornarem-se estáveis no ambiente urbano. Para isso, o arranjo de atores, ou ecossistema (JUCEVIČIUS & GRUMADAITĖ, 2014, p. 127) que suporta tais soluções deve apresentar competência tática-operacional para a geração, difusão e uso das TICs que incorpora (CARLSSON et al., 2002, p. 235).

Tal competência refere-se à capacidade em concretizar objetivos derivados de planos superiores em hierarquias estratégicas e evita a perda de recursos investidos na implantação de soluções efêmeras, cujos ecossistemas não sejam robustos o suficiente para que se estabeleçam e prosperem. Ao contrário, a competência tática-operacional eleva a probabilidade de efetivação das propostas estratégicas que as soluções de *smart cities* carregam e que vêm se estendendo para contemplar a sustentabilidade ampla, ou seja, não apenas na perspectiva econômica, mas também nas dimensões social, ambiental, institucional e cultural (BELLEN, 2007).

Conseqüentemente, a análise da competência tática-operacional das soluções de cidades inteligentes e do alinhamento estratégico destas com as dimensões amplas da sustentabilidade possibilita aos governos municipais, cidadãos e provedores de TICs de *smart cities* verificar a aderência de suas propostas de cidades inteligentes com os planos estratégicos que firmaram com o desenvolvimento sustentável (BRUNDTLAND, 1987, p.41): “um desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade

---

<sup>2</sup> Os termos “*smart city*” e “cidade inteligente” são equivalentes nesta dissertação. Eles são intercalados ao longo de todo o texto para proporcionar uma experiência mais agradável em leitura. Caso contrário, um ou outro desses termos seria percebido pelo leitor em torno de 409 vezes. Como o rótulo “*intelligent city*” (Quadro 1.1) também é traduzido para “cidade inteligente” em português, a intercalação de “inteligente” com “*smart*” adicionalmente reforça neste último, que, como o capítulo I relata, abrange o “*intelligent*”, o conceito associado a “inteligente” mais apropriado no texto.

de as gerações futuras atenderem, também, às suas”.

Como muitas cidades vêm iniciando projetos de *smart cities* e vários deles ainda não atingiram maturidade para demonstrar seus resultados concretos, cuja mensuração, muitas vezes, é complexa e dispendiosa, essa análise tática-operacional e de compatibilidade estratégica pode ser uma alternativa mais conveniente para direcionar a capacidade de alavancagem das iniciativas de cidades inteligentes às metas do desenvolvimento sustentável nos planejamentos estratégicos urbanos: soluções podem ser remodeladas; projetos, reestruturados e políticas mais efetivas podem ser formuladas para atingir essas metas com vistas à sustentabilidade em todas as dimensões.

Particularmente para países em desenvolvimento como o Brasil, tal abordagem preveniria, adicionalmente, que soluções recomendadas por grandes consultorias multinacionais especializadas e provedores tecnológicos globais (WEISS, 2013; WEISS, BERNARDES & CONSONI, 2013), configurassem arranjos não necessariamente sintonizados com a realidade brasileira (PAROUTIS et al. 2013) e nem sempre eficientes em endereçar problemas que conduzam ao caminho do desenvolvimento sustentável local em seu amplo alcance.

### ***Pergunta de Pesquisa***

Dessas considerações deriva a pergunta de pesquisa: “Qual a competência tática-operacional das soluções de cidades inteligentes brasileiras e qual a aderência de suas propostas com as estratégias de desenvolvimento sustentável em todas as perspectivas?”

A partir dessa pergunta genérica desdobram-se as questões específicas:

1. Qual o conceito de cidades inteligentes e quais plataformas de soluções tecnológicas vêm se apresentando como alternativas à sua implementação no contexto mundial?
2. Como se pode analisar a competência tática-operacional de soluções de cidades inteligentes?
3. Como se pode analisar o alinhamento a estratégias de desenvolvimento sustentável amplo nas propostas de sustentabilidade que as soluções de cidades

inteligentes carregam?

4. Como o arcabouço analítico formado pelas ferramentas metodológicas que respondem às questões 1, 2 e 3 pode ser aplicado para analisar a competência tática-operacional das soluções de cidades inteligentes brasileiras e a aderência de suas propostas com as estratégias de desenvolvimento sustentável equilibrado em todas as perspectivas?

### ***Objetivos geral e específicos***

As respostas a tais questões contemplam o objetivo geral da pesquisa, que é de analisar a competência tática-operacional de uma solução selecionada de cidade inteligente implantada no Brasil e a aderência de suas propostas de sustentabilidade com as estratégias de desenvolvimento sustentável equilibrado em todas as perspectivas.

Cada uma dessas respostas desdobra o objetivo geral nos objetivos específicos de

(i) Obter uma definição abrangente para o termo “*smart city*” e caracterizar as diferentes tecnologias que atualmente se apresentam para a implementação do conceito de cidades inteligentes no mundo e no Brasil.

(ii) Investigar quais arranjos institucionais e articulações entre atores são necessários para materializar os modelos de cidades inteligentes e que alternativas de quadros analíticos podem ser empregados para a análise da competência tática-operacional das soluções de cidades inteligentes construídas por esses atores.

(iii) Situar, no contexto urbano contemporâneo, o conceito de desenvolvimento sustentável e explorar, dentre vários *frameworks* dirigidos à análise qualitativa e quantitativa da sustentabilidade urbana, uma configuração para a análise do alinhamento a estratégias de desenvolvimento sustentável amplo nas propostas de sustentabilidade que as soluções de cidades inteligentes carregam.

(iv) Estruturar um arcabouço analítico combinando as ferramentas metodológicas derivadas do cumprimento dos objetivos (i), (ii) e (iii) e demonstrar como ele pode ser aplicado à análise da competência tática-operacional nas soluções de cidades inteligentes brasileiras e a aderência das propostas dessas soluções com as estratégias de desenvolvimento

sustentável em todas as perspectivas.

### ***Procedimentos Metodológicos***

Para atingir cada um dos objetivos específicos listados na seção anterior uma pesquisa do tipo descritiva (SELLITZ, 1975) foi conduzida a partir do objeto de estudo definido como as cidades inteligentes.

A seguir descrevem-se as estratégias-chave utilizadas para contemplar os objetivos da pesquisa em torno desse objeto de estudo e o planejamento do projeto que implementou essas estratégias, seguindo as melhores práticas em gerenciamento de projetos preconizadas pelo PMBOK (PMI, 2013):

(a) *Estratégias-chave para endereçar o Objetivo (i)*: O conceito de cidades inteligentes foi examinado a partir de um conjunto de definições extraídas da literatura. Também a partir de revisão literária as principais tecnologias que compõem as plataformas de *smart cities* na atualidade foram estudadas, com destaque para a importância da exploração inovadora de todo o potencial das TICs modernas para elevar a condição de uma cidade de digital para inteligente. Por exemplo, na integração entre serviços e no emprego de algoritmos analíticos baseados em *big data* para apoio a decisões.

(b) *Estratégias-chave para endereçar o Objetivo (ii)*: As buscas em material literário para obter uma definição do termo “*smart city*” confirmaram que as cidades inteligentes inovam também na articulação entre os arranjos de atores que alavancam e sustentam suas soluções fundamentadas nas TICs emergentes: os ecossistemas de inovação aberta em serviços são a nova arquitetura das redes de atores que promovem tais soluções. Uma revisão na literatura sobre desenvolvimento econômico foi realizada para determinar o quadro analítico mais adequado à análise da competência tática-operacional nesses ecossistemas. Tal revisão incluiu referências a modelos de inovação abrangendo desde os lineares, que imperaram dos 1950s aos 1970s até os Sistemas de Inovação, que evoluíram a partir dos 1980s em variantes sociotécnicas e tecnológicas combinadas atualmente em arquétipos multinivelados para favorecer políticas de transição de regimes. A característica intangível,

informal e ampla dos fatores envolvidos no processo de inovação dos ecossistemas das cidades inteligentes foi decisiva para encontrar, nos Sistemas Tecnológicos de Inovação, a ferramenta metodológica mais conveniente para a análise da competência tática-operacional nas soluções de *smart cities*.

(c) *Estratégias-chave para endereçar o Objetivo (iii)*: Os conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável foram revisitados a partir da literatura, resgatando o papel do estado na sua implementação junto às cidades. O paradigma inovador da oferta dos ativos públicos das cidades na forma de serviços aos cidadãos foi retomado nesse contexto, bem como os desafios enfrentados pelos órgãos públicos executivos em formular programas e projetos destinados à sustentabilidade e executá-los, monitorando e controlando as soluções. Sempre a partir de revisão literária, o conceito de indicadores de sustentabilidade foi introduzido como recurso para o gerenciamento qualitativo e quantitativo desses programas e projetos, acompanhado do modelo mais recomendado por especialistas, o *dashboard* de sustentabilidade (BELLEN, 2007). A partir daí demonstrou-se como esse modelo pode ser utilizado para analisar o alinhamento às estratégias de desenvolvimento sustentável nas perspectivas econômica, ambiental, social, institucional e cultural que as propostas de sustentabilidade nas soluções de cidades inteligentes carregam. Em linhas gerais, o mecanismo de alicerce à análise provém do mapeamento dos serviços de TI disponibilizados por uma plataforma genérica de *smart cities* às respectivas sub-categorias das dimensões da sustentabilidade na estrutura do *dashboard* de sustentabilidade.

(d) *Estratégias-chave para endereçar o Objetivo (iv)*: Um *framework* metodológico foi construído padronizando um conjunto de atividades que integram os enquadramentos analíticos estruturados a partir das estratégias (b) e (c) e um estudo de caso foi escolhido para demonstrar como ele pode ser aplicado à análise da competência tática-operacional nas soluções de cidades inteligentes brasileiras e da aderência nas propostas dessas soluções às estratégias de desenvolvimento sustentável amplo: uma vez comprovada a sua efetividade e generalidade no exercício para um caso, pode ser estendido a todas as municipalidades da nação. Assim, o caso selecionado foi o do Centro de Operações da Cidade do Rio de Janeiro (COR). Trata-se de uma instalação internacionalmente conhecida e premiada da plataforma de *smart cities* provida, dentre outras, por uma grande multinacional do setor de TICs, a IBM. A

rede de atores que compõem essa solução foi mapeada e um questionário sobre particularidades da arquitetura da solução foi direcionado aos provedores de solução identificados para capturar os aspectos técnicos relevantes da implementação. Além disso, entrevistas semi-abertas foram conduzidas com os atores-chave. O mesmo processo de abordagem por questionário e entrevistas semi-abertas foi praticado com representantes do COR para obter informações sobre os benefícios alcançados pelos serviços oferecidos frente às diferentes visões da sustentabilidade, resgatando lições aprendidas da experiência, que já opera desde 2010. As informações obtidas como resposta às pesquisas de campo foram tabuladas e analisadas utilizando o *framework* analítico derivado das ações estratégicas sugeridas em (b) e (c), justificando como ele pode ser empregado para avaliar a competência tática-operacional da solução do Centro de Operações no Rio e o alinhamento de sua proposta de sustentabilidade com as diferentes perspectivas do desenvolvimento sustentável. Finalmente, considerações foram adicionadas em como o resultado da análise pode servir de instrumento para seleção, planejamento, monitoramento e controle de projetos de implementação de cidades inteligentes pelo poder público, redesenho de soluções e na formulação de políticas.

### ***Estrutura da dissertação***

A dissertação está organizada em cinco capítulos, além desta introdução e do trecho reservado para as conclusões.

Cada capítulo, até o terceiro, em ordem crescente, responde à correspondente pergunta de pesquisa e elabora um componente do quadro analítico que fundamenta a metodologia:

- o capítulo 1 responde à primeira pergunta, relativa ao conceito de cidades inteligentes e cumpre com o objetivo (i) usando a estratégia (a) ao propor um modelo para a caracterização do nível de maturidade de *smart cities*. Seu conteúdo contrapõe a importância no uso das TICs de última geração e a necessidade de canalizar as suas potencialidades, de maneira equilibrada, a serviços que favoreçam a todas as vertentes da sustentabilidade;
- o capítulo 2 responde à segunda pergunta, mostrando como a competência



tática-operacional das cidades inteligentes pode ser analisada ao delinear, por meio da estratégia (b), um *framework* dedicado à qualificação dessa competência a partir do arcabouço dos STIs, atingindo, assim, o objetivo (ii) e

- o capítulo 3 responde à terceira pergunta, recorrendo à estratégia (c) para alcançar o objetivo (iii), determinando um referencial taxonômico baseado no *dashboard* de sustentabilidade, capaz de apurar o grau de alinhamento de serviços e suas atividades a cada dimensão do desenvolvimento sustentável.

O capítulo 4 integra as ferramentas de análise instrumental, tática-operacional e estratégica para a sustentabilidade herdadas dos capítulos anteriores conforme sugere a estratégia (d) e estabelece a metodologia da pesquisa, detalhando seus procedimentos de aplicação ao caso do COR, cujos resultados são registrados no capítulo 5.

Com isso, esses dois últimos capítulos respondem à quarta pergunta de pesquisa, satisfazendo ao objetivo final (iv). Os aspectos mais importantes da interpretação dos resultados são discutidos no trecho destinado às conclusões.

## CAPÍTULO 1

### VINTE ANOS DE CONSTRUÇÃO SOCIAL DO TERMO “CIDADE INTELIGENTE”

O objetivo deste capítulo é traçar um panorama evolutivo do conceito de cidades inteligentes, salientando os encadeamentos de sua construção social desde primórdios dos anos 1990, quando surge no meio acadêmico. Tal retrospectiva prossegue até sua retomada pelas grandes empresas de TI como nicho de mercado para recuperação à crise de meados de 2008, chegando, finalmente, à conjuntura atual, em que um consenso começa a firmar-se entre os atores sobre os aspectos que definem o termo.

Nessa trajetória são abordados os elementos motivadores para a instauração do paradigma<sup>3</sup>, que amadureceram em direção ao cumprimento de metas do desenvolvimento sustentável e resiliência dos centros urbanos. Também são focalizadas as críticas e desafios à sua realização, que, além da superposição com outras metáforas paralelas de cidades dificultando a compreensão do conceito de *smart city*, ainda incluem a propensão ao determinismo tecnológico, dada a relevância do progresso técnico e da inovação tecnológica para o modelo.

Em decorrência, as principais tendências nas novas gerações de TICs para cidades inteligentes são discutidas, culminando na proposição de um arcabouço analítico para identificar o nível de inteligência nas cidades.

#### 1.1. A evolução do conceito de *smart cities*

O primeiro artigo acadêmico sobre “*smart cities*” teria sido lançado em 1992 (KOMNINOS, 2014; Gibson et al., 1992), dois anos após a primeira publicação aclamando as “*intelligent cities*” (KOMNINOS, 2014; Batty, 1990). Esses trabalhos já associavam a inteligência urbana à vantagem competitiva alavancada, no caso das *intelligent cities*, pela geração e difusão de conhecimento em redes e, no tocante às *smart cities*, ao desenvolvimento das metrópoles amparado pelo avanço tecnológico, inovação e integração econômica globalizada (KOMNINOS, 2014).

---

<sup>3</sup> Paradigma, aqui, tem o sentido de modelo tecnológico acolhido e em expansão no setor de TICs. Uma definição mais detalhada de “paradigma tecnológico” encontra-se no capítulo 2, Quadro 2.2.

Portanto, a origem do termo “*smart city*” é acadêmica e, a princípio, determinista tecnológica e neoliberalista, defendendo a tecnopia da incorporação da comunidade local à cidade empreendedora impulsionada pelo instrumentalismo tecnológico (HOLLANDS, 2008; GRAHAN, 2002). Tanto assim que o conceito de cidades inteligentes acompanha a volatilidade dos ciclos de inovação das TICs: em suas manifestações iniciais o fenômeno da *internet*, emergente à época, sequer é citado nessas compilações acadêmicas (KOMNINOS, 2014). Mas, na medida em que se torna infraestrutura essencial para a configuração dessas cidades e de seu desempenho futuro (DOMINGUE et al., 2011), o rótulo “*smart*” vai moldando-se de acordo com as etapas de evolução da *World Wide Web* e gerando as variantes “*wired city*”, “*connected city*”, “*net city*”, “*cyber city*”, “*digital city*”, “*ubiquitous city*”, etc. (Quadro 1.1).

Já no contexto adjacente ao da academia o termo “*smart city*” teria aparecido, pela primeira vez, em jornais internacionais escritos em língua inglesa em meados da década de 1990: algumas cidades que introduziam infraestruturas de TICs, soluções de governo eletrônico ou atraíam indústrias de alta tecnologia para fomentar o desenvolvimento econômico local se auto-entitulavam “inteligentes” mesmo naquela época. De fato, em 1994, a *Multifunction Polis* (MFP), uma comunidade planejada em terreno próximo a Adelaide, na Austrália, conquistou, na mídia, o título de “*smart city* autônoma”, devido à sua ênfase na integração pelo emprego de infraestruturas modernas em TICs. E, em 1997, as cidades de Cyberjaya e Putrajaya, na Malásia, foram redesenhadas como “*intelligent garden cities*” (ou cidades de jardins inteligentes) e denominadas “*smart cities*”, dado o papel fundamental que se atribuiu às TICs na automatização e otimização dos processos que regiam o funcionamento desses centros urbanos (SÖDERSTRÖM et al., 2014).

Assim, essas materializações precoces do conceito de cidades inteligentes, que poderíamos chamar de *smart cities* versão 0.1, embora destacadas na imposição das forças de *technology push* sobre o espaço urbano em consoante com as premissas acadêmicas, foram resultado de estratégias articuladas entre administrações locais e órgãos nacionais de planejamento dos respectivos governos. Ou seja, foram marcadas por iniciativas do tipo *top-down*, patrocinadas, organizadas e administradas em conjunto com agentes governamentais regionais e federais (PARKER, 1998).

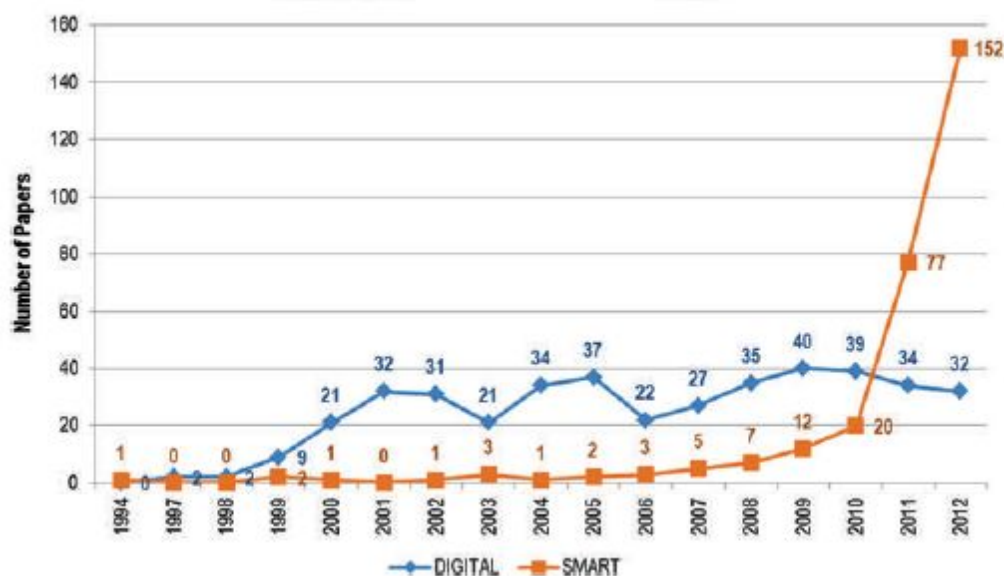
Quadro 1.1: As superposições do termo “*smart city*” com outros rótulos equivalentes

Termo	Definição	Referências
<i>Wired city</i>	Refere-se literalmente à instalação de cabos para conectividade, o que, em si, não é necessariamente <i>smart</i> .	Hollands (2008)
<i>Virtual city</i>	Concentra-se nas representações e manifestações digitais das cidades.	Schuler (2002)
<i>Ubiquitous city</i>	É uma extensão adicional do conceito de cidade digital, que evoluiu para <i>ubiquitous city</i> : uma cidade ou região que emprega tecnologias de informação do tipo <i>ubiquitous computing</i> (Quadro 1.5)	Anthopoulos & Fitsilis (2010)
<i>Intelligent city</i>	É um território com alta capacidade de aprendizado e inovação. Esta capacidade é construída na criatividade de sua população, suas instituições e criação de conhecimento e sua infraestrutura para comunicação e gerenciamento de conhecimento.	Komninos (2006)
<i>Information city</i>	Ambientes digitais que capturam informações oficiais ou extraoficiais de comunidades locais e as disponibilizam ao público em portais pela <i>internet</i> .	Anthopoulos & Fitsilis (2010)
<i>Digital city</i>	É uma representação compreensiva para a internet, ou reprodução, de vários aspectos ou funções de uma cidade específica real, aberta a usuários leigos ou não especialistas. Uma cidade digital tem várias dimensões: social, cultural, política, ideológica e também teórica.	Couclelis (2004)
<i>Smart community</i>	Uma área geográfica variando em tamanho de uma vizinhança a uma região englobando um aglomerado de distritos cujos residentes, organizações e instituições governantes usam tecnologias de informação para transformar sua região de maneira significativa. Cooperação entre governo, indústria, educadores e cidadania em lugar de grupos individuais agindo isoladamente é preferível.	Eger (1997)
<i>Knowledge city</i>	É uma cidade que tem por objetivo o desenvolvimento baseado em conhecimento, encorajando a criação, compartilhamento, avaliação, renovação e atualização de conhecimento. Isso pode ser conseguido pela interação contínua entre os próprios cidadãos e ao mesmo tempo entre eles e os cidadãos de outras cidades. A cultura de compartilhamento de conhecimento entre cidadãos, bem como o desenho apropriado da cidade, redes de TI e infraestruturas suportam essas interações.	Ergazakis (2004)
<i>Learning city</i>	O termo ‘ <i>learning</i> ’ em ‘ <i>learning cities</i> ’ refere-se a aprendizado ou conhecimento que cobre, ao mesmo tempo, o individual e o institucional. I aprendizado individual associa-se à aquisição de conhecimento, habilidades e conhecimento por indivíduos, formal ou informalmente. Refere-se, frequentemente, ao aprendizado ao longo da vida e não apenas a escolaridade e treinamento. Por meio do aprendizado os indivíduos ganham melhores salários e oportunidades de trabalho, enquanto que a sociedade se beneficia conseguindo uma força de trabalho mais tecnológica e atualizada.	Larsen (1999)
<i>Sustainable city</i>	Usa tecnologia para reduzir emissões de gás carbônico, produzir energia eficiente e melhorar a eficiência de prédios. Seu principal objetivo é tornar-se uma <i>green city</i>	Batagan (2011)
<i>Green City</i>	Segue o paradigma do “ <i>Green Growth</i> ”, que promove o desenvolvimento econômico reduzindo emissões de gases do efeito estufa e poluição, minimizando o lixo e o uso ineficiente de recursos naturais, preservando a biodiversidade.	OECD (2010)

Fonte: Adaptado de COCCHIA (2014)

A partir de 1997, com a assinatura do Protocolo de Kyoto pela União Europeia e 191 países, as municipalidades de várias nações, comprometidas em reduzir a emissão de gases do efeito estufa, passaram a apoiar-se em soluções de cidades inteligentes para materializar suas políticas ambientais e metas locais ligadas à sustentabilidade e resiliência frente aos desafios da mudança climática (CAICT, 2015; COCCHIA, 2014; EJCIC, 2014). Então, o número de projetos de implementação e artigos científicos ligados ao tema começou a multiplicar-se, a princípio sob a legenda “*digital city*”, refletindo o movimento de implantação de infraestruturas de TICs nos centros urbanos. Nesse primeiro momento, da habilitação de mecanismos básicos para acesso à *internet* em seu período de eclosão, denominações como “*wired city*”, “*broadband city*”, “*connected city*”, “*virtual city*” e “*cyber city*” proliferaram. Com a expansão da *internet* às redes sociais, popularizaram-se as variações “*net city*”, “*social city*” e, mais tarde, com a propagação dos *smartphones* e sensores digitais, o estereótipo digital das cidades absorveu, também, expressões como “*ubiquitous city*” e “*sensing city*” (Quadro 1.1; Figura 1.1).

Figura 1.1: Artigos acadêmicos referentes aos rótulos “*smart city*” e “*digital city*”



Fonte: COCCHIA (2014)

Nota: Uma busca realizada em 05/10/2016 no site “<https://scholar.google.com>” com o termo “*smart city*” para o período de 1994 (inclusive) a 2012 (inclusive) retornou 4.740 resultados. A expressão “*digital city*” devolveu 12.500 entradas para o mesmo filtro temporal. Já no intervalo de 2013 (inclusive) a 2016 (inclusive) apenas 3.690 resultados foram obtidos da busca para “*digital city*”, enquanto “*smart city*” rendeu 17.900 entradas. Isso sugere que o adjetivo “*smart*”, nos últimos 4 anos, superou em 143,2% a popularidade acumulada em 19 anos pelo rótulo “*digital*”.

Entretanto, com a recessão econômica desencadeada em meados de 2008, várias empresas de TI voltaram seus interesses ao nicho das cidades inteligentes, criando, a partir da reconfiguração de suas competências, especialmente sob a forma de serviços abertos, soluções customizadas para esse mercado (PAROUTIS et al., 2014; CHESBROUGH, 2011). As pioneiras foram a IBM, com seu programa “*Smarter Planet*”, bem como a Cisco, Siemens e Ericsson, seguidas pela HP, Microsoft e Accenture, dentre outras (COCCHIA, 2014), até, somente nos recentes meados de 2015, também a Google (GOOGLE, 2015). Essas iniciativas intensificaram ainda mais as experiências e publicações associadas às cidades inteligentes e digitais (Figura 1.2), sendo que o rótulo “*smart*” teria atraído, gradativamente, maior atenção desde o lançamento pela Apple, em 2007, do *i-phone*, o primeiro *smartphone* (COCCHIA, 2014).

Mas esse segundo estágio, conhecido por *smart cities* versão 1.0 (ETEZADZADEH, 2015), em que se diversificam aplicações empíricas em grande volume conduzidas, principalmente, pela iniciativa privada, também é marcado pelo desalinhamento dos atores envolvidos com as cidades inteligentes no sentido de identificar padrões para instituir uma definição universalmente aceita de *smart city* e, assim, determinar visões tangíveis para concretizá-la, formulando estratégias de implementação e avaliação de desempenho (Quadro 1.2). A abundância de ações de natureza *bottom-up* desta fase, implicando numa coletânea de arquiteturas heterogêneas fundamentadas em escolhas espontâneas procedentes de interesses corporativos ou públicos particulares acaba, igualmente, por prejudicar o estabelecimento de uma governança articulando políticas locais às regionais e nacionais, planos de longo termo e sinergias entre os esforços de implantação das soluções de cidades inteligentes (DAMERI & ROSENTHAL-SABROUX, 2014).

Quadro 1.2: Várias definições para cidades inteligentes

Definição	Referências
Uma cidade que monitora e integra condições de todas as suas infraestruturas críticas, incluindo estradas, pontes, túneis, ferrovias, metrô, aeroportos, portos, comunicações, água, energia e mesmo prédios principais; é capaz de otimizar seus recursos, planejar suas atividades de manutenção preventiva e monitorar aspectos de segurança enquanto maximiza serviços para seus cidadãos.	Hall (2000)
Uma cidade com bom desempenho em proatividade e inovação na economia, governança, mobilidade, meio ambiente e em pessoas e qualidade de vida, construída a partir da combinação inteligente de talentos e atividades de cidadãos auto-suficientes, independentes e conscientes.	Giffinger et al. (2007)
Uma cidade que realiza um esforço consciente em empregar inovativamente tecnologias de informação e comunicação para suportar um ambiente mais inclusivo, diverso e sustentável.	EU Strategic Energy Technology Plan (SET) (2009)
O uso de tecnologias de computação inteligente para tornar mais inteligentes, interconectados e eficientes os componentes críticos de infraestrutura e serviços de uma cidade, que incluem administração urbana, educação, saúde, segurança pública, edifícios, transporte e utilidades.	Washburn et al. (2009)
Uma cidade que conecta a infraestrutura física, a infraestrutura de TI, a infraestrutura social e a infraestrutura de negócios para alavancar a inteligência coletiva da cidade..	Harrison et al. (2010)
Uma cidade que combina TICs e tecnologia Web 2.0 com outras iniciativas organizacionais, de projeto e de planejamento para desmaterializar e agilizar processos burocráticos e ajudar a identificar soluções novas e inovadoras para o gerenciamento da complexidade da cidade, para aprimorar a sustentabilidade e a qualidade de vida.	Toppeta (2010)
Possui habitantes inteligentes em termos de seu grau educacional. Adicionalmente, o termo “ <i>smart city</i> ” refere-se à relação entre o governo administrativo da cidade e seus cidadãos. Uma boa governança ou governança inteligente é frequentemente interpretada como o uso de novos canais de comunicação com os cidadãos, isto é, “ <i>e-governance</i> ” ou “ <i>e-democracy</i> ”.	Lombardi et al. (2012)
A cidade é denominada “inteligente” quando investimentos em capital humano e social e em infraestrutura tradicional e moderna de comunicação estimulam o crescimento econômico e uma alta qualidade de vida, com um gerenciamento sensato de recursos naturais, por meio de governança participativa. Além disso, cidades tornam-se “inteligentes” se universidades e indústrias suportam os investimentos do governo no desenvolvimento de tais infraestruturas.	Nijkamp et al. (2012)
Uma cidade com boa performance e atitude proativa e inovadora em seis características inteligentes (também chamadas de fatores flexíveis ou “ <i>soft</i> ”): economia inteligente, mobilidade inteligente, meio-ambiente inteligente, pessoas inteligentes, qualidade de vida inteligente e governança inteligente), construída a partir da combinação inteligente de talentos e atividades de cidadãos auto-suficientes, independentes e conscientes.	Giovannella (2013)

Fonte: Adaptado de De Santis et al (2015) p.04

Estas e outras deficiências desse estágio no ciclo evolutivo da construção social das *smart cities* despertam novas críticas (Quadro 1.3) de observadores externos a esses arranjos público-privados, atentos às armadilhas de determinismo e *lock in* tecnológico, agravamento da desigualdade social e concentração de poder (HOLLANDS, 2008; HOLLANDS, 2015; TIRONI & CRIADO, 2015) que tal modelo de *smart growth* (NAM & PARDO, 2011; DIRK et. all., 2011) pode estimular.

Quadro 1.3: Críticas às cidades inteligentes

Crítica	Referências
As promessas de urbanismo inteligente são baseadas no reducionismo técnico (ou determinismo tecnológico) e no neoliberalismo de curto prazo. Todos os males metropolitanos parecem ser resolvidos individualmente, de forma privada, via aplicações em <i>smartphones</i> , o que leva a processos de desconexão social e despolitização.	Morozov (2014)
As cidades inteligentes representam tendências auto-congratulatórias que, ao contrário do que anunciam, acabam reforçando a exclusão digital, potencializando as desigualdades e divisões sociais e o desequilíbrio de poder entre classes tecnologicamente privilegiadas e grupos desfavorecidos.	Hollands (2008), p.316; Graham (2002); Greenfield (2013)
Apesar da retórica das <i>smart cities</i> sobre a prosperidade em negócios e acúmulo de capital ligar-se às pequenas e médias empresas regionais e à geração local de empregos, largas parcelas da indústria das TICs é controlada por grandes multinacionais que são altamente móveis. Isso lhes facilita carregar consigo riquezas construídas sob os ecossistemas das cidades inteligentes para fora dos limites municipais.	Hollands (2008), p. 311, 314
As aplicações de cidades inteligentes agravam os problemas de privacidade num contexto de comoditização das informações pessoais, usadas como uma taxa de acesso a muitos serviços online e móveis ofertados aos cidadãos.	Barnes (2006)

Fonte: Adaptado de Walravens (2015) p. 03, Tironi & Criado (2015) e Hollands (2008)

Todavia, o paradigma das cidades inteligentes consolidou-se ao redor do mundo (Figura 1.2) respaldado por uma constelação de fatores motivadores adicionais (Quadro 1.4) e o adjetivo “*smart*” prevaleceu sobre as suas variedades, como a mais frequente, “*digital*”. Uma indicação disso está no salto sem precedentes que o número de alusões em artigos científicos para o termo “*smart city*” ganhou em relação ao “*digital city*”, notadamente a partir de 2010 (Figura 1.1). Essa disseminação acentuada da *buzzword* “*smart*” teria decorrido da instauração, naquele ano, da Estratégia Europa 2020 pela União Europeia (COCCHIA, 2014). Sob esse programa, o rótulo “*smart*” assimilou, formalmente, responsabilidades mais estratégicas do que a básica disponibilização de infraestrutura de TICs, peculiar à modalidade



“digital” (CAICT, 2015; COCCHIA, 2014; EJCIC, 2014; NAM & PARDO, 2011; SCHAFFERS et al., 2012):

1. o foco no desenvolvimento sustentável, buscando, sobretudo
  - a. revitalizar cidades de menor porte para deter a migração de talentos delas para as megalópoles, dentro e fora do país
  - b. reduzir o consumo de energia, recorrendo aos *smart grids* para controle de distribuição e utilização da rede de abastecimento
  - c. novas formas de energia limpa
  - d. melhorar a qualidade de vida dos cidadãos
  - e. tornar as cidades mais resilientes, em especial na resposta às ameaças da mudança climática
  - f. contemplar cada vez mais dimensões da sustentabilidade em sua trajetória evolutiva
2. a ênfase na participação dos cidadãos na rotina da cidade e no processo decisório para a elaboração de políticas públicas
3. a mudança de postura para a proatividade e o planejamento das transformações urbanas contando com processos de aprendizado contínuo, alicerçados sobre algoritmos analíticos baseados em nuvem de dados

Em consequência, uma definição sintética para o conceito de *smart city* em seu vigésimo aniversário seria: “uma cidade digital comprometida com o desenvolvimento sustentável e a resiliência” (WOLFRAM, 2014).

Tal cidade, co-participativa, planejada, liberta do reducionismo tecnocrático e ao mesmo tempo adepta do *smart growth* é o que propõe a versão 2.0 das *smart cities* (ETEZADZADEH, 2015), para a qual as realizações do modelo se atualizariam agora que um entendimento entre os atores começa a cristalizar-se (ISO, 2015).

Figura 1.2: Atlas global das cidades inteligentes e digitais



Fonte: COCCHIA (2014)

Nota: Mapa desenvolvido a partir de 162 estudos de caso publicados em artigos capturados no Google Scholar sobre o tema das *smart cities* e *digital cities* nos anos de 1994 a 2012. 49% desses casos referem-se a instalações asiáticas, 36% europeias, 9% norte-americanas, 3% representando a Oceania e 2% africanas. Os 1% restantes correspondem a experiências centro e sul-americanas das cidades de Rio de Janeiro e Curitiba (Brasil), Juarez e Cidade do México (México) e Nassau (Bahamas).

Quadro 1.4: Fatores que contribuíram com a propagação das cidades inteligentes

Fator	Referências
O êxodo rural e explosão populacional particularmente nas grandes cidades no final do século XX, elevando as emissões de gases do efeito estufa nessas metrópoles e megalópoles, a concentração na ocupação do solo, os congestionamentos, a geração de rejeitos, o consumo de energia e recursos naturais, além de outros efeitos que demandam o replanejamento urbano.	Cocchia (2014)
Protocolo de Kyoto e ações para ampliar a resiliência das cidades em resposta aos desafios da mudança climática levam as municipalidades a assumir compromissos locais e internacionais com o desenvolvimento sustentável. Os objetivos e metas desses pactos são derivados para projetos que se apóiam nas soluções de cidades inteligentes. Os casos de sucesso são compartilhados com outras comunidades, governos locais ou globais sob as redes de cooperação entre cidades, colaborando com a difusão e expansão dos modelos de <i>smart cities</i> .	Cocchia (2014); Nery (2014)
A arquitetura M2M é superada pela <i>Internet Of Things (IoT)</i> , isto é, os dispositivos eletrônicos passam a agregar não apenas capacidade de comunicação, mas também de processamento, tornando-se agentes inteligentes. Com o domínio dos países asiáticos no mercado globalizado da produção e distribuição de <i>commodities</i> , os preços desses sensores inteligentes, <i>smartphones</i> e outros artefatos tornam-se mais acessíveis às grandes massas e disponíveis para composição, pelos arquitetos de <i>smart cities</i> , em diversos arranjos formando plataformas de soluções cada vez mais sofisticadas.	HOLLER et al. (2014)
Ascensão do paradigma de <i>big data</i> e difusão de plataformas facilitando o desenvolvimento de	Kitchin

algoritmos analíticos baseados em nuvens de dados urbanos, permitindo criar serviços de apoio à decisão pelos governos em situações de crise ou em ciclos de planejamento das cidades. Serviços de previsão de tendências e aprendizado contínuo a partir de situações vivenciadas na rotina das cidades também são favorecidos, possibilitando aos cidadãos e administradores das cidades assumirem posições pró-ativas, resilientes e eficientes no uso de recursos urbanos. (2014)

Crise política do sistema capitalista informatista globalizado levando ao desgaste dos governos e reivindicação das massas a uma maior participação nas decisões e no processo político em geral. Wolfram (2014)

---

Fonte: Elaboração própria a partir de compilações das fontes citadas

## **1.2. A relação entre desenvolvimento sustentável e as novas gerações de TICs no conceito de *smart cities***

O planejamento e gerenciamento urbano apoiado em métodos quantitativos e computacionais que a qualidade “smart” propõe, porém, é uma prática científica e digital antiga (SHELTON et al., 2014; HALL, 2014; FORD, 1913; HOWARD & OSBORN, 1965; SCHULTZ & McSHANE, 1978; FAIRFIELD, 1994) que favorece a sustentabilidade e resiliência nas cidades. Dessa forma, quase todos os municípios do mundo seriam inteligentes sob o conceito sucinto que liga as palavras-chave digital, sustentável e resiliente (WOLFRAM, 2014).

Qual seria, então, a diferença entre o conceito das *smart cities* atuais (versões 1.0 e 2.0) das suas predecessoras?

A resposta está na metamorfose que as novas TICs trouxeram aos processos de coleta, armazenamento, recuperação, visualização e análise de dados, imprimindo uma nova governança social, econômica e espacial urbana. Informações e a capacidade analítica sobre elas deixaram de figurar como o modo de operação dos governos municipais para tornarem-se sua própria razão de ser (SHELTON et al., 2014). A nuvem de dados gerada por redes de telecomunicação, sensores inteligentes, câmeras e outros dispositivos móveis georeferenciados, *smart grids* e mecanismos de gerenciamento e controle de prédios, vias públicas e outros fluxos urbanos em tempo real, além de tantos outros serviços inteligentes converteram-se, por meio de parcerias público-privadas, em ativos essenciais para a construção de algoritmos analíticos sobre *big data*. Eles possibilitam uma visão mais abrangente dos sistemas e da inter-relação entre os complexos sistemas de sistemas urbanos

(NEIROTTI et al., 2014), produzindo correlações entre variáveis aparentemente desconexas nos ambientes das cidades e, assim, sugerindo alternativas de solução para os problemas. Além de funcionarem como aparatos de suporte a decisões e ferramentas de aprendizado, integram as várias tecnologias e atores, ativando a interação entre eles e, conseqüentemente, a criatividade e transparência, incentivando experiências inovadoras e contribuindo com a eficiência e competitividade local e global (KITCHIN, 2014).

Por conseguinte, embora a definição de “*smart city*” não possa depender exclusivamente da presença de instrumentalização tecnológica das TICs nos espaços urbanos, igualmente não deve desligar-se dela, em particular no aproveitamento do potencial das novas gerações de TICs para agregação de valor à administração pública no cumprimento de metas do desenvolvimento sustentável (NAM & PARDO, 2011, p. 283). Destarte, caracterizar melhor essas TICs emergentes (Quadro 1.5) é essencial para conceitualizar as cidades inteligentes nas suas duas vertentes (Quadro 1.6; Figura 1.3), a:

1. tecnológica instrumental: correspondente à disponibilidade de instalações de TICs nos ambientes urbanos, oferecendo desde serviços mais básicos como conexões *internet* até sensores inteligentes para aplicações IoT (*Internet Of Things*) e dispositivos georeferenciados para serviços de infraestrutura IoE (*Internet Of Everything*), *Everyware* (HOLLER et al., 2014) e *big data*. O nível mais avançado nessa perspectiva é atingido quando o potencial concentrado na integração dessas infraestruturas em nuvens de dados é aproveitado plenamente, de maneira inovadora, isto é, na disponibilização de serviços baseados em algoritmos analíticos sobre *big data*, convertendo para pró-ativo e mais efetivo o comportamento frente aos problemas urbanos (SCHAFFERS et al., 2012, p. 12-13);
2. de competência para o *smart growth*: ligada ao direcionamento de conhecimento, habilidade e atitudes (DUTRA, 2004) à apropriação da capacidade máxima dos recursos acessíveis de TICs na geração de valor para o desenvolvimento sustentável amplo da cidade. O nível superior de competência nessa dimensão é conquistado quando há equilíbrio na oferta de serviços entre os vários ângulos da sustentabilidade, isto é, eles não

privilegiam apenas a perspectiva econômica, mas também a social, ambiental, institucional e cultural.

Isto posto, um exemplo de solução de *smart city* de alto nível de inteligência ofereceria serviços fundamentados em algoritmos analíticos sobre nuvens de dados para redução de congestionamentos e melhoria do transporte público, para moderar o consumo de água e regularizar seu armazenamento e distribuição, para planejar a logística a eventos culturais, etc. E liberaria as bases de dados ao acesso dos cidadãos, criando canais (também virtuais) para que eles possam colaborar com o conteúdo e influenciar no desenho dos serviços públicos e políticas, participando mais intensamente do dia-a-dia da cidade e de sua resiliência.

Quadro 1.5: Tecnologias mais frequentemente relacionadas com as “*smart cities*”

Tecnologia	Conceito
<i>Ubiquitous computing/Everyware</i>	<i>Ubiquitous computing</i> ou “computação ubíqua” é um conceito em engenharia de <i>software</i> e ciência da computação no qual a computação é direcionada a aparecer em todos os lugares e em qualquer lugar. Em contraste com o conceito de computação do tipo “ <i>desktop</i> ”, em que o computador está fixo em algum ambiente de trabalho, a computação ubíqua pode ocorrer em qualquer lugar e em qualquer formato. O usuário interage com o computador, que pode existir de várias formas diferentes, incluindo computadores portáteis, <i>tablets</i> e terminais em objetos cotidianos, como uma geladeira ou um par de óculos. A computação ubíqua é também conhecida como computação pervasiva, inteligência do ambiente ou “ <i>everyware</i> ”.
<i>Networking</i>	<i>Networking</i> ou “tecnologias de rede” refere-se a conseguir maior capacidade de banda larga com tecnologias FTTH, 4G LTE e IP Multimedia Systems (IMS), bem como tecnologias de rede futuras. Tecnologias de <i>networking</i> provêm a infraestrutura das cidades inteligentes para fazer com que todos os dispositivos, computadores e pessoas tenham, entre si, meios de comunicação convenientes, confiáveis e sigilosos. Essas tecnologias permitem a democratização, a custos razoáveis para serviços de alta qualidade, de ambientes digitais imersivos. Esses ambientes possibilitam, por exemplo, redução do número de pessoas viajando para dentro e para fora da cidade, diagnósticos médicos remotos, transmissão de eventos da cidade via <i>web-streaming</i> , etc. Todos estes exemplos contribuiriam para reduzir o nível de congestionamento e perda de tempo e recursos.
<i>Open Data</i>	O termo “ <i>Open Data</i> ” no contexto de cidades inteligentes geralmente está associado a políticas públicas que exigem de agências do setor público e seus contratantes a liberação ao público de conjuntos chave de dados governamentais para qualquer uso, ou reuso, de forma facilmente acessível, gratuita e distribuível. O valor agregado da libertação de tais dados concentra-se na combinação destes e de outros dados de várias fontes. Por exemplo, os dados de GPS, quando integrados a um sistema de mapeamento, podem resultar numa abundância de serviços de localização. O valor agregado dos dados abertos pode ser multiplicado quando os eles são detectáveis, acionáveis e disponíveis em formatos padrão para serem consumidos por

máquinas. Então, eles podem ser usados por outros órgãos públicos, terceiros e pelo público em geral na criação de novos serviços e na geração de idéias cada vez mais ricas para o desempenho de áreas essenciais como transportes, energia, saúde e ambiente.

Essa criatividade deriva da aplicação de algoritmos analíticos cada vez mais poderosos sobre os dados. Eles são a alma de uma cidade inteligente e sua disponibilidade, uso, custo, qualidade, análise e modelos de negócios e governança associados são aspectos de interesse para todos os atores urbanos.

### *Big Data*

*Big data* é um termo geral para qualquer coleção de conjuntos de dados tão grande, complexo e em rápida transformação que se torna difícil processá-la usando ferramentas tradicionais de gerenciamento de bancos de dados ou aplicativos comuns de processamento de dados. Quando bem gerenciados e analisados, esses dados podem ser usados desde à descoberta de formas alternativas de agregação de valor econômico até a novas concepções científicas ou o controle da corrupção e desempenho de governos.

Os desafios para o processamento de uma quantidade tão grande de informações incluem a captura, curadoria, armazenamento, busca, compartilhamento, transferência, análise e visualização.

As técnicas de *big data* são desenvolvidas para lidar com essas questões e facilitar tarefas anteriormente consideradas complexas, como vislumbrar tendências de negócios, avaliar a qualidade de pesquisas, prevenir doenças, correlacionar citações jurídicas, combater o crime e determinar condições de tráfego em tempo real. Estas habilidades dependem de técnicas analíticas em rápida evolução e que suportam análises distribuídas através de múltiplas fontes de dados. Uma dessas técnicas relativas ao aumento da capacidade de previsão baseia-se na aplicação de aprendizado das máquinas sobre os dados.

Uma *Smart City*, que é um "sistema de sistemas", tem o potencial de gerar vastas quantidades de dados, especialmente à medida em que as cidades instalam mais sensores, ganham acesso a dados de fontes como dispositivos móveis, e governos e outras agências tornam mais dados acessíveis.

### *GIS (Geographic Information Systems)*

Um sistema de informação geográfica ou georeferenciado é um sistema computacional projetado para capturar, armazenar, manipular, analisar, gerenciar e apresentar todos os tipos de dados geográficos.

GIS é um termo relativamente amplo que pode referir-se a um número de tecnologias, processos e métodos diferentes. Ele se liga a muitas operações e oferta várias aplicações relacionadas com a engenharia, planejamento, gestão, transporte e logística, seguros, telecomunicações e negócios.

Em cidades inteligentes, GIS se aplica no fornecimento de serviços baseados em geolocalização e podem ser o fundamento para muitas aplicações de análise, visualização e divulgação de resultados para a tomada de decisão colaborativa. Por exemplo, no fornecimento de informações a respeito de ambientes sem que os interessados precisem visitar fisicamente os locais e atualizar manualmente bases de dados. Assim, as plataformas de GIS permitem que os gestores municipais e cidadãos criem consultas interativas e analisem informações espaciais em tempo real, editem dados em mapas e compartilhem os resultados de todas estas operações.

### *Cloud computing*

*Cloud computing* ou computação em nuvens (públicas, privadas ou híbridas) é a entrega de computação como um serviço (e não um produto) pelo qual recursos compartilhados, *software* e informações são fornecidas a computadores e outros dispositivos, como uma utilidade (como uma rede de eletricidade) através de uma rede (tipicamente a *internet*).

A computação em nuvens vem auxiliando, cada vez mais, o setor privado a reduzir custos, aumentar a eficiência e trabalhar de forma mais inteligente, mas a interoperabilidade entre sistemas e a padronização de interfaces transparentes e

confiáveis entre serviços presentes em diferentes domínios que ela oferece também é importante para o setor público e às *smart cities*.

#### *Service-Oriented Architecture (SOA)*

A arquitetura orientada a serviços é um padrão de arquitetura baseado em componentes distintos de *software* que oferecem funcionalidades de aplicação como serviços para outros aplicativos. Esse é o princípio conhecido como orientação a serviços: eles tornam-se independentes de fornecedores, produtos ou tecnologias.

As integrações com aplicações tradicionais e o acesso via múltiplos canais para maximizar o auto-atendimento dos cidadãos resultam em maior eficiência e redução de custos, especialmente se todo o ambiente de aplicações for compartilhado.

Optar por abordagens SOA envolvendo organizações governamentais municipais e locais traz uma nova concepção sobre a infra-estrutura de TI, não só técnica, mas organizacional. SOA pode alavancar grandes quantidades de fornecedores que constroem sistemas, promovendo a interoperabilidade e o compartilhamento de capacidades.

Ao tornar sistemas de TI interoperáveis e mapeados pela abordagem SOA, os governos locais podem melhorar muito seu desempenho a baixos custos, pois substituem os antigos modelos de TI de sistemas proprietários legados que não podem ser reaproveitados pelas novas gerações de sistemas por um modelo flexível e compartilhado que possibilita o crescimento escalável e incremental. Assim, as organizações governamentais tornam-se independentes de sistemas legados e de seus fornecedores e não são mais confrontadas com os riscos de migração de sistemas de dados de grande porte de uma só vez para novos sistemas.

#### *e-Government*

*e-Government* (abreviação de governo eletrônico, também conhecido como *e-gov*, governo pela *Internet*, governo digital, governo *on-line*, ou governo conectado) consiste nas interações digitais entre governo e cidadãos (G2C), governo e empresas ou comércio (G2B), governo e funcionários (G2E), governo e governos ou agências (G2G), bem como a interação do cidadão com o seu governo (C2G). O governo eletrônico refere-se, essencialmente, à utilização de TI ou TICs e outras tecnologias de telecomunicações baseadas na *web* para melhorar a eficiência e eficácia da prestação de serviços no sector público. Ele promove e melhora a contribuição abrangente de interessados no desenvolvimento nacional e da comunidade e também aprofunda o processo de governança.

O desenvolvimento de um *e-Government* eficiente é um pré-requisito para a difusão das cidades inteligentes. A falta de integração horizontal e vertical entre as várias iniciativas urbanas e de governo eletrônico e o nível relativamente baixo de interesse demonstrado por muitas autoridades nacionais limita os esforços de desenvolvimento sistêmico e implementação do *e-gov* local.

Por outro lado, são fundamentais o desenvolvimento de sistemas de autenticação transnacionais para os cidadãos e empresas, o desenvolvimento de plataformas para privacidade de dados e a partilha e coleta de dados individuais e corporativos.

Padronização e interoperabilidade são requisitos fundamentais para a adoção generalizada das tecnologias e serviços para prover *e-gov* urbano. As cidades necessitarão integrar melhor as redes sem fio, tornando a sua disponibilização uniforme e transparente. Elas deixarão de ser prestadoras de serviços para provedoras de plataformas, fornecendo infraestruturas personalizadas e geolocalizadas para o desenvolvimento de uma ampla gama de aplicações e serviços públicos e privados.

#### *Embedded Networks*

Um sistema embutido ou embarcado é um sistema de computador com uma função específica dentro de um sistema mecânico ou elétrico maior e, frequentemente, funcionando sob restrições de computação em tempo real. Ele é incorporado como parte de um dispositivo completo, muitas vezes incluindo *hardware* e peças mecânicas. Dessa forma, ele difere de um computador de uso geral, como um computador pessoal (PC),

por exemplo, pois um PC é projetado ser flexível e atender a uma ampla gama de necessidades do usuário final, enquanto o sistema embarcado é dedicado a um propósito particular, por vezes de um outro sistema.

Sistemas embarcados controlam vários dispositivos de uso comum atualmente. Redes embutidas de sensores e dispositivos incorporados ao espaço físico das cidades elevarão ainda mais as capacidades criadas por aplicações web 2.0, redes sociais e *crowdsourcing*. A inteligência espacial em tempo real está emergindo com impacto direto sobre os serviços que as cidades oferecem aos seus cidadãos e a inteligência coletiva e as mídias sociais têm sido um dos principais motores de sua difusão. As mídias sociais têm oferecido a camada de tecnologia para a organização da inteligência coletiva com as plataformas de *crowdsourcing*, *mashups*, colaboração via *web* e outros meios de resolução cooperativa de problemas. A atual ascensão dos sistemas embarcados destaca outra via de inteligência espacial fundamentada na localização precisa e informações em tempo real. Cidades inteligentes instrumentadas e interconectadas por dispositivos móveis e sensores podem coletar e analisar dados e melhorar a capacidade de prever e gerir os fluxos urbanos, promovendo a inteligência urbana.

#### *IOT (Internet of Things)*

IOT ou Internet das Coisas refere-se à interconexão de computação embarcada identificável univocamente como dispositivos dentro da infra-estrutura de *Internet* existente. Tipicamente a IOT oferece conectividade avançada de dispositivos, sistemas e serviços que vai além de comunicações entre máquinas (M2M) e abrange uma variedade de protocolos, domínios e aplicações. A interligação destes dispositivos embutidos (incluindo objetos inteligentes), deve dominar a automação em quase todos os campos e disponibilizar aplicativos avançados, como *Smart Grids*.

Internet das Coisas, incluindo redes de sensores e RFID é uma importante vertente emergente. Tais tecnologias superam as soluções de mercado e soluções isoladas de aplicações de Cidades Inteligentes e fornecem soluções genéricas para todas as cidades. Exemplos de arquiteturas genéricas incluem *tags* de RFID em rede (*tags* passivas e ativas, dispositivos móveis), redes de sensores (sensores multimodais e atuadores, agentes inteligentes embutidos), e objetos conectados tais como sistemas inteligentes distribuídos, objetos inteligentes e biometria. Um novo conjunto de aplicações, tais como aplicativos sensíveis a localização, reconhecimento de voz, sistemas pagamento, lojas de aplicativos móveis que estão perto de adoção no mercado, pode oferecer uma ampla gama de serviços em sistemas embarcados para o espaço físico das cidades. A realidade aumentada também é uma forte tendência para os dispositivos móveis e *smartphones*, possibilitando uma nova geração de aplicações e serviços de geolocalização.

#### *IOE (Internet of Everything)*

A IOE conecta as pessoas, dados, coisas e processos em redes de bilhões ou mesmo trilhões de conexões. Essas conexões criam grandes quantidades de dados, alguns dos quais nunca foram acessados. Quando estes dados são analisados e utilizados de forma inteligente, inúmeras possibilidades para resolver problemas se revelam.

Em IOE as coisas ganham consciência de contexto, maior poder de processamento, e maiores capacidades de detecção de sinais e condições do ambiente. Quando pessoas e informações são adicionadas a esse conjunto, uma rede de bilhões ou mesmo trilhões de conexões criam oportunidades sem precedentes e dão voz a coisas que permaneciam em silêncio.



Levando em conta todos esses fatores para atribuir, no cenário atual (a era da cidade inteligente versão 2.0) o título de “*smart*” a uma municipalidade, a definição sucinta de cidade inteligente migraria para a forma: “uma cidade que aproveita, de forma inovadora, todo o potencial de sua infraestrutura digital moderna no compromisso com o desenvolvimento sustentável amplo e a resiliência” (adaptado de WOLFRAM, 2014). Os conceitos de cidade inteligente que mais se aproximam dessa declaração no Quadro 1.2 são SET (2009) e NIJKAMP et al. (2012) e que, portanto, serão aqui utilizados como a interpretação pormenorizada do termo “*smart city*”.

Dessa maneira, o apelo às TICs para melhoria de comunicação e governança que se manifesta nos conceitos de *smart city* desses dois autores são refinamentos inerentes à dimensão institucional da sustentabilidade; a preocupação com inclusão, diversidade e alta qualidade de vida, à perspectiva social; a aposta em inovação tecnológica e envolvimento de atores acadêmicos e empreendedores são especificidades relativas ao prisma econômico e o gerenciamento sensato de recursos naturais é uma particularidade da visão ambiental do desenvolvimento sustentável.

Com efeito, cada autor enfatiza, em sua definição de cidade inteligente, um aspecto englobado pela natureza genérica da expressão “sustentabilidade”. Até mesmo a inovação é abarcada, dentre outras, pela dimensão econômica do termo. Esse raciocínio poderia levar à correspondência direta entre o conceito de cidade inteligente e cidade sustentável. Todavia, como uma cidade (por exemplo, uma cidade pequena) não depende necessariamente nem inteiramente de TICs de última geração para garantir sua sustentabilidade (WOLFRAM, 2012, p. 180), o conceito sintético de *smart city* aqui construído é oportuno: orienta o potencial inovador das TICs emergentes à efetividade no desenvolvimento sustentável nas cidades.

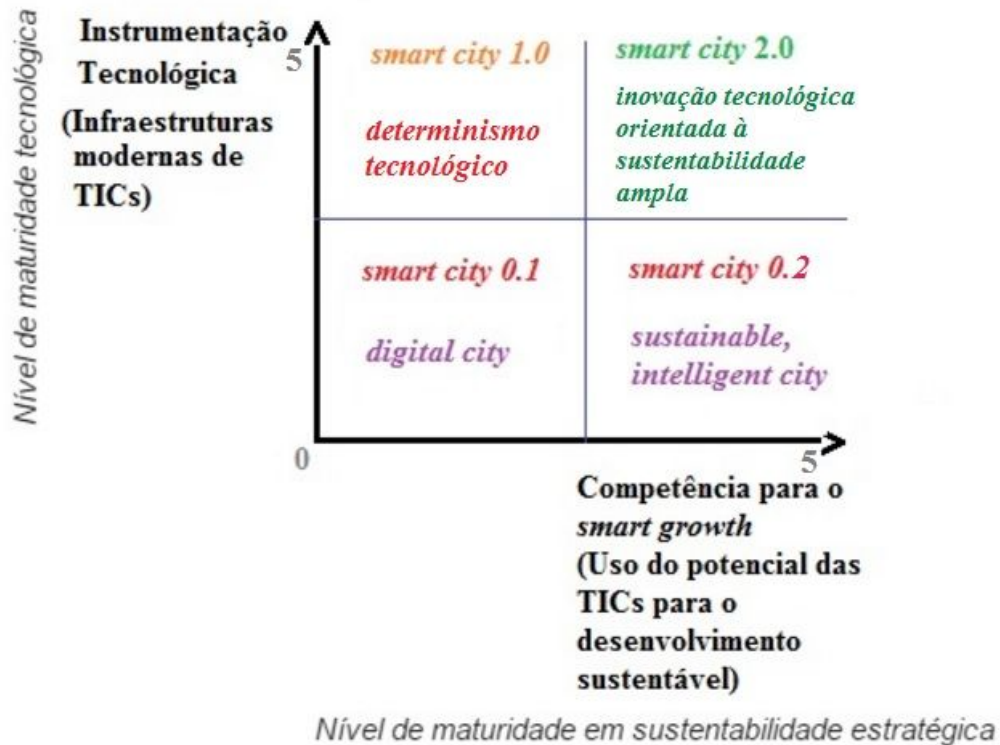
Quadro 1.6: Determinação do nível de inteligência de uma cidade

Vertente	Condição	Nível de inteligência
<b>Tecnológica instrumental</b>	A cidade conta com serviços que aproveitam, de forma inovadora, todo o potencial das infraestruturas modernas de TICs para cidades inteligentes (Quadro 1.5)?	0: A cidade não oferta serviços típicos de uma arquitetura funcional urbana (Figura 4.1), como de saúde, transporte, saneamento básico, etc
		1: A cidade conta com um ou mais serviços urbanos típicos, mas não equipados por infraestruturas de TICs
		2: A cidade suporta um ou mais serviços urbanos acompanhados de aplicações básicas de TICs (aquelas não citadas no Quadro 1.5) instaladas
		3: Há integração entre as aplicações básicas de TICs que apóiam os serviços urbanos informatizados
		4: A infraestrutura de TICs que ampara os serviços urbanos é incrementada com tecnologias emergentes em <i>smart cities</i> ( <i>Everyware</i> , GIS, <i>embedded networks</i> , IOT e IOE, como descreve o Quadro 1.5)
<b>De competência para o <i>smart growth</i></b>	A cidade é competente estrategicamente em direcionar os serviços que suporta ao planejamento e administração do ambiente urbano, agindo proativamente para atingir suas metas de desenvolvimento participativo, inclusivo e resiliente, isto é, sustentável e equilibrado em toda sua abrangência (o que inclui não somente a perspectiva econômica, mas também a social, ambiental, institucional e cultural da sustentabilidade)?	0: A resposta é negativa para todos os serviços
		1: A resposta é afirmativa para até 20% dos serviços
		2: A resposta é afirmativa para até 40% dos serviços
		3: A resposta é afirmativa para até 60% dos serviços
		4: A resposta é afirmativa para até 80% dos serviços
		5: A resposta é afirmativa para mais de 80% dos serviços

Fonte: Elaboração própria

Nota: O quadro analítico proposto no capítulo 3 e consolidado no *framework* do capítulo 4 torna mais tangíveis os critérios de análise da competência da cidade para o *smart growth*, decompondo-os com o uso do *dashboard* de sustentabilidade.

Figura 1.3: Representação do conceito de “*smart city*” pelo nível de inteligência da cidade



Fonte: Elaboração própria com base no Quadro 1.6.

### 1.3. Considerações finais

A legenda “*smart city*” tornou-se largamente aclamada na mídia em geral a partir de 2010, com a proliferação de projetos de implantação e produções científicas a respeito. Popularizou-se, então, como uma manobra *bottom-up* liderada por grandes multinacionais de TI que recombina seus produtos e processos para serem ofertados como serviços aos cidadãos e às prefeituras de municipalidades sob a promessa de resolver, entre outros, problemas ambientais e de eficiência na administração urbana, melhorando, também, a qualidade de vida da população. Em retribuição a esse *technology push* acompanhado da retórica defensora do desenvolvimento sustentável, essas provedoras de soluções de cidades inteligentes se recuperariam dos efeitos da crise financeira disparada em 2008.

A pluralidade de iniciativas orientadas por interesses conflitantes entre o poder público e o privado provocou muitas críticas sobre inclinações neoliberalistas e deterministas tecnológicas nesse estágio do movimento das *smart cities*. E acrescentou uma diversidade de

arquiteturas distintas ao mercado, prejudicando a padronização de plataformas, bem como adicionou uma multiplicidade de conceitos e títulos sobrepostos para o termo “*smart city*”. Isso dificultou sua definição universalmente aceita e, conseqüentemente, a instituição de uma governança construindo uma visão compartilhada e metas derivadas de estratégias regionais e nacionais associadas a sistemas de métricas para acompanhar a sua efetivação.

Finalmente, após cerca de duas décadas das primeiras menções às *smart cities*, uma concordância começa a se estabilizar entre os atores sobre o seu significado atual que, resumidamente, caracteriza as cidades que utilizam todo o potencial das TICs modernas para desenvolver-se de maneira sustentável, participativa e resiliente. Não se trata apenas de contar com recursos computacionais para planejar e administrar os centros urbanos, uma prática há muito difundida e típica das cidades digitais. Mas envolve a integração inovadora desses ativos, como aproveitar as nuvens de dados de sensores, câmeras, *smartphones* e outros dispositivos incorporados aos espaços urbanos virtuais para produzir cenários eficientes na resolução de problemas por meio de algoritmos analíticos e comprometer os cidadãos na escolha, ajuste e materialização deles, utilizando as redes sociais.

Logo, muitas cidades proclamam-se inteligentes mas são, em verdade, apenas digitais. Quando empregam sua infraestrutura moderna de TICs de forma inovadora, merecem o adjetivo “*smart*”. Quando dirigem essa inovação para a sustentabilidade plena, estão sintonizadas com a nova versão das cidades inteligentes, chamada de 2.0.

Alcançar a categoria 2.0 de inteligência, entretanto, é uma grande provocação para as cidades, pois as TICs emergentes, para se consolidarem, não se restringem à inovação instrumental, mas requerem, igualmente, capacidade em implementar novos modelos de negócio: induzem articulações inovadoras entre atores público-privados organizados em redes de atuação local com abrangência global.

Esta propriedade das *smart cities* em moldar sistemas tecnológicos de inovação em ecossistemas complexos - e por eles serem moldadas - é o objeto do próximo capítulo.

## CAPÍTULO 2

### AS CIDADES INTELIGENTES E SEUS ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO

O objetivo deste capítulo é caracterizar os ecossistemas de inovação aberta em serviços induzidos pelas cidades inteligentes, verificando a natureza das novas articulações entre redes de atores locais e globais que promovem as TICs emergentes, já que elas representam ativos essenciais nas arquiteturas “*smart*”.

A partir dessa caracterização, um *framework* analítico é construído para determinar a competência tática-operacional desses ecossistemas em alavancar as soluções de cidades inteligentes e, conseqüentemente, materializar as estratégias de sustentabilidade incorporadas em suas propostas.

Para cumprir com esses propósitos, recorre-se ao histórico de transformações perpetradas pelo progresso técnico nos quadros analíticos dos estudos do desenvolvimento econômico, possibilitando acompanhar a evolução dos processos de inovação para um contexto cada vez mais distribuído, descentralizado, globalizado e volátil. Nesse percurso evolutivo, que inaugura e amadurece o arcabouço dos Sistemas de Inovação (SIs), é a transição do modelo industrial de produtos para *commodities* e daí para serviços que leva à atual necessidade de investigar elementos informais e intangíveis da inovação aberta em serviços inerente aos ecossistemas de inovação das tecnologias inteligentes.

E é a partir desses novos requisitos dos processos abertos de inovação e também das demandas mais exigentes da sustentabilidade que imperam nas *smart cities* que um dos exemplares de SIs, o Sistema Tecnológico de Inovação, é selecionado, detalhado e adaptado para a análise da performance tática-operacional dos ecossistemas de inovação das cidades inteligentes.

#### **2.1. De sistemas de inovação a ecossistemas de inovação**

Os sistemas de inovação (SIs) surgiram no início dos anos 1980s (FREEMAN, 1982; LUNDVALL, 1985; FREEMAN, 1987) sob a segunda geração de pesquisas em teoria do desenvolvimento econômico (LUNDVALL et al., 2009, p.02) como um avanço no

enquadramento analítico para o processo de inovação. Os SIs

- reconheceram a característica distribuída (GARRETT-JONES et al., 2007, p. 05; METCALFE & MILES, 2000, p. 10), paralela e interativa do progresso técnico (BALCONI et al., p. 02) como alternativa aos modelos de inovação de primeira geração, os lineares (LUNDVALL et al., 2009, p.02), que haviam imperado dos anos 1950s aos 1970s (FISCHER et al., 2001, p.02);
- admitiram que tecnologia é um produto social moldado ao longo do seu ciclo de vida por múltiplos atores agindo em redes de acordo com interesses próprios, como sustentam os estudos em construtivismo tecnológico desenvolvidos a partir dos 1980s (METCALFE & MILES, 2000, p. 34, 42) em teorias (Quadro 2.1) como a de grandes sistemas tecnológicos (HUGHES, 1983), do ator-rede (CALLON, 1984, 1987; LATOUR, 1987) e a da construção social da tecnologia (BIJKER, 1995).
- incorporaram a abordagem evolucionista em suplemento à neoclássica para justificar o crescimento econômico no longo prazo (LUNDVALL et al., 2002, p. 188; 2009, p. 06-07): a inovação (em lugar da alocação de recursos) revelou-se essencial na geração de variações tecnológicas para promover agentes empreendedores frente a processos de seleção mercadológica e de desenvolvimento de novos paradigmas tecnológicos (ANDERSEN et al., 2000, p. 16; Quadro 2.2). Com isso, a capacidade de aprendizado e a interação entre atores (e não a escolha racional) tornaram-se centrais, dada a incerteza e risco inerentes à inovação, demandando iniciativas de busca e experimentação, intrínsecas aos processos de descoberta e aprendizado (CARLSSON & STANKIEWICZ, 1991, p. 103) e
- aprimoraram o entendimento da dinâmica macroeconômica, salientando a interdependência entre micro-unidades e setores inteiros da economia (CARLSSON & STANKIEWICZ, 1991, p. 94) e reduzindo a tensão entre os níveis micro e macro das correntes de estudos do desenvolvimento econômico (LUNDVALL et al., 2009, p. 08).

Essas propriedades consolidaram-se por meio de aprimoramentos sucessivos aos SIs

desde a primeira experiência aplicando-os na investigação da competitividade econômica entre países desenvolvidos, introduzindo o modelo cognitivo dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNIs) (FREEMAN, 1987, 1988; LUNDVALL et al., 1992, 2009; Nelson, 1993).

Quadro 2.1: Avanços no enquadramento analítico em estudos sobre inovação

Enquadramento Analítico	Referências
<b>Caracterização conceitual</b>	
<b>Uso, aspectos positivos e/ou críticas/oportunidades de melhoria</b>	
<b>Modelos lineares de Inovação (MLIs)</b>	Kline & Rosenberg (1986); Fischer et al. (2001); Balconi et al. (2010)
<p>Paradigmas em que o desenvolvimento, produção e <i>marketing</i> de novas tecnologias consiste numa sequência linear de processos iniciados por atividades de pesquisa básica e aplicada e finalizados por possível comercialização (<i>technology push</i>).</p> <p>Subsequentes adaptações a este arquétipo enfatizam a demanda e os mercados como fonte de idéias para os processos de P&amp;D (<i>demand-pull</i>).</p>	
<p>A ausência de retroalimentação (<i>feedback loops</i>) entre as fases de <i>downstream</i> (relacionadas ao mercado) e <i>upstream</i> (relacionadas à tecnologia) desencadearam muitas críticas e adaptações a esses modelos. Principalmente com a intensificação da competição nos mercados e o encurtamento dos ciclos de vida de produtos (Quadro 2.4), demandando maior integração entre P&amp;D e outras fases do processo de inovação, evidenciando sua natureza interativa.</p>	
<b>Sistema Nacional de Inovação (SNI)</b>	Metcalfé (1995); Lundvall et al. (2009); Lundvall et al. (2002); Bergek et al. (2015); Carlsson & Stankiewicz (1991); Carlsson et al. (2002)
<p>Instituições que, em conjunto ou individualmente, contribuem para o desenvolvimento e difusão de novas tecnologias e provêm o arcabouço dentro do qual governos constroem e implementam políticas para influenciar o processo de inovação. Portanto, é um sistema de instituições interconectadas que criam, armazenam e transferem o conhecimento, habilidades e artefatos que definem novas tecnologias.</p>	
<p>Explica a diferença de taxas de crescimento e a competitividade entre países pela estrutura de suas instituições ligadas à inovação. Elementos restritos e formais do processo de inovação predominam nas análises, que são de nível mais próximo do macro.</p> <p>Como as fronteiras nacionais englobam muitos atores, sua delimitação é complexa. Além disso, nem sempre coincidem com as fronteiras tecnológicas e setoriais, especialmente devido ao fenômeno da globalização e ao avanço das TICs. Adicionalmente, diferentes países recorrem a arranjos institucionais distintos para obter desempenhos econômicos semelhantes.</p>	
<b>Sistemas Sociotécnicos, Sistemas Tecnológicos Complexos (STC) (ou <i>Large Technological Systems - LTS</i>)</b>	Hughes (1993); Pinch & Bijker (1987); Geels (2004a,b); Bergek et al. (2008a)
<p>Sistemas tecnológicos derivados das teorias da construção social da tecnologia (<i>Social Construction of Technology - SCOT</i>) em que a forma e função das tecnologias são influenciadas por processos sociocognitivos que envolvem os participantes no desenvolvimento tecnológico, como engenheiros, usuários, etc. e até infraestruturas. Nos STCs, as redes formadas por esses grupos sociais vão se tornando mais densas à medida em que as tecnologias avançam até ganharem tração em seu ciclo de vida. Então, essas redes adquirem papel</p>	

coordenador, estabelecendo o paradigma tecnológico dominante, até que este se torne rígido.

Em contraposição direta ao determinismo tecnológico, essas abordagens distinguem padrões e fases na geração e difusão de novas tecnologias.

Diferem dos STIs, que também são sistemas centrados em tecnologias, no sentido de que capturam todos os aspectos da alavancagem tecnológica enquanto os STIs voltam-se apenas para as atividades de inovação nesses sistemas. Mas não oferecem, como os STIs, um *framework* padronizado que facilita a análise qualitativa e quantitativa da performance em desenvolver, difundir e utilizar novas tecnologias.

**Sistema Regional de Inovação (SRI)** Arancegui (2009); Bergek et al. (2015); Lundvall et al. (2009); Asheim & Isaksen (2002); Carlsson & Stankiewicz (1991)

Infraestrutura institucional de apoio à inovação na estrutura produtiva de uma região. Tal sistema é integrado por três subsistemas: (1) de geração de conhecimento, formado por laboratórios públicos e privados de pesquisa, universidades, agências de transferência de tecnologia, centros de formação, etc; (2) de exploração do conhecimento ou estrutura produtiva regional, composto principalmente por firmas e (3) um subsistema que pode influenciar os dois anteriores, incluindo organizações não governamentais e agências de desenvolvimento regional. Todos esses subsistemas são integrados num quadro sócio-econômico e cultural compartilhado.

Empregado em contextos de revitalização industrial regional. A ênfase recai na natureza localizada das interações entre atores, facilitando, pela proximidade entre eles, a inovação contínua pelo compartilhamento de recursos (como firmas em *clusters*) e a exploração de conhecimento tácito construído ao longo do tempo e de difícil transferência para fora do contexto sócio-cultural da região ("*local sticky*"). Com o estabelecimento de instituições e políticas específicas de suporte, os SRIs podem converter-se em ambientes locais de alta densidade e diversidade tecnológica, que, em contato com as redes seletivas globais (ou cadeias de valor globais), fortalecem a performance econômica nacional ("*global ubiquitous*").

**Sistema Tecnológico (ST)** Carlsson & Stankiewicz (1991)

Uma rede de agentes interagindo numa área econômica/industrial específica sob uma infraestrutura institucional (ou conjunto de infraestruturas) própria e envolvida na geração, difusão e utilização de tecnologia.

STs são definidos em termos de fluxos de conhecimento dinâmico e redes de competência econômica (habilidade em desenvolver e explorar novas oportunidades de negócio) em lugar de fluxos corriqueiros de bens e serviços (Quadro 2.4). Na presença de um empreendedor e massa crítica suficiente, essas redes podem ser transformadas em blocos de desenvolvimento (*clusters* de firmas e tecnologias em sinergia numa indústria ou conjunto de indústrias).

O incremento de conhecimento dentro das fronteiras nacionais ou regionais não necessariamente eleva a performance econômica. Assim, enquanto os SNIs e SRIs destacam o papel das instituições na geração e distribuição de conhecimento, os STs concentram-se no papel da competência econômica e das redes de conhecimento e blocos de desenvolvimento, sublinhando a adoção e utilização de tecnologia. Portanto, elementos amplos e informais do processo de inovação são o foco, bem como aspectos microeconômicos. Também trata a questão da incompatibilidade entre fronteiras tecnológicas e as dos SNIs e SRIs.

**Sistema (Tecnológico) de Inovação (STI)** Bergek et al. (2008b); Lundvall et al. (2002, 2009); Carlsson & Stankiewicz (1991); Smith et al. (2010); Howells (2000)

Um sistema é um grupo de componentes (dispositivos, objetos ou agentes) que servem a um determinado propósito, isto é, empenham-se em cumprir um objetivo comum ou função genérica.

Um STI é um sistema cujos componentes são atores, redes e instituições que contribuem com a função genérica de desenvolver, difundir e utilizar novos produtos (bens ou serviços) e processos (Quadro 2.4). É uma construção analítica que permite melhor ilustrar e compreender a dinâmica e a performance de STs. Ou seja, apesar da idéia de coordenação e ação coletiva herdada do conceito de sistemas, o STI não precisa existir



em sua configuração completa e de melhor desempenho e sinergia entre os atores. Mas, como quadro analítico, pode apresentar-se em fase de construção, expondo interações fracas entre agentes.

Neutraliza a crítica aos SNIs e SRIs como instrumentos de comparação entre economias já que os arranjos institucionais e estruturas que determinam desempenho num contexto nem sempre o reproduzem em outro: são funções peculiares de sistema que se repetem em ambientes diferentes definindo performance e elas podem ser cumpridas por combinações institucionais e estruturais distintas em outros cenários.

Excelentes mecanismos para medida de desempenho dos SIs pela abordagem sistêmica e o micro refinamento em funções, capturando elementos formais e informais, restritos e amplos dos processos de inovação, inclusive serviços.

Têm figurado como lentes para o estudo de tecnologias emergentes dentro e fora do contexto de transições para a sustentabilidade. Apesar disso, não apresentam funções dedicadas a gerar tecnologias sustentáveis ou guiar mudanças de regime, mas alavancam tecnologias que, se orientadas à sustentabilidade, poderão atender a esse requisito como saída do processo de inovação ou englobando processos e regimes sustentáveis em sua totalidade.

**Sistema Setorial de Inovação (SSI)** Malerba (2002); Lundvall et al. (2009); Geels (2004)

É um conjunto de produtos novos ou já estabelecidos para usos específicos e o conjunto de agentes executando interações associadas ou não ao mercado para a criação, produção e venda de tais produtos.

SSIs possuem uma base de conhecimento, tecnologias, insumos e demandas pré-existentes, emergentes e potenciais. Seus agentes são indivíduos (como consumidores, empreendedores e cientistas) e organizações, que podem ser firmas (usuários, produtores e fornecedores de insumos, ...) ou não (universidades, instituições financeiras, agências governamentais, sindicatos ou associações técnicas, dentre outras), incluindo sub-unidades de organizações maiores (como departamentos de P&D ou produção) e grupos de organizações (associações industriais ou outras).

Agentes são caracterizados por processos específicos de aprendizagem, competências, crenças, objetivos, estruturas organizacionais e comportamentos. Eles interagem por meio de processos de comunicação, intercâmbio, cooperação, competição e liderança e suas interações são moldadas por instituições (regras e regulamentos).

SSIs sofrem processos de mudança por meio da co-evolução dos seus vários elementos, enfatizando interações de mercado ou fora dele e processos de transformação sistêmicos. Fronteiras setoriais não são consideradas pré-estabelecidas ou estáticas.

Evidencia mais dramaticamente as diferenças entre SNIs dada a tendência de compartilhamento e evolução do conhecimento não confinado dentro das fronteiras nacionais, mas em cadeias de valor globais, como resultado dos processos de globalização e regionalização.

Incorpora, junto dos SRIs, um nível intermediário que reduz a tensão entre as análises micro e macro das correntes de estudos do desenvolvimento econômico.

Assim, complementa os conceitos de SNIs, SRIs e STIs, mas concentrando-se principalmente na indústria de manufatura, isto é, em produtos e menos em serviços. Ainda, diferente dos STIs, prioriza o desenvolvimento de conhecimento em relação à difusão e uso das tecnologias.

**Ecossistema de Inovação** Jucevičius & Grumadaitė (2014)

É um sistema aberto e auto-organizado, isto é, livre de um controle central e caracterizado por iniciativas *top-down* e *bottom-up*. Complexo e adaptativo, é imprevisível quanto ao resultado de interações dinâmicas e espontâneas com o ambiente, em que os agentes se distribuem em rede e co-evoluem, atingindo situações de equilíbrio ou desequilíbrio.

Considera a teoria dos SIs demasiadamente institucional, estrutural e estática para explicar adequadamente a dinâmica social complexa dos novos arranjos para o *smart growth* (Quadro 2.5) nas redes de inovação aberta. Sugere a abordagem dos Sistemas Adaptativos Complexos como ideal, mas admite sua presente imaturidade. A imprevisibilidade dos efeitos de co-evolução dos atores em rede desafia a idéia da construção social da

tecnologia.

**Sistema Subnacional,  
Continental ou Subcontinental  
de Inovação** Freeman (2002)

É um SI com características idênticas a de um SNI, mas cuja fronteira corresponde à de uma área geopolítica subnacional (como estados, áreas urbanas ou rurais, etc), continental ou subcontinental (por exemplo, América Central, países nórdicos, etc).

Apresenta as mesmas propriedades de SNIs, porém com domínio limitado à área geopolítica sob análise.

**Sistema Metropolitano, Local,  
Territorial ou Distrital de  
Inovação** Fischer et al. (2001); Carlsson et al. (2002)

É um SRI cuja fronteira corresponde à de uma região metropolitana, local, territorial ou distrital. No caso do Sistema Metropolitano de Inovação, os limites do SI compreendem comunidades, distritos e províncias participantes da abrangência dinâmica de uma cidade central mais desenvolvida.

Apresenta as mesmas propriedades de SRIs, porém com domínio restrito à região sob análise.

**Perspectivas de transição de  
regimes em multi-nível  
(Multi-level Perspective - MLP)** Geels (2004a,b); Næss & Vogel (2012); Smith et al. (2010)

Combina o foco mercadológico e de desenvolvimento de conhecimento dos SSIs com o de criação, difusão e uso dos STIs, acrescentando, ainda, o aspecto material de infraestruturas tecnológicas dos LTSs para compreender como novos setores se instauram, levando à transição de regimes sociotécnicos: inovações que ocorrem em nichos no nível micro podem adquirir força na camada intermediária de regime sociotécnico por meio de processos de aprendizado, melhorias em performance ou apoio institucional. Mas o nível meso pode, também, ser pressionado para transições a partir da paisagem (ou contexto) do nível macro (por mudança macroeconômica ou macropolítica, como numa situação de guerra, por exemplo). Pressões internas e externas na camada intermediária também abrem janelas de oportunidade para inovações de nicho.

Enquanto os estudos do desenvolvimento econômico sob o quadro analítico dos SIs permanece confinado a limites geográficos, instituições e tecnologias, esclarecendo os fatores de elevação na competitividade entre nações ou regiões e da criação, difusão e uso de novas tecnologias mais verdes, porém isoladas e como saída de processos de inovação, o MLP propõe a transição de regimes inteiros para sistemas sócio-técnicos mais sustentáveis e que transcendam dependências a localidades.

Para isso, sugere a integração entre os diferentes *frameworks* de SIs e dos Sistemas Sociotécnicos, reestruturando seus elementos numa arquitetura mais abrangente e multinivelada.

Útil para a análise de dinâmicas de longo termo, transições entre sistemas sócio-técnicos e da co-evolução entre tecnologia e sociedade. Mas é uma abordagem mais intrincada e adequada a tecnologias consolidadas e estáveis, enquanto cidades são sistemas complexos instáveis.

Fonte: Elaboração própria com base nas referências citadas

Quadro 2.2: Conceitos relacionados à transição de regimes

Termo	Definição	Referências
Paradigma tecnológico	<p>Consiste de um exemplar - um artefato a ser desenvolvido e aprimorado - e um conjunto de heurísticas de busca, ou abordagens de engenharia, fundamentado em idéias e convicções do pessoal técnico acerca de direcionamento, problemas a resolver e tipo de conhecimento sobre o qual basear-se nas atividades de pesquisa e inovação em geral. Ao mesmo tempo em que define um <i>framework</i> tecnológico compartilhado entre comunidades técnicas e econômicas, permitindo padronização, melhorias contínuas em produtos e eficiência em processos, contribuindo com a perpetuação de modelos tecnológicos dominantes, também produz um efeito de exclusão a novas possibilidades tecnológicas divergentes da orientação precisa imposta pelo paradigma.</p>	<p>Kemp et.al. (1998), p. 176,181; Dosi (1982)</p>
Regime tecnológico	<p>É o compêndio entre conhecimentos científicos, práticas de engenharia, tecnologias de processos produtivos, características de produtos, habilidades e procedimentos, instituições e infraestruturas que compõem a totalidade de uma tecnologia. Ou seja, é uma versão mais ampla e socialmente permeada dos paradigmas tecnológicos, pois os envolve sob o ambiente de seleção tecnológica, agregando às regras que extrapolam a heurística de solução de problemas dos engenheiros também papéis e práticas que não são facilmente dissolvidos, como condições de mercado, regulamentações governamentais, financeiras e de seguros. A gramática ou lógica resultante desses fatores, quando estendida à vida social, cria barreiras econômicas, tecnológicas, cognitivas e sociais às novas tecnologias, dificultando inovações radicais e favorecendo otimizações em lugar de transformações de regime.</p>	<p>Kemp et.al. (1998), p. 182; Nelson &amp; Winter (1977)</p>
Regime sociotécnico	<p>Paradigmas e regimes tecnológicos focalizam a estabilidade tecnológica corporativa ou setorial mas não revelam detalhes sobre substituições tecnológicas significativas. Já os regimes sociotécnicos explicam essa transição de regime referindo-se, em princípio, ao conjunto de regras suportadas por diferentes grupos sociais e que provêm orientação e coordenação a atividades de conjuntos de atores relevantes, estabilizando sistemas sociotécnicos: a inovação ocorre, mas é incremental. Isso leva a trajetórias interligadas em múltiplas dimensões nos sistemas sociotécnicos, como tecnologia, conhecimento científico, mercados, infraestrutura, cultura e significado simbólico, redes industriais e políticas setoriais. Usualmente, as diferentes trajetórias permanecem alinhadas e seguem direções similares, mantendo estabilidade e resiliência tecnológica. Eventualmente essas trajetórias divergem em virtude de desajustes e tensões, resultando no desalinhamento e instabilidade nos regimes sociotécnicos, o que pode conduzir à transição de regimes.</p>	<p>Geels (2004), p.33</p>

Fonte: Elaboração própria com base nas referências citadas.

Quadro 2.3: Aspectos restritos e amplos, formais e informais da pesquisa em SIs

Perspectiva	Restrita	Ampla
<b>Escopo da inovação</b>	Ciência e Tecnologia com foco na pesquisa e desenvolvimento.	Aprendizado e desenvolvimento de competências com foco na interação por estruturas e relacionamentos.
<b>Perfil de inovação</b>	STI ( <i>Science-Technology-Innovation</i> ) ( <i>searching, experimenting</i> )	DUI ( <i>Doing, Using, Interacting</i> )
<b>Materialização do escopo de inovação</b>	Experimentação em laboratório, formalização e codificação do conhecimento produzido. Introdução de novos produtos, processos, serviços (inovações radicais) (Quadro 2.4).	Aprendizado tácito e difusão de conhecimento, lições aprendidas do contato com usuários da tecnologia. Adaptação e melhorias a produtos, processos e serviços (inovações incrementais).
<b>Exemplos de elementos para construção de indicadores de performance</b>	<b>Formal:</b> Organizações dedicadas à C&T como universidades e institutos de pesquisa, esforço direcionado à P&D, patentes, publicações, política e programas tecnológicos. <b>Informal:</b> Cooperação entre empresas e entre elas e instituições científicas, participação e apoio às políticas tecnológicas.	<b>Formal:</b> Instituições sociais, competição mercadológica e regulação por políticas macroeconômicas, sistemas financeiros, infraestrutura de educação e comunicação. <b>Informal:</b> Qualidade das relações entre fornecedores e consumidores, grau de confiança nas instituições sociais, valores do sistema educacional.
<b>Relevância para o estudo do desenvolvimento econômico dos países e formulação de políticas</b>	Limitada, uma vez que investimento em progresso científico não garante o retorno econômico das inovações. Para países em desenvolvimento, com baixa representatividade em P&D, a limitação é particularmente significativa.	Alta, especialmente para países em desenvolvimento, pois a capacidade de absorver e utilizar tecnologias desenvolvidas externamente auxiliam nos mecanismos de <i>catching-up</i> (Quadro 2.5), a exemplo dos países nórdicos.

Fonte: Elaboração própria com base em LUNDVALL et al. (2009), p. 02-03, 08-11

Quadro 2.4: Características de produtos, serviços e processos e sua relevância para a inovação

Objeto de estudo	Referências
<b>Definição</b>	
<b>Características do processo de inovação</b>	
<b>Produto</b>	PMI (2013), p. 552; Sundbo & Gallouj (2000) p. 44-45; Preisll (2000), p.125; OECD (2005), p. 17; Chesbroug (2011), p. 1-2
É um artefato (bem) tangível e quantificável produzido como um item em si ou um componente de um item.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificações prévias de propriedades facilmente mensuráveis como dimensões, peso, etc. reduzem necessidade de interação constante com o cliente durante a produção.</li> <li>• Distinção entre produto e processo é frequentemente clara, sobretudo na indústria de manufatura, o que, em combinação com a facilidade de codificação, conduz à modularização, padronização, massificação na produção (comoditização) e consequente competição por custos, a armadilha das <i>commodities</i>.</li> </ul>	
<b>Processo</b>	PMI (2013), p. 550; OECD (2005), p. 17, 53, 55; Brown (1996), p. 44; Franceschini et al. (2007), p. 4,8
É um método de produção ou entrega representado por uma série sistemática de atividades dirigidas a um resultado final que cria uma ou mais saídas a partir de uma ou mais entradas.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como implicam num sistema integrado de atividades que usam recursos para transformar entradas em saídas, usualmente processos são tratados como caixas pretas cuja performance é medida por intermédio dessas entradas e saídas.</li> <li>• A tangibilidade das entradas e saídas, bem como do sistema embutido em suas caixas pretas e, por conseguinte, a possibilidade de padronização e difusão dos processos depende do tipo de indústria e situação a que se aplicam: mais formais e padronizáveis para produtos, menos para serviços.</li> </ul>	
<b>Serviço e serviços intensivos em conhecimento</b>	Metcalf & Miles (2000), p. 06; Sundbo & Gallouj (2000) p. 44-45; HIPP (2000), p. 152, 154, 160; Preisll (2000), p.125, 144; OECD (2005), p. 38
É uma atividade que transforma entidades como objetos materiais, bens, pessoas, o ambiente natural, representações simbólicas, dados, etc. As transformações podem ser de formato, lugar, tempo ou disponibilidade.	
Serviços que produzem, acumulam e transferem conhecimento, como os de TI, são os principais agentes de mudança na economia atual e desempenham papel importante na criação e transferência de conhecimento técnico, com destaque para a assimilação de novas tecnologias pelos usuários.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessidade de interação muito próxima entre o provedor de serviço e o cliente (em muitos casos, o principal agente da inovação), valorizando fatores tácitos, intangíveis e de codificação mais complexa, como relacionamento, qualidade e confiança.</li> <li>• Impossibilidade, geralmente, de separação das entidades transformadas de seus processos de transformação, o que, junto da fluidez, informalidade e fraco acoplamento entre atividades, também torna mais intrincada a sua modularização e padronização;</li> <li>• Heterogeneidade entre perfis de diferentes indústrias de serviços, dificultando a comparabilidade entre atividades de inovação e a massificação, favorecendo a competição por percepção de valor agregado pelo cliente.</li> </ul>	

Fonte: Elaboração própria com base nas referências citadas

Quadro 2.5: Fatores e tendências do desenvolvimento econômico atuantes no contexto urbano

Termo	Definição	Referências
Externalidade	<p>É um fator externo e, portanto, não controlado por um sujeito (que pode ser um ator, sistema, regime, cidade, etc) mas que afeta esse sujeito positiva ou negativamente, devido à dependência relacional de uma ou mais de suas funções com o fator externo.</p> <p>Na economia as externalidades derivam o conceito de falhas de mercado, pois preços, em geral, não refletem integralmente o custo social e ambiental implicado nas atividades econômicas, já que impactos sociais, ambientais e tecnológicos são considerados externos à economia. Essas falhas são corrigidas por meio da aplicação, a agentes privados, de taxas, subsídios e regulamentações para reduzir ou compensar efeitos negativos produzidos pelas externalidades a ativos públicos.</p> <p>No contexto urbano, apesar das externalidades negativas que os padrões de consumo nas cidades impõem sobre o ambiente e que não são capturadas pelos mecanismos de formação de preço nos mercados, também externalidades positivas (utilidades livres e criativas) são acumuladas pela aglomeração espacial e diversidade de atores, favorecendo a colaboração e sinergias entre eles, o que pode levar a economias de escala, tempo, escopo, energia e outros recursos.</p>	<p>Gospodini et.al. (2008), p. 638-639;</p> <p>Haughton, G. (1997), p. 192;</p> <p>Bergek et.al. (2008a), p. 06,15;</p> <p>Komninos (2011), p. 176</p>
<i>New urbanism</i>	<p>Um movimento originado a partir dos 1980s nos Estados Unidos para criar e aproveitar externalidades positivas urbanas baseadas em planejamento, arquitetura apropriada e concepção de cidades mais compactas e menos consumistas em recursos, inclusive espaço: a proximidade entre imóveis residenciais e comerciais reduziria a necessidade de locomoção em veículos privados, a poluição e a dependência de combustíveis fósseis; a combinação entre prédios de diferentes funções, tamanhos e preços resultaria numa vizinhança diversificada e estimularia os laços cívicos entre cidadãos de diversas classes sociais, idades e raças, resgatando a autenticidade de uma comunidade genuína.</p> <p>O imaginário urbano desse desenho de cidades mais sintonizadas com a qualidade de vida dos cidadãos e preservação ambiental fundamentou-se em teorias prévias como as de “<i>Eutopia</i>” e “<i>Garden City</i>” e influenciou outras tendências paralelamente, como “<i>Broad-acre City</i>”, “descentralismo orgânico” e “<i>Cities of Tomorrow</i>” e, posteriormente, “<i>Eco-city</i>”, “<i>Livable City</i>” e “<i>Healthy City</i>”, que culminaram com o conceito de “<i>Sustainable Cities</i>”.</p>	<p>Lombardi &amp; Vanolo (2015), p.151;</p> <p>Pacione (2009), p. 199;</p> <p>Vreeker (2009), p. 87-88;</p> <p>Zhao (2011), p. 7-8</p>
<i>Smart growth</i>	<p>Com raízes nos princípios do <i>New Urbanism</i>, porém agregando aspectos intelectuais e políticos defendidos por movimentos populares americanos dos 1990s, <i>Smart Growth</i> é uma agenda mais abrangente, que, ao ser absorvida no cenário europeu, em particular sob a Estratégia 2020 da União Européia, incorporou, ainda, a relevância da inovação em TICs para a resolução de problemas urbanos, da promoção do conhecimento e educação, das indústrias criativas e culturais, da sustentabilidade e da participação do cidadão na governança das cidades.</p>	<p>Lombardi &amp; Vanolo (2015), p.151;</p> <p>Paskaleva (2011), p. 157</p> <p>Hollands (2008), p. 306, 317</p>
Mecanismo de <i>catching up</i>	<p>É uma estratégia de desenvolvimento em que nações situadas em posições inferiores nos <i>rankings</i> econômicos adquirem performance superior àquelas que ocupam a liderança. Portanto, é uma manobra promotora de padrões sócio-econômicos que extrapolam a conjuntura de progresso isolado num país, conduzindo, na sua configuração ideal, à convergência entre as nações a patamares mais elevados nos <i>rankings</i>, já que reduz os hiatos entre elas não por</p>	<p>Delhey (2001), p.206;</p> <p>Caird (2014), p. 11,30;</p> <p>Yusuf (2014), p 1-2,25,26</p>

causa da deterioração das condições de vida nos países do topo, mas devido à aceleração nas taxas de desenvolvimento daqueles localizados nas bases. O conceito é aplicável a *rankings* entre cidades, e as competências de *smart growth* reproduzidas nos ambientes inovadores e inclusivos das *smart cities* já se destacam como fatores chave para o *catching up* e manutenção de níveis favoráveis de desempenho sócio-econômico para nações em desenvolvimento.

Fonte: Elaboração própria com base nas referências citadas.

As primeiras adaptações aos SNIs destacaram a importância da absorção tecnológica e difusão eficiente de novas tecnologias, dado que a mudança técnica e o crescimento econômico são mais dependentes desses fatores do que da introdução de inovações radicais (FREEMAN, 1995, p. 10; LUNDVALL et al., 2009, p. 09). Assim, as perspectivas mais abrangentes e informais dos SIs (*learn by doing, using, interacting, adapting*) foram ganhando maior atenção para a formulação de políticas e construção de indicadores de inovação em relação às restritas e formais (*learn by searching, learn by experimenting*) (Quadro 2.3). Com a vantagem, para os países em desenvolvimento, de que os aspectos mais abrangentes também esclarecem melhor a realidade do seu processo de inovação: em ambientes menos desenvolvidos são menos acessadas as perspectivas restritas de ciência e tecnologia, incluindo o lançamento de inovações radicais e geração de patentes e publicações relacionadas (LUNDVALL et al., 2009, p.08-09).

Porém, é a partir do início dos anos 1990s, com o avanço da globalização e suas influências nos processos de inovação que uma série de variantes significativas dos SNIs começaram a surgir, fazendo dos SIs ferramentas cada vez mais flexíveis e que vêm amadurecendo constantemente.

A começar pela constatação de que porções subnacionais, como cidades, províncias e distritos industriais muitas vezes atingem taxas de progresso técnico e crescimento econômico superiores às dos demais territórios do estado-nação a que pertencem (FREEMAN, 2002, p.191), o conceito de Sistemas Regionais de Inovação (SRIs) instalou-se, derivando nuances (Quadro 2.1) como as de Sistemas Locais, Territoriais e Distritais de Inovação (CARLSSON & STANKIEWICZ, 1991, p. 111). Tais variâncias eventualmente convergiram, nos anos 2000, para os Sistemas Metropolitanos de Inovação (FISCHER & SNICKARS, 2001, p. 02).

Em comum essas classes de SIs têm a proximidade geográfica e afinidades nos processos produtivos que facilitam a cooperação no longo prazo entre atores participantes de

redes locais (geralmente *clusters* de firmas) na criação, aquisição, acúmulo e utilização de conhecimento de difícil transferência para fora dos limites regionais. Esse conhecimento, baseado em conexões interpessoais e corporativas e experiência embutida em interações sociais, confere capacidades únicas à região, estimulando a inovação contínua, suportada pela infraestrutura sócio-cultural, institucional e de comunicação intra e entre essas redes territoriais (ASHEIM & ISAKSEN, 2002, p. 83).

As configurações de estrutura institucional que incentivam a inovação e conduzem à eficiência econômica de um país ou região, porém, não se repetem idênticas em todas as nações ou contextos regionais (CARLSSON & STANKIEWICZ, 1991, p. 110). Em alguns casos, por vezes pelo enraizamento histórico, elas podem até limitar o progresso técnico, adaptando-se mais lentamente às mudanças na estrutura econômica (LUNDVALL et al., 2002, p. 188). Já as funções (Quadro 2.8) que tais instituições exercem na influência ao processo de inovação são transpostas para diferentes cenários com maior facilidade e corroboram com a natureza sistêmica da abordagem dos SIs (LUNDVALL et al., 2009, p.05). Com fundamento nessa constatação é que surgiu o *framework* dos Sistemas Tecnológicos de Inovação (STIs), complementando o enfoque estrutural dos SNIs e SRIs com a dinâmica de funções ou processos-chave voltados ao desenvolvimento, difusão e uso de novas tecnologias (Quadro 2.8) e que, por isso, melhor captura a performance dos SIs (BERGEK et al., 2008b, p. 02-03), focalizando seus elementos restritos e amplos, formais e informais (Quadro 2.3).

Além disso, os STIs amenizam o problema da demarcação das fronteiras nos SIs, objeto de controvérsias e que reveste de particular complexidade os estudos com SNIs (LUNDVALL et al., 2009, p. 05, 08). Isso porque, via de regra, os SNIs encerram uma grande quantidade de atores e inter-relações (CARLSSON et al., 2002, p. 236). Mas a polêmica central está na falta de coincidência entre as fronteiras tecnológicas e as nacionais (CARLSSON & STANKIEWICZ, 1991, p. 115) ou mesmo regionais (LUNDVALL et al., 2009, p. 08), especialmente com o avanço da globalização (LUNDVALL et al., 2002, p. 214) e das TICs, atribuindo dimensões internacionais a praticamente todas as atividades econômicas (CARLSSON et al., 2002, p. 233-234).

A proposição dos Sistemas Setoriais de Inovação (SSIs) adicionou a essas considerações o fato de que as tecnologias são apropriadas em conjuntos de atividades



associadas a grupos interligados de produtos destinados ao atendimento de demandas, isto é, em setores (KIM & LEE, 2009, p. 264). Assim como determinadas regiões, também certos setores concentram maiores níveis de progresso técnico, como o das TICs (AMABLE & PETIT, 2001, p. 04, 13): são mais inovadores e realizam ganhos em produtividade significativamente maiores do que os de outros setores. Adicionalmente, pela sua difusão através de todos os setores econômicos, as TICs impulsionam os demais setores à melhoria de performance e à modificação de sua oferta, encorajando a inovação. Portanto, ambientes comprometidos com a rápida produção e/ou difusão dos setores de TICs tendem a ser mais competitivos (AMABLE & PETIT, 2001, p. 13).

Um dos setores de grande expressão no uso das TICs e que, já ao final dos 1990s e início dos anos 2000 se sobressaía dentre os de mais rápido crescimento na economia moderna é o setor de serviços (METCALFE & MILES, 2000, p. 02, 03; COOMBS & MILES, 2000, p. 86). Apoiando-se na dinâmica de evolução das novas TICs para inovar, seja no uso ou na difusão de conhecimento tecnológico por meio de consultorias, treinamentos, marketing, etc. (METCALFE & MILES, 2000, p. 03; COOMBS & MILES, 2000, p. 87), sua expansão atingiu patamares dominantes em relação aos dos setores de produtos nos contextos de industrialização e manufatura e fora deles (METCALFE & MILES, 2000, p. 05; COOMBS & MILES, 2000, p. 86). Isso atraiu maior atenção dos estudiosos em desenvolvimento econômico à importância da inovação nos serviços e dos serviços no processo de inovação (METCALFE & MILES, 2000, p. 03, 05).

Tal condição sugeriu novas adequações ao arcabouço dos SIs pois estes, em geral, focavam primordialmente na indústria de manufatura, mantendo as empresas e outros atores envolvidos com serviços em posições coadjuvantes nos processos de inovação, embora os STIs já promovessem os agentes de serviços a papéis mais centrais (HOWELS, 2000, p. 286-287).

Mas foi durante os anos 2000 que o quadro analítico dos SIs experimentou pressões mais intensas, reivindicando mudanças significativas para viabilizar transições a novos regimes sociotécnicos, em particular do regime de geração de energia fóssil e nuclear para o de fontes limpas (SMITH et al., 2010, p. 436; BOONS et al., p. 01). Até então a agenda político-científica havia apenas migrado da preocupação com a geração de tecnologias mais

limpas como saída ao final dos processos (*end-of-pipe*), tendência dos 1980s (SMITH et al., 2010, p. 436), para o estabelecimento, nos 1990s, de processos inteiros e ciclos de vida mais sustentáveis para produtos, envolvendo setores econômicos em sua totalidade e não apenas indústrias isoladas (SMITH et al., 2010, p. 436, 437).

Porém, com a premência da transição de regimes (JACOBSSON & BERGEK, 2011, p. 42,43) sob o escopo holístico da sustentabilidade (ELZEN et al., 2004, p. xviii), um desafio de maior complexidade se ergueu. Abordagens também de maior amplitude foram exigidas (SMITH et al., 2010, p. 437) e propostas de variações mais elaboradas no uso dos SIs proliferaram. Dentre elas, o estudo da interação entre diferentes TISs (BERGEK et al., 2015, p. 53-56) e entre estes e os NISs, RISs e SISs (BERGEK et al., 2015, p. 54-59; JACOBSSON & BERGEK, 2011, p. 53) projetaram-se.

Finalmente, esse amadurecimento no panorama analítico culminou com o diálogo entre os SIs e a sociologia da tecnologia (ELZEN et al., 2004, p. 284), quer em integração com os sistemas sociotécnicos (GEELS, 2004, p. 898), quer com todos esses *frameworks* (TÜRKELI & WINTJES, 2014, p. 08). Um desfecho coerente, já que a inovação sustentável da mudança de regimes é multi-nivelada e está predisposta à barganha entre grupos sociais com níveis de poder heterogêneos e suas interpretações, capacidade de negociação e escolhas. Assim, determinadas perspectivas da sustentabilidade podem ser privilegiadas em detrimento a outras e os sistemas sociotécnicos estão melhor equipados para assimilar essas circunstâncias, ampliando o alcance dos SIs (SMITH et al., 2010, p. 437).

O crescente interesse pelo desenvolvimento sustentável também impulsionou novos mercados globais (BOONS et al., p. 02) e multiplicou a oferta de serviços para incluir alternativas relacionadas ao enfrentamento de problemas ambientais e da mudança climática, dentre outros desafios da sustentabilidade (METCALFE & MILES, 2000, p. 04; BOONS et al., p. 01). Desta forma, no início dos anos 2010s os serviços já representavam mais de 80% do PIB nos Estados Unidos e mais de 60% do PIB em 35 das 40 maiores economias da OECD (CHESBROUGH, 2011, p. 11).

Tal salto na presença dos serviços em vários setores dessas economias comprova a aposta delas na geração de valor para os mercados em contraposição ao paradigma da competição por custo (CHESBROUGH, 2011, p. 08-10): com a comoditização, que

popularizou globalmente os processos produtivos, moveu as manufaturas para geografias de produção barata e encurtou cada vez mais os ciclos de vida dos produtos, é na desindustrialização e nos serviços que seria retomado o progresso para tais nações desenvolvidas, evitando a reincidência de grandes recessões, como a experimentada em 2008, que abalou a confiança dos cidadãos na capacidade dos governos em preservar o equilíbrio econômico (BOONS et al., p. 01).

A nova ordem da competitividade centrada na geração de valor conduziu à mudança nas mentalidades sobre como desenhar modelos de negócio, instaurando os ecossistemas de inovação aberta em serviços (CHESBROUGH, 2011, p. 03, p. 17, p. 25):

- os produtos foram convertidos em plataformas a partir das quais serviços podem ser customizados e/ou recombinaados de acordo com as necessidades dos consumidores;
- para agilizar a entrega, reduzir custos de retrabalho e potencializar a percepção de valor, os clientes passaram a ser envolvidos em estágios ainda mais preliminares nos processos de inovação. Daí generalizaram-se as práticas de co-criação com os *living labs* (Quadro 2.6) e
- as próprias soluções de negócio, conciliando produtos e serviços de inovações internas, começaram a ser oferecidas como plataformas para atrair inovações externas de empresas parceiras. Com isso, configuraram-se arranjos de inovação aberta e parcerias público-privadas beneficiando a todos os envolvidos, pois custos, riscos e ciclos de vida de inovação diminuem e a quantidade e variedade de ofertas aos usuários aumenta.

## **2.2. Caracterização dos ecossistemas de inovação nas cidades inteligentes**

As soluções de cidades inteligentes das gerações 1.0 e 2.0 (Figura 1.3) são manifestações de ecossistemas de inovação aberta em serviços edificados a partir das TICs emergentes (SCHAFFERS et al., 2012, p. 04-09; Quadro 1.5, Figura 1.3). Um exemplo dessas soluções é o Centro Inteligente de Operações (CIO), capaz de integrar-se a múltiplas fontes de dados de várias aplicações e auxiliar administradores no planejamento,

monitoramento e manutenção operacional corriqueira das cidades ou na resposta a incidentes urbanos (NESBITT, 2012, p. 03,11).

Os CIOs identificam-se como ecossistemas de inovação aberta em serviços porque:

- são implementados como plataformas que entregam aos operadores da cidade, na forma de serviços customizáveis e recombináveis, as informações captadas por sistemas baseados em sensores e câmeras sobre condições de trânsito e segurança, meteorologia, poluição, abastecimento e consumo de energia e água, etc. Esses serviços, além de apresentarem tais dados de acordo com preferências e procedimentos pré-estabelecidos pelos usuários, também podem englobar alertas a partir de situações críticas detectadas e, eventualmente, iniciar protocolos de emergência com a participação de agentes privados e públicos, incluindo cidadãos (NESBITT, 2012, p. 03,15,21);
- os sensores e câmeras são complementados por sistemas sensoriais participativos (*crowdsensing*) (Quadro 2.6) em que os cidadãos, a partir de seus *smartphones* ou outros dispositivos móveis, compartilham dados em tempo real a respeito do ambiente (ou contexto) em que se encontram (SILVA et al., 2013a, p. 309). Toda a comunidade sensorial (Quadro 2.6) sob esses sistemas, na qual o CIO também contribui, é avisada sobre acidentes de trânsito ou outros eventos quaisquer (chuva, passeata, iluminação defeituosa, etc) nos locais reportados pelos participantes, geralmente visualizados em mapas virtuais (IBM, 2013, p. 06). O cidadão que colabora em tais comunidades e que, voluntariamente, opina nelas ou no CIO sobre planos de resposta a tais ocorrências (IBM, 2013, p. 07), torna-se parceiro da administração municipal pois contribui ativamente com o monitoramento e planejamento urbano, a custo próximo de nulo para a cidade (SILVA et al., 2013a, p. 309). E, nessa parceria público-privada, exercita o princípio da co-criação dos *living labs* e *hackathons* (Quadro 2.6), pois assume papel pró-ativo e central na governança urbana (Quadro 2.6) ao impelir ações corretivas e preventivas às lideranças governamentais. É um novo posicionamento para o cidadão, que inverte sua figura passiva como

consumidor de notícias ao final de processos decisórios e ações desencadeadas sem seu envolvimento (IBM, 2013, p. 07), projetando-se como *smart citizen* (Quadro 2.6);

- a partir de dados históricos de eventos armazenados em nuvens de dados, o CIO também oferece serviços de apoio à decisão em situações de crise e para planejamento pró-ativo da administração urbana, empregando algoritmos analíticos sobre *big data* (NESBITT, 2012, p. 08). Empresas locais, bem como organizações públicas e universidades (hélices triplas) (Quadro 2.6) são encorajadas a selar parcerias de inovação aberta (PPPPs) (Quadro 2.6) para desenvolver novos serviços aproveitando a plataforma aberta do CIO, fundamentada nessas nuvens de dados e em outros recursos modernos de TICs (NESBITT, 2012, p. 16). Tais parcerias, além da redução de custos, riscos e no ciclo de vida das inovações, amplificam o número de serviços e os diversificam para os usuários finais (CHESBROUGH, 2011, p. 17, p. 25).

Quadro 2.6: Elementos dos ecossistemas de inovação aberta das *smart cities*

Termo	Definição	Referências
<i>Living lab</i>	É um ecossistema de inovação aberta construído em ambientes reais em que os usuários participam ativamente do processo de inovação, co-criando novos produtos e serviços junto de agentes empreendedores em etapas como de desenho, exploração de novas oportunidades de mercado, experimentação, teste e avaliação de conceitos segundo critérios sócio-ergonômicos, sócio-cognitivos e sócio-econômicos.	Cossetta & Palumbo (2014), p. 228-229; CAICT (2015), p. 71
<i>Parceria público-privado-pessoal (PPPP ou 4P)</i>	É uma expansão do modelo de hélice tripla, o qual induz inovação pela parceria entre organizações públicas, privadas e de pesquisa (3P). Na 4P, as pessoas, sejam elas usuários, cidadãos ou clientes, assumem atitudes de responsabilidade nos processos de vivência, produção e decisão do desenvolvimento sustentável urbano em conjunto com os demais atores públicos e privados do ecossistema das cidades inteligentes. Os <i>living labs</i> são exemplos de 4Ps nas <i>smart cities</i> .	Paskaleva (2011), p. 166; CAICT (2015), p. 71; Leydesdorff & Deakin (2011), p. 61
<i>Smart citizen</i> (cidadão inteligente)	É o cidadão engajado, ativo, crítico e responsável na governança para o desenvolvimento sustentável urbano e que é empoderado pelas tecnologias inteligentes para contribuir como agente inovador nas cidades. No contexto das <i>smart cities</i> ele participa de <i>living labs</i> em parcerias do tipo 4P e pode ser um especialista, colaborando na co-criação de soluções para problemas urbanos com suas próprias habilidades e conhecimentos.	Sadoway & Shekhar (2014), p. 05,08; Schaffers et al. (2012), p. 23,57; Paskaleva (2011), p. 166
Governança	É um paradigma político intermediário entre os tradicionais <i>top-down</i> e <i>bottom-up</i> , com o estabelecimento, no primeiro, de um papel superior	Geels et al. (2004), p.08

	<p>para o governo em relações hierárquicas e, no segundo, de um modelo mercadológico com ampla autonomia para agentes econômicos locais. No nível médio entre esses extremos encontra-se a governança, um padrão baseado em redes em que o governo é compartilhado por meio de acordos e regras entre atores interdependentes, embora divergentes em valores, interesses e crenças. O paradigma de governança reconhece que as autoridades públicas, bem como os demais atores sociais, dispõem de poder, quadros cognitivos e recursos limitados para influenciar as dinâmicas de sistema. Assim, a governança provê direcionalidade e coordenação do sistema, mas com ênfase na interação entre grupos sociais múltiplos que resulta em processos de aprendizado e instrumentos políticos alternativos às regras e regulamentações formais do padrão de comando-e-controle <i>top-down</i> e dos subsídios, taxas e incentivos financeiros do arquétipo <i>bottom-up</i> de mercado.</p>	
Governança urbana	<p>É o resultado da interação entre atores na rede urbana, como empresas de diversos tamanhos, escolas, universidades, organizações governamentais e não-governamentais, etc. de forma inclusiva à participação do cidadão, criando nele o senso de propriedade e comprometimento com soluções para os problemas da cidade. Também compreende a coordenação, pelo governo local, da integração entre iniciativas e sua participação em redes para compartilhar conhecimento e experiências.</p>	Bolívar (2015), p. 03
Smart governance (governança inteligente)	<p>É um conjunto de princípios, fatores e capacidades que realizam uma forma de governança compatível com as condições e exigências da sociedade do conhecimento. Engloba transparência, abertura e participação ativa dos cidadãos junto de outros atores nas decisões e ações, recorrendo às tecnologias inteligentes como alavancas para a efetividade nas operações e serviços públicos, para a inovação e competitividade, para o desenvolvimento sustentável e melhoria de qualidade de vida. Os governos, que comportam os agentes dotados legal e formalmente de poder e autoridade para formular e executar políticas, são inteligentes quando instalam governanças inteligentes, engajando e comprometendo os cidadãos.</p> <p>As parcerias do tipo 4P são estratégias de implementação de <i>smart governance</i>, eventualmente estimulando a inovação aberta com a colaboração de <i>smart citizens</i> em <i>living labs</i>.</p>	Gil-Garcia et al. (2014), p. 12; Paskaleva (2011), p. 166
Microgovernança	<p>Em contraste com as governanças global ou transnacional, multi-setorial (ou macro) e setorial (ou meso), há a governança institucional, ou microgovernança. Como qualquer governança, ela também se refere aos meios para atingir direcionamento, controle e coordenação de unidades organizacionais ou indivíduos autônomos, em favor de interesses mútuos. Quando o objetivo é restabelecer a cidade ao estado normal durante uma crise grave, um protocolo pré-estabelecido de comando e controle deve ser ativado em que organizações e indivíduos assumem responsabilidades e níveis de autoridade compatíveis com seus papéis e habilidades para agir rápida e eficazmente, respondendo a uma liderança central. Nesse período de exceção, uma microgovernança de recuperação a desastres e resiliência se instala temporariamente contando também com o apoio e participação de todos os atores urbanos, mas manifestando-se sob interações mais rápidas e objetivas.</p>	Eeckloo et al. (2007), p.78; Watters (2014), p. 199
Hackathon	<p>É um evento de curta duração, em geral de um a alguns dias, em que cidadãos especialistas, como projetistas e desenvolvedores de <i>software</i> profissionais ou amadores, unem-se, voluntariamente, a cidadãos comuns ou de outras especialidades para produzir protótipos de aplicações baseadas em nuvens de dados e demais recursos urbanos abertos,</p>	Irani (2015), p. 02; Veeckman & Van Der Graaf (2014), p.02;

	<p>inaugurando serviços inovadores que exploram as potencialidades das tecnologias emergentes em <i>smart cities</i>. Além de proverem soluções centradas nos usuários e mais efetivas como resposta a problemas das cidades, essas iniciativas reforçam estratégias de governança inteligente, pois combinam esforços de <i>bottom-up</i> (cidadãos inteligentes) e <i>top-down</i> (governos inteligentes), promovendo inclusão, compromisso e alinhamento social, democratização e empreendedorismo na co-criação da cidade entre os diversos atores de sua rede social.</p>	<p>CAICT (2015), p. 34; Walravens (2015), p. 02</p>
<p><i>Crowdsourcing</i></p>	<p>É a prática de obter idéias, conteúdo ou serviços a partir de grandes grupos externos (ou “multidões”) de indivíduos desconhecidos e leigos, especialmente por meio de comunidades virtuais. Originária dos meios corporativos, torna-se uma importante ferramenta de governança inteligente nas cidades, pois valoriza as contribuições espontâneas dos cidadãos e facilita processos de co-criação e tomadas de decisão pelas administrações públicas, já que evidencia divergências de opinião, interesses e níveis de poder entre os participantes.</p>	<p>Schuurman et al. (2012), p. 52-53; O’Brien (2015), p. 288-289</p>
<p><i>Crowdsensing (comunidade sensorial), smart sensing e participatory sensing system (sistema sensorial participativo) e social driving</i></p>	<p>É uma categoria de <i>crowdsourcing</i> em que sensores inteligentes (ou <i>ubiquitous</i>) são utilizados para coletar dados. Com a popularização de <i>smartphones</i> contendo dispositivos de geolocalização, acelerômetros, termômetros e outros sensores embutidos, sistemas de participação sensorial (<i>participatory sensing systems ou PSSs</i>), que reconhecem os usuários como sensores críticos, têm se multiplicado rapidamente. Um exemplo é o Waze, que, sob o consentimento dos motoristas, rastreia suas localizações e velocidade de deslocamento, inferindo, por meio de algoritmos analíticos baseados na nuvem desses dados, condições de trânsito e compartilha melhores rotas, alertas e outros serviços com os demais motoristas da comunidade associada ao aplicativo. Tal comunidade nesses sistemas é denominada rede participatória sensorial (<i>participatory sensing network</i>). Isso porque os usuários podem contribuir a esses serviços com informações próprias de sua observação proativa, além de disponibilizar passivamente os sensores que carregam para interação automática com a comunidade sensorial. Por exemplo, no Waze os motoristas podem alimentar manualmente na aplicação os trechos em que notam obstáculos não detectados pelos sensores de seus <i>smartphones</i> e que poderiam causar acidentes. Essa prática de redes de colaboração virtual no trânsito também é chamada de <i>social driving</i>. PSSs representam, portanto, uma alternativa mais rápida e menos onerosa à instalação de sensores inteligentes para observar diversos aspectos da vida urbana e construir nuvens de dados sobre as quais aplicar algoritmos analíticos. Sob esse ponto de vista, articulam 4Ps, e intensificam a cooperação do cidadão com a cidade, ainda que, muitas vezes, de forma inconsciente para ele.</p>	<p>Di Bella et al. (2014), p. 204; Silva et al. (2013b), p. 01; Cuddy et al. (2014), p. 19-20; Schreiner (2016), p.33</p>

Fonte: Elaboração própria com base nas referências citadas.

O exemplo do CIO mostra que esses ecossistemas intensificam a inteligência das cidades, já que cooperam na consolidação de um leque variado de tecnologias emergentes em TICs e na ampliação de competências entre as redes de atores na cidade para extrair todas as potencialidades dessas infraestruturas (Quadro 1.6; Figura 1.3). A inovação tecnológica

resultante, integrando ativos público-privados do espaço urbano e oferecendo-os na forma de serviços à rede social que compreende a cidade é acompanhada de inovação também nas articulações entre os atores, que interagem em modelos abertos, construindo relações de interdependência e combinando forças de *technology push* e *demand pull* (Quadro 2.1) em manobras nas quais o *bottom-up* prevalece sobre o *top-down* (SCHAFFERS et al., 2012, p. 04-09).

Isso se verifica já na fase de implantação para muitas soluções de *smart cities*, em que grandes provedores de TICs buscam estabelecer suas plataformas de serviços amparando-se nas parcerias com empresas e consultorias locais de menor porte e que realizam, alicerçadas nessas plataformas, desenvolvimentos, customizações e integrações de serviços de acordo com necessidades de cada cidade (NESBITT, 2012, p. 16; CHESBROUGH, 2011, p. 17). Nessa etapa, procura-se equilibrar o artifício de *technology push* com o *demand pull* na instalação de *Living Labs* em que membros do governo, cidadãos e demais atores são mobilizados para moldar e testar as soluções sob seus requisitos específicos. Com isso, as redes de usuários são sensibilizadas pelo valor percebido na solução e esta se difunde, gerando, pelo alto índice de uso, nuvens de dados representativas e serviços confiáveis (ANTTIROIKO et al., 2014, p. 324; SILVA et al., 2013b, p. 05). Os grandes provedores tecnológicos beneficiam-se com a perpetuação de suas plataformas a longo prazo; as empresas locais, com as oportunidades de alavancagem de negócios a curto e médio prazos; os cidadãos, com novos serviços mais adaptados a suas exigências e os governos, com a melhoria nos índices de credibilidade junto à população (SCHAFFERS et al., 2012, p. 59; HOLLANDS, 2008, p. 311).

Quando há sucesso na trajetória posterior à implantação das soluções de *smart cities*, segue-se uma fase operacional em que predominam as forças de *demand pull* com volumes de usuários e nuvens de dados expandindo-se cada vez mais (SCHAFFERS et al., 2012, p. 08). A tendência, então, é da derivação de serviços novos e mais avançados, como algoritmos analíticos sobre *big data*, ocasionalmente criando novas empresas para atender a demandas intrínsecas a cada cidade (SCHAFFERS et al., 2012, p. 08, 19, 29). Como outras municipalidades, organizações ou ambientes com perfis parecidos ao redor do globo podem interessar-se por esses serviços, agregando-lhes competências difíceis de serem imitadas, as



organizações locais conquistam chances de conectar-se a cadeias de valor globais (SCHAFFERS et al., 2012, p. 61). A vantagem adicional é que há uma inclinação nos agentes locais a aplicarem na própria metrópole o retorno de seus investimentos, colaborando com o desenvolvimento regional (CARVALHO et al., 2014, p. 5652). Evita-se, com isso, a evasão de recursos para fora dos limites municipais, estaduais e até nacionais a que estão propensos os arranjos com organizações internacionais e de maior porte (HOLLANDS, 2008, p. 311,314; Quadro 1.3).

Todavia, essa mentalidade neoclássica de gerenciamento e alocação de recursos num cenário de escassez que leva à escolha racional (LUNDVALL et al., 2002, p. 186) em conter a dispersão de fundos para fora das fronteiras locais, embora procedente no curto e médio prazos, deve ser equilibrada com a atitude evolucionista de interagir externamente em busca de conhecimento para assegurar a inovação e desenvolvimento no longo prazo (LUNDVALL et al., 2002, p. 188).

O mesmo se aplica à retórica do determinismo tecnológico excessivo nas iniciativas de *smart cities*, desafiando os entusiastas das TICs inteligentes que parecem ofertá-las como solução para todos os problemas urbanos (MOROZOV, 2014; Quadro 1.3), quando elas agem como facilitadoras e só se estabelecem por meio das comunidades de usuários que, ao acumularem aprendizado interagindo entre si e entre as infraestruturas tecnológicas, criam novas utilidades e as difundem (CASTELLS, 2011, p. 05).

Mas os ecossistemas de inovação aberta não se restringem, durante a fase de implantação e operação das soluções de cidades inteligentes, ao ambiente exterior às estruturas administrativas municipais. Secretarias, departamentos, agências e outros organismos institucionais reorganizam-se para interagir sob plataformas de serviços abertos, buscando novas formas de microgovernança (Quadro 2.6) e integração apoiadas nas TICs emergentes para melhor atender aos cidadãos, em especial nas situações de crise (SCHAFFERS et al., 2012, p. 18, 26).

As cidades inteligentes podem ser interpretadas, portanto, como uma classe de SIs que compõem um conjunto de ecossistemas interdependentes de inovação aberta induzido pelas soluções baseadas nas TICs emergentes (KOMNINOS, 2011, p. 175, 187).

Consequentemente, tais cidades são, elas próprias, ecossistemas que podem fazer parte de outros ecossistemas mais amplos (ZYGIARIS, 2012, p. 223).

Entretanto, para que esses ecossistemas sejam bem-sucedidos, induzindo círculos virtuosos (Figura 2.2) a partir das soluções de cidades inteligentes (PASKALEVA, 2011, p. 159), é preciso que recursos de *big data* tornem-se públicos, o que significa conceder acesso irrestrito a nuvens de dados de governos e outras organizações, o que não exclui as empresas privadas (SCHAFFERS et al., 2012, p. 17). Além da quebra de silos entre agências governamentais e na iniciativa privada, cidadãos devem converter-se em *smart citizens*, utilizando inteligentemente as infraestruturas de TICs emergentes. Isso envolve desde a transparência entre instituições até o comprometimento do próprio cidadão em revelar, em tempo real, sua geolocalização enriquecida com relatos perceptivos exatos de contexto para que serviços de *crowdsensing* sejam precisos (BALENA et al., 2013, p. 529, 530, 532).

Tais exigências nutrem a controvérsia sobre a quebra de sigilo e a invasão de privacidade para cidadãos e demais atores no ecossistema (Quadro 1.3; BARNES, 2006), bem como sobre o excesso de responsabilidades atribuído ao *smart citizen* (VANOLO, 2013, p.15). Mas a concessão de acesso irrestrito a informações e a participação mais ativa dos cidadãos nas parcerias público-privado-pessoais (PPPPs) firmadas pelas plataformas de serviços abertos das cidades inteligentes representam, independentemente de avanços tecnológicos, uma inovação social e comportamental profundamente transformadora (SCHAFFERS et al., 2012, p. 07) e fundamental para efeito de *demand pull* das tecnologias de *smart cities* (SCHAFFERS et al., p. 09).

### **2.3. STIs como ferramenta de análise das propostas de cidades inteligentes**

É esse conjunto de comportamentos e capacidades em balancear as forças de *technology push* e *demand pull* por meio do arquétipo de inovação aberta em serviços que determina competência tática e operacional (Quadro 2.7) para estabelecer o ecossistema das cidades inteligentes. Este último, por sua vez, funciona como impulso para alcançar sucesso na implantação das soluções baseadas em TICs emergentes. Logo, a competência em alavancar e sustentar o modelo tecnológico sob o ecossistema aberto multiplica as chances de

materialização da proposta estratégica de sustentabilidade incorporada às soluções. Na ausência de tal competência não se formam círculos virtuosos em torno das novas tecnologias e, eventualmente, os investimentos e esforços dos atores são dissolvidos sem que os ecossistemas de inovação prosperem para elevar a inteligência da cidade.

Quadro 2.7: Conceitos relacionados a estratégia e planejamento estratégico

Termo	Definição
Competência estratégica	É o direcionamento de conhecimento, habilidades e atitudes à proatividade no longo prazo. Envolve a capacidade em planejar e determinar objetivos para forjar um estado futuro desejável, respondendo à questão-chave: “Estamos fazendo a coisa certa?”. No âmbito das cidades inteligentes, não inclui apenas a competência técnico-econômica em identificar e explorar novas oportunidades de negócio pela geração e difusão de tecnologias inovadoras, mas também a orientação do crescimento econômico induzido pelo progresso técnico ao avanço nas demais dimensões da sustentabilidade, como a social, ambiental, cultural e institucional. Portanto, abrange capacidades e comportamentos voltados ao desenvolvimento sustentável amplo, isto é, que contempla e equilibra todas as dimensões da sustentabilidade.
Competência tática	É o direcionamento de conhecimento, habilidades e atitudes à proatividade no médio e curto prazos. Envolve a capacidade em desdobrar metas a partir de objetivos mais abrangentes definidos no plano estratégico, selecionando os meios ou artificios pelos quais os alvos devem ser atingidos. Em se tratando de alavancagem tecnológica, os STIs compõem <i>frameworks</i> táticos que auxiliam na resposta à questão crítica imposta a esse nível estratégico intermediário de escopo mais restrito: “Estamos fazendo certa a coisa?”. Isso engloba a decisão por perfis de mercados, produtos, tecnologias, estruturas organizacionais e de capital humano, intelectual e material, além de outros elementos sobre os quais se respaldam as funções dos STIs.
Competência operacional	É o direcionamento de conhecimento, habilidades e atitudes à execução de manobras táticas para cumprir metas de curto e médio prazos e, assim, alcançar os objetivos estratégicos de longo termo. Envolve a capacidade em coordenar e integrar recursos e competências internas e externas, inclusive de aprendizado, a capacidade técnica e a funcional que, no caso da geração e difusão de novas tecnologias, compreende, para projetá-las no mercado, a realização eficiente de todas as funções dos STIs.

Fonte: Elaboração própria com base em DUTRA (2004); LE DEIS & WINTERTON (2005), p. 30; ACKOFF (1970), p. 03; CARLSSON et al. (2002), p. 235; NÆS & VOGEL (2012), p. 44

O arcabouço de STIs figura como opção ideal para a análise detalhada dos fatores contribuintes com o desempenho tático-operacional que leva ao sucesso no desenvolvimento desses ecossistemas e a decorrente alavancagem das TICs nas soluções de cidades inteligentes. Isso porque a disseminação de TICs no padrão aberto associa-se fortemente à difusão e utilização de tecnologia (a exemplo do *crowdsensing*), e, ainda, por intermédio de serviços, característicos por sua intangibilidade. Os aspectos amplos e informais do processo de inovação, portanto, predominam e eles são melhor capturados pelos STIs (Quadro 2.1).

Isso não significa, entretanto, que outros quadros analíticos sejam inadequados para abordar o contexto das cidades inteligentes.

Há, por exemplo, determinados países, especialmente na Europa, que já atribuem papel destacado às *smart cities* na melhoria de desempenho econômico, ambiental e social nacional (OECD, 2014, p.50). Isso legitimaria a abordagem dos SNIs numa análise da contribuição das cidades inteligentes com o incremento, nesses aspectos, da competitividade entre países. Porém os estudos com SNIs tendem a focalizar o nível macro e a considerar componentes formais e restritos da inovação. Esses não são elementos favoráveis ao foco minucioso dirigido a uma cidade ou solução de cidade inteligente em particular, onde as perspectivas informais e amplas da inovação prevalecem. Ademais, os SNIs ressaltam estruturas institucionais, mas cidades distintas podem empregar arranjos diferentes para obter o efeito das funções que essas instituições exercem no processo de inovação. Desta forma, o tratamento sistêmico por meio de funções que o STI oferece é mais conveniente ao escopo das cidades inteligentes.

Uma outra constante no histórico de pesquisas com SNIs e que se estende aos SSIs, SRIs e sistemas territoriais, metropolitanos, distritais e locais de inovação é a relevância conferida à indústria, manufatura e produtos para a revitalização regional. Essa inclinação desqualifica esses *frameworks* diante da escolha das cidades inteligentes em livrar-se da armadilha das *commodities* (Quadro 2.4) na competição por custos e conquistar lucros pela agregação de valor a serviços nos ecossistemas de inovação aberta.

Apesar disso, não seria equivocada a perspectiva de que a análise dos SIs de cidades inteligentes é regional, territorial ou local. Mesmo porque os ecossistemas de inovação dessas cidades, quando prosperam, manifestam propriedades de SRIs: eles integram os subsistemas locais de geração e exploração de conhecimento num ambiente denso sob o amparo de instituições dedicadas que facilitam a inovação contínua e a criação de competências locais únicas (“*local sticky*”) que podem ser valorizadas em cadeias de valor globais (“*global ubiquitous*”) (Quadro 2.1).

Já os SSIs, apesar da mesma propensão ao paradigma das *commodities* e ainda ao foco na criação de conhecimento em detrimento da difusão e utilização tecnológica, poderiam tornar-se atrativos como mecanismos de análise aos SIs das *smart cities* porque, como os

STIs, não incorrem no inconveniente da demarcação de fronteiras a exemplo do que acontece com os arcabouços geograficamente orientados dos SNIs e as variâncias regionais dos SRIs. Adicionalmente, além de admitirem a natureza globalizada das TICs, os SSIs representam com precisão um setor de tecnologias combinadas e agentes providos de competências específicas para atender a demandas do mercado particular das cidades inteligentes. Porém, quando o conjunto de objetos sob análise restringe-se a apenas uma ou a um número reduzido de cidades, soluções ou tecnologias de *smart cities*, o conceito de setor e, conseqüentemente, o quadro analítico dos SSIs perde sua aplicabilidade. Pela mesma razão, a perspectiva multinível torna-se desvantajosa, uma vez que está fortemente baseada nos SSIs.

Também os enquadramentos sociotécnicos derivados da teoria do construtivismo tecnológico são pertinentes. Uma solução de cidade inteligente, como um CIO, provê uma função social por intermédio de infraestruturas que compõem STCs (Quadro 2.1). Os atores construtores desses sistemas visitam diferentes domínios, como política, tecnologia e mudança social, dentre tantos outros, moldando uma rede dispersa a princípio até que ela se torne densa e a tecnologia, estável. Mas essa abordagem típica de STCs é mais genérica que a dos STIs, enfatizando todos os aspectos do ciclo de vida tecnológico. Quando o interesse está mais voltado às atividades de inovação e na análise quantitativa dos fatores de difusão e uso tecnológico nesse processo, os STIs apresentam-se como mais oportunos.

É claro que é válida, até mesmo, a reflexão sobre o contexto de adaptação, em países periféricos, de soluções de cidades inteligentes tomadas como modelo a partir de instâncias implementadas sob a realidade de nações desenvolvidas, que mantêm conjunturas totalmente distintas daquelas vigentes no bloco de países em desenvolvimento, em particular no latino-americano (HERRERA, 1995, p. 03). Igualmente é legítimo o debate sobre a exclusão de grupos menos favorecidos do alcance a essas soluções (PASKALEVA, 2011, p. 158). Porém, correlacionar a influência de tais condições aos efeitos das funções que definem a competência tática, operacional e estratégica dos ecossistemas de inovação em materializar as cidades inteligentes é tarefa ainda restringida pela imaturidade atual das instalações de *smart cities* (SCHAFFERS et al., 2012, p. 09, 33, 57) tanto em nações em desenvolvimento quanto nas desenvolvidas. Isto é, não se pode descartar que, no futuro, com o possível atingimento de objetivos dos planos estratégicos urbanos voltados à sustentabilidade e respaldados pelos

ecossistemas das cidades inteligentes as soluções de *smart cities* tornem-se melhor adaptáveis entre cenários urbanos diferentes e, de fato, realizem a inclusão, igualdade social e o equilíbrio de poder ainda em construção nos ambientes em desenvolvimento (Quadro 1.3).

Analogamente, apesar do progresso alcançado nos quadros analíticos, que agora preconizam a conciliação de diferentes classes de SIs e a incorporação mais explícita da tratativa sociotécnica nas perspectivas multinível, há, ainda, espaço para amadurecimento nesses modelos quando o objeto de análise são as cidades inteligentes: elas são sistemas mais complexos e instáveis do que as tecnologias de nicho, geralmente já consolidadas e bem estabelecidas, e que são substituídas, no *framework* de multinível, por novas tecnologias mais limpas como resposta a pressões nas diferentes camadas do sistema (NÆSS & VOGEL, 2012, p. 41).

Mesmo o estudo do comportamento inovador das cidades sob as teorias de Sistemas Adaptativos Complexos, como propõem alguns arcabouços de ecossistemas de inovação, ainda encontra-se em estágio experimental e provavelmente necessitaria de dados colhidos de um conjunto estatisticamente expressivo de implementações de *smart cities* para demonstrar resultados representativos (JUCEVIČIUS & GRUMADAITĖ, 2014, p. 126). Entretanto, embora as soluções de cidades inteligentes já tenham se proliferado significativamente (Figuras 1.2 e 1.1), não há uma coleção tão numerosa de implantações maduras delas para compor tal base de dados confiável (CAIRD et al., 2016, p. 06,28; SCHAFFERS et al., 2012, p. 09, 33, 57).

Todas essas considerações justificam a escolha metodológica do *framework* dos STIs para produzir uma estrutura capaz de analisar a competência tática e operacional nas propostas de cidades inteligentes materializadas por suas soluções de TICs disseminadas em ecossistemas de inovação aberta em serviços.

Ademais, os STIs já se afirmaram como ferramentas sistêmicas eficientes e consolidadas (HEKKERT & NEGRO, 2009), permitindo padronização de estudos com suas funções específicas que auxiliam na análise qualitativa e quantitativa da performance em criar, disseminar e utilizar tecnologias focando em elementos não só restritos e formais, mas também em abrangentes e informais do processo de inovação.

#### **2.4. A análise dos ecossistemas de cidades inteligentes sob o *framework* dos Sistemas Tecnológicos de Inovação (STIs)**

A Figura 2.1 recorre à notação da UML (Unified Modeling Language), uma linguagem gráfica padrão (ISO/IEC 19501:2005) de modelamento de sistemas utilizada, a princípio, pela comunidade de arquitetos e desenvolvedores de software, mas difundida amplamente a outras áreas de conhecimento pela sua simplicidade e fácil interpretação por interessados de quaisquer domínios do conhecimento (BERGANDY, 2013, p. 80-81; PARUNAK & ODELL, 2001, p. 01). Além disso, entre outros recursos, é abrangente em modelar propriedades estáticas de atores e relacionamentos num sistema e também aspectos dinâmicos, como sequências de atividades em processos (BOMMEL & MÜLLER, 2007; POTTS, 2008).

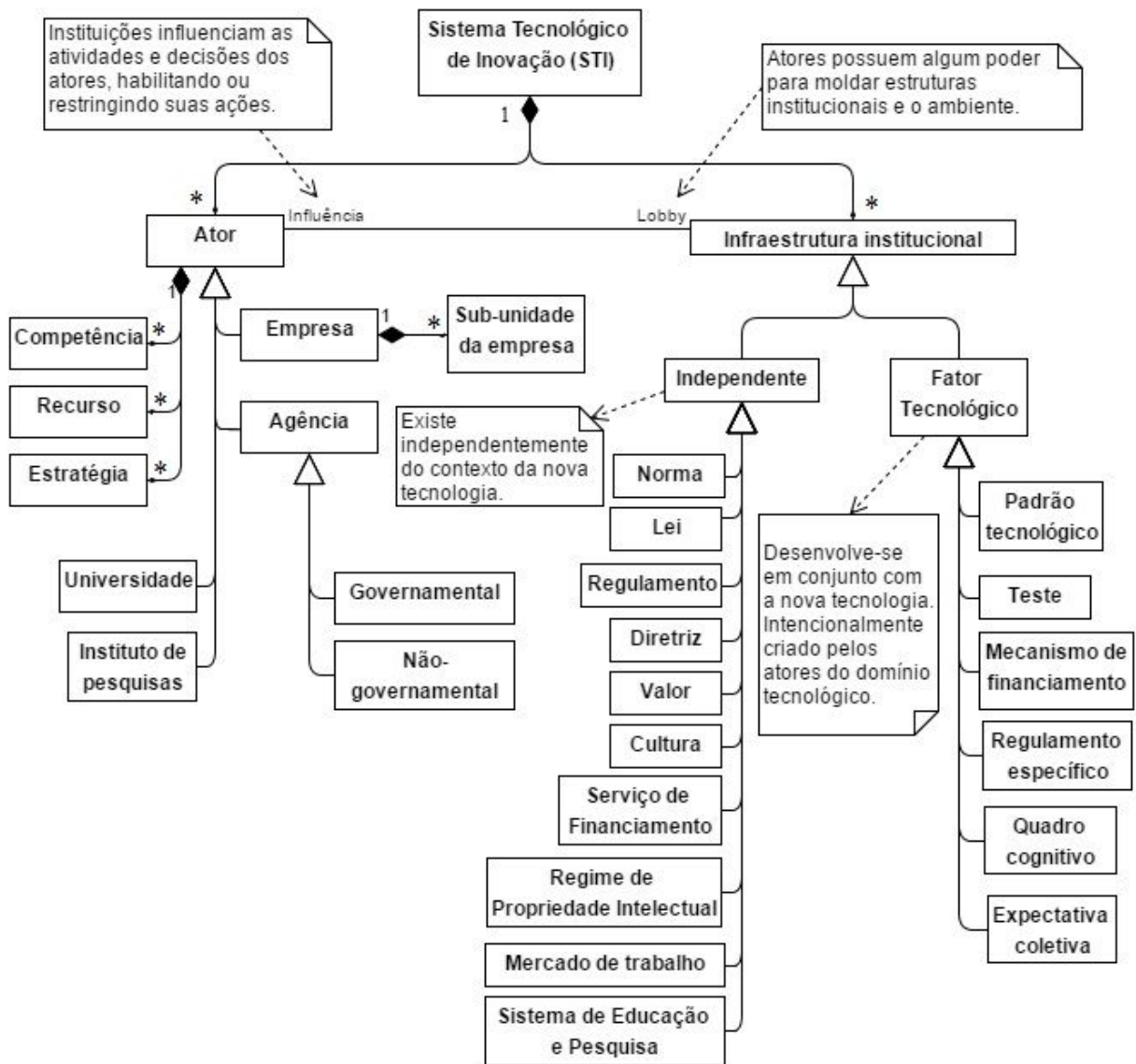
Assim, usando uma dimensão estática conhecida como Modelo de Domínio (BERGANDY, 2013, p. 80), a Figura 2.1 reforça a definição de STI como uma rede de agentes interagindo numa área econômica ou industrial específica sob uma infra-estrutura institucional particular (ou conjunto delas) envolvida na geração, difusão e utilização de tecnologia (BERGEK et al., 2008a,b).

Os atores nessa rede possuem competências, estratégias e recursos próprios e podem ser de vários tipos: organizações públicas ou privadas, universidades, institutos de pesquisa, empresas, etc. Em suas articulações para estimular a inovação tecnológica eles contam com uma infraestrutura de leis, mercados, serviços financeiros, educacionais e vários outros elementos de sistema (ou artefatos) que existem independentemente do movimento de inovação. Porém, ao longo de suas interações com outros atores e atuações isoladas no processo de desenvolvimento tecnológico, esses atores transformam tais elementos e/ou criam artefatos novos, chamados, então, de fatores tecnológicos, inerentes ao novo ambiente induzido pela inovação (MUSIOLIK & MARKARD, 2010; BERGEK et al., 2008a,b).

Por outro lado, ao moldar elementos de sistema, influenciando outros atores e perpetrando alianças em redes de inovação, esses mesmos agentes são também moldados e influenciados pelo sistema. Esta é uma das principais razões pelas quais os atores juntam-se a redes de inovação: para participarem desse processo de desenho estratégico do sistema, de

forma a multiplicarem externalidades positivas (Quadro 2.5), criando um círculo virtuoso para o desenvolvimento da nova tendência tecnológica (MUSIOLIK & MARKARD, 2010).

Figura 2.1: Modelo de domínio em UML para ilustrar a definição de Sistema Tecnológico de Inovação (STI)



Fonte: Elaboração própria com base em MUSIOLIK & MARKARD (2010)

Ou seja, a aglomeração de atores em redes de inovação não acontece apenas para que eles aproveitem economias de escala, reutilizando fatores tecnológicos compartilhados coletivamente: os atores estão também interessados em perpetrar articulações estratégicas que irão moldar a rota tecnológica e todo o sistema que a suporta (*foresight*). Dessa maneira, a



composição de círculos virtuosos em torno de uma tecnologia não é mera coincidência e a coordenação dos atores em rede é crucial para que esses círculos multiplicadores de externalidades positivas existam (MUSIOLIK & MARKARD, 2010; BERGEK et al., 2008a,b).

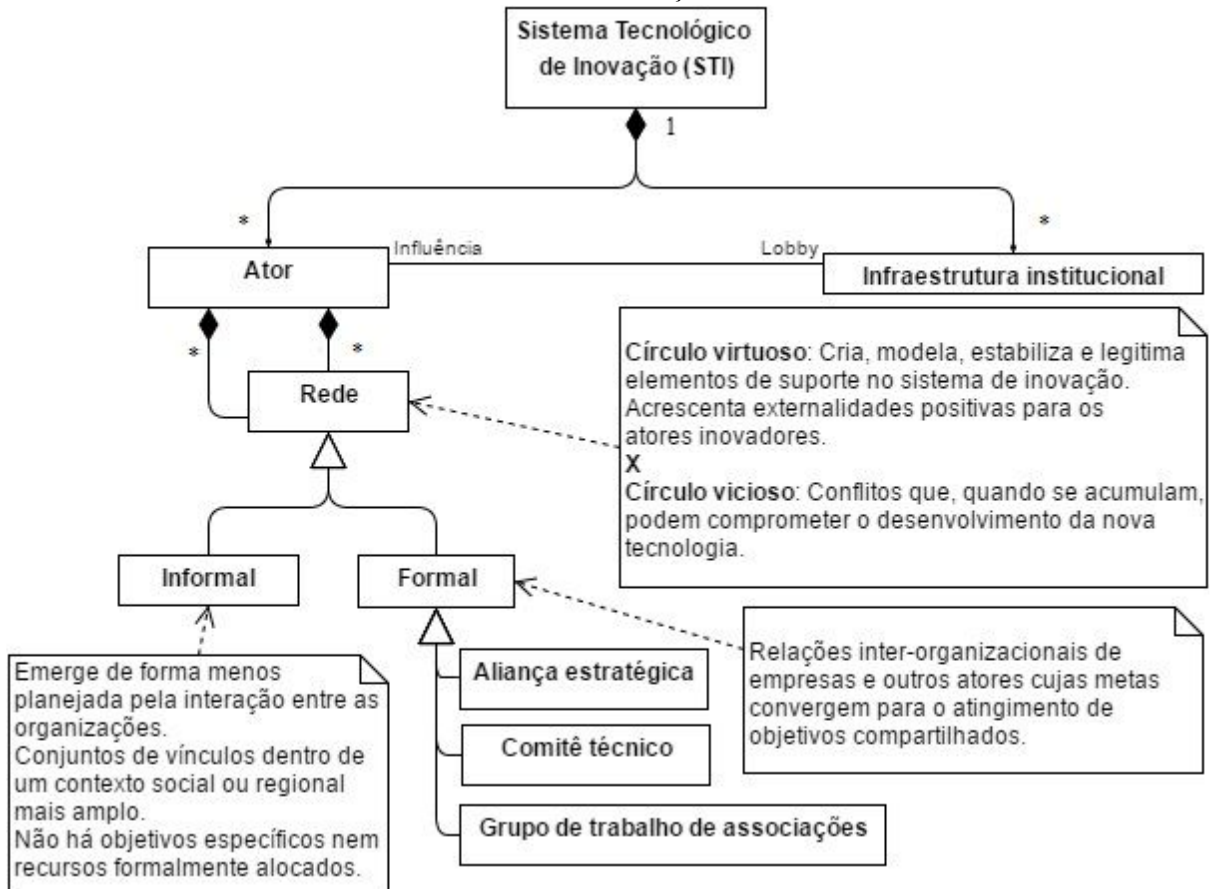
Essas constatações são destacadas na Figura 2.2, que aprofunda a definição das redes de inovação em alianças formais ou informais entre atores para obter sinergia na influência que exercem sobre os elementos de um STI. Tais redes, portanto, correspondem a formas intermediárias de organização entre o mercado e hierarquias institucionais. Por exemplo (MUSIOLIK & MARKARD, 2010; BERGEK et al., 2008a,b):

- redes de aprendizado facilitam a troca interativa de conhecimento entre os atores (como fornecedores, usuários, indústrias, universidades, etc);
- redes políticas definem uma agenda para constituir normas, institucionalização tecnológica, etc.

Finalmente, a atividade (ou, melhor, interatividade) dos atores organizados na rede de inovação sensibiliza as funções do sistema de inovação, que são sub-processos chave importantes para a coesão e operação do sistema. Essas funções são bastante úteis para mensurar o desempenho tático-operacional do STI, isto é, sua performance em gerar, difundir e utilizar tecnologia (MUSIOLIK & MARKARD, 2010).

O Quadro 2.1 lista as funções de sistema corriqueiramente encontradas na literatura sobre sistemas de inovação, complementadas por conjuntos de indicadores que monitoram o desempenho dos sistemas na execução delas.

Figura 2.2: Destaque para o modelo de domínio em UML enfatizando a definição de redes de inovação



Fonte: Elaboração própria com base em MUSIOLIK & MARKARD (2010)

Quadro 2.8: Revisão do conceito e indicadores de desempenho para funções de STIs

Termo	Definição	Indicadores para monitorar o desempenho do sistema de inovação
Atividades empreendedoras (F1)	Presença de empreendedores ativos como uma indicação primária do desempenho de um sistema de inovação. Ações concretas para apropriação de conhecimento básico, gerando e realizando oportunidades de negócio	Número de novos entrantes, número de diversificações em atividades de atores encubadores, número de experimentos com a nova tecnologia
Desenvolvimento de conhecimento (F2)	Atividades que geram conhecimento por meio de processos de aprendizado ( <i>learn by searching, learn by doing, etc</i> )	Número de projetos de P&D, investimentos de P&D ou patentes num campo específico
Difusão de conhecimento através das redes (F3)	Atividades que levam à troca de informações incluindo <i>learn by interacting</i> e <i>learn by using</i> em redes	Número de conferências e <i>workshops</i> , tamanho e intensidade de interações na rede

Orientação da busca (F4)	Atividades que afetam positivamente as expectativas e requisitos dos atores (usuários) e que podem ter influência em investimentos adicionais na tecnologia	Metas definidas por governos e indústrias, número de veículos de imprensa que geram expectativas positivas
Formação de mercado (F5)	Atividades de contribuem com a criação de demanda ( <i>demand pull</i> ) ou proteção de mercado para a nova tecnologia	Número de nichos de mercado, regimes específicos de incentivos fiscais , padrões ambientais
Mobilização de recursos (F6)	Atividades relativas à alocação de insumos básicos como capital financeiro, humano ou material para o desenvolvimento geral do STI	Número de menções dos entrevistados em pesquisas a acessos a recursos básicos como problemáticos
Criação de legitimidade (F7)	Atividades que combatem a resistência a mudanças ou ao menosprezo na manutenção de sua imagem	Número de novos grupos de interesse ascendentes e em crescimento, número de ações efetivas de <i>lobby</i>
Desenvolvimento de externalidades positivas (F8)	Resultados de investimentos ou atividades que não são totalmente apropriadas pelos investidores. Utilidades livres que se multiplicam com o número de entrantes e/ou emergem por meio de compartilhamento do espaço no STI	Número de buscas por economias externas para resolver incertezas, aumento do poder político, acesso a economias de escala

Fonte: Adaptado de MUSIOLIK & MARKARD (2010)

No caso das cidades inteligentes, como o perfil das redes de inovação induzidas pelo STI correspondente segue o arquétipo de ecossistemas de inovação aberta em serviços, os fatores de sistema produzidos na alavancagem das TICs nas soluções de *smart cities* forjadas nessas redes tendem a ser informais (Quadro 2.3), assim como as próprias redes.

É possível isolar algumas interações típicas entre atores nessas redes ao longo do ciclo de vida das soluções de cidades inteligentes, padronizando a classificação de fatores de sistema para a análise qualitativa e/ou quantitativa da competência tática-operacional real do STI. Para isso, é preciso uniformizar a categorização das funções de sistema associadas aos eventos capturados a partir de tais interações entre atores, propondo taxonomias.

É também importante ressaltar que funções ausentes ou executadas incorretamente no sistema, as chamadas falhas de sistema, não são essenciais para determinar a performance real do STI, e sim o desempenho esperado. Por isso as falhas de sistema não serão investigadas na taxonomia listada no Quadro 2.9, que sugere, adicionalmente, uma padronização ao julgamento da intensidade com que as funções do STI são ativadas pelos fatores de sistema correspondentes.

Quadro 2.9: Padronização da classificação de eventos de sistema para análise qualitativa do STI associado às cidades inteligentes

Item	Funções tipicamente sensibilizadas pelos fatores de sistema
<b>Perfil do evento de sistema</b>	
<b>Classificação de fatores típicos de sistema derivados, funções ativadas e intensidade de ativação</b>	
1	F4
<p>Incidentes, problemas urbanos, sugestões e reclamações de cidadãos ou outras ocorrências relacionadas geram notícias, solicitações ou outros estímulos que despertam a necessidade de soluções de smart cities.</p> <p>O número de ocorrências (notícias na mídia, blogs, mensagens em twitter, etc) pode ser computado como quantidade de fatores de sistema que contribuem com a geração de expectativas (F4) para a implantação da solução tecnológica suposta a atender às necessidades identificadas.</p>	
2	F1, F6, F4
<p>Parceiros e demais atores mobilizam-se para atender às demandas de soluções tecnológicas, estruturando as redes de inovação aberta.</p> <p>O número de novos entrantes nessas redes influencia, em proporção direta, a expansão de atividades empreendedoras (F1) e a mobilização de recursos humanos (F6), caso novos deles forem alocados. O evento acena aos demais atores compromisso com metas de implementação da solução e, portanto, afeta positivamente as expectativas no ecossistema de inovação (F4) de acordo com o número de soluções.</p>	
3	F1, F2, F6
<p>Soluções de cidades inteligentes são implantadas por equipes técnicas.</p> <p>Os experimentos tecnológicos realizados nos projetos de implantação das soluções criam ações concretas de apropriação de conhecimento que abrem oportunidades para novos empreendimentos (F1) e as experiências de learn by searching (no desenvolvimento de soluções inéditas) e learn by doing (na adaptação de soluções) sensibilizam o desenvolvimento de conhecimento (F2) entre todos os participantes dos projetos, internos à administração municipal ou externos a ela, incluindo organizações públicas, privadas e cidadãos. Por exemplo, uma solução com grande número de componentes produz grande impacto, da mesma forma que uma solução com número reduzido de componentes, porém mais complexos. A função F6 também é ativada se novos recursos humanos ou materiais forem alocados para a implantação.</p>	
4	F4, F7
<p>Decretos e leis são publicados instituindo as soluções de cidades inteligentes.</p> <p>A legitimação influi positivamente na imagem das soluções frente à rede de atores (F7) e nas suas expectativas quanto à alavancagem das tecnologias (F4), proporcionalmente ao número de decretos e leis.</p>	
5	F4, F7, F8
<p>Projetos de instalação de cidades inteligentes são finalizados e/ou suas soluções são inauguradas.</p> <p>Além de sinalizar a capacidade de alcance de metas previamente definidas, comunicando compromisso com as tecnologias (F4) e encorajando os grupos de interesse a continuarem prestigiando as soluções (F7), os fatores de sistema resultantes da conclusão dos projetos tornam-se um legado palpável aos usuários finais, derivando ativos tangíveis ou intangíveis que podem ser compartilhados livremente entre os atores dos</p>	

ecossistemas de inovação aberta (F8). O grau de aporte às funções F4, F7 e F8 é equivalente ao número de projetos finalizados ou inauguração de soluções.

6 F1, F3, F4, F5, F7, F8

Práticas de uso e experimentação com soluções já instaladas de cidades inteligentes são conduzidas.

As experiências de utilização das soluções tecnológicas efetuadas no dia-a-dia dos usuários, sejam eles cidadãos, membros da administração pública ou outros atores favorecem a apropriação de conhecimento e a criação de novos empreendimentos (F1). O learn by using e learn by interacting que transcorre nesses experimentos intensifica as interações e a difusão de conhecimento em rede (F3), reforça a tendência tecnológica como boa opção de investimentos a interessados (F4), solidifica e expande a demanda de mercado para a solução (F5), multiplica grupos de interesse nas tecnologias, combatendo possíveis resistências a elas (F7) e, de acordo com a natureza dos serviços disponibilizados pela solução, ofertam resultados que podem ser reutilizados e compartilhados de forma livre entre os atores (F8). A dimensão da ativação das funções é determinada pelo número de serviços oferecidos para experimentação.

7 F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8

O ecossistema que envolve as soluções de smart city integra-se em redes de cooperação entre cidades.

Em geral, todas as funções do STI são acessadas, pois cresce o conjunto de atores colaborando com empreendedorismo (F1) em proporção ao número de novos entrantes no ecossistema. A geração de conhecimento por learn by searching e doing (F2) também é impulsionada simetricamente ao número de novos projetos inovadores e sua complexidade. Já proporcionalmente à quantidade de integrações em redes se amplificam as interações nesses domínios, a difusão de conhecimento (F3) e o compartilhando recursos (F8), o fortalecimento de climas tecnológicos positivos (F4) dada a maior facilidade em atingir metas pactuadas entre os atores, a demanda por soluções (F5) com a multiplicação e diversificação de usuários, a possível mobilização de recursos (F6) e o alargamento de grupos de interesse na adoção das soluções (F7).

8 F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8

Processos de geração de idéias em soluções de cidades inteligentes são exercitados.

Iniciativas como braimstorms e hackathons envolvendo a equipe técnica diretamente vinculada à administração urbana, cidadãos, empreendedores ou outros atores para conceber sugestões de novas soluções de smart cities ou aprimoramentos em aplicações já existentes facilitam a multiplicação de empreendimentos e atores entrantes no STI (F1), o desenvolvimento de conhecimento criando novas aplicações em learn by searching (F2) e sua difusão em redes por intermédio de learn by interacting (F3). Com idéias alinhadas ao fortalecimento dos ecossistemas de inovação que suportam as soluções de cidades inteligentes, esses processos auxiliam no direcionamento de investimentos (F4) e no reforço à imagem da solução (F7), rendendo ativos que podem ser partilhados entre os atores do ecossistema (F8). No caso de hackathons envolvendo cidadãos ou outros atores externos, há, ainda, a vantagem de mobilizar, pontualmente e a baixos custos, habilidades de especialistas (F6), técnicos ou não, nos processos geração de idéias e implementação de protótipos solucionando problemas locais. Por outro lado, em contextos em que a própria solução de smart city serve de infraestrutura para o processo de geração de idéias, os participantes de braimstorms e hackathons figuram, ao mesmo tempo, como consumidores da solução, acionando a função de formação de mercado (F5) pela demanda que impõem a ela.

9 F2, F3, F4, F7, F8

Conteúdos diversos sobre as soluções de smart cities são publicados.

A publicação de artigos, dissertações, teses, livros ou outros materiais em mídias diversas que não apenas a escrita ativam, em parcela direta ao seu número, o desenvolvimento de conhecimento formal (F2) sobre as

soluções de cidades inteligentes por meio do learn by searching. Essas publicações propiciam, analogamente, a difusão cognitiva em redes (F3) e seu compartilhamento entre os participantes do STI (F8). Tais conteúdos também funcionam como veículos que reafirmam as expectativas de atores (F4) gerando lobby favorável (F7) quando referenciam positivamente às soluções.

10 F1, F3, F4, F7

Soluções de cidades inteligentes recebem prêmios ou reconhecimentos.

A divulgação de soluções de smart cities em posições de destaque em rankings e benchmarkings de cidades inteligentes, feiras temáticas e a atribuição de títulos e prêmios de desempenho superior a elas estimula aprendizado em rede (F3) e corrobora com a competência do ecossistema que engloba as soluções em atingir metas, acentuando o entusiasmo por elas (F7) e a determinação em conquistar objetivos (F4), o que pode viabilizar investimentos adicionais nestas soluções. Alguns prêmios também podem aproximar o ecossistema que apoia a solução de smart city de novos perfis de atores empreendedores (F1), as organizações especializadas em eventos nacionais e internacionais, que tornam-se pólos de conexão entre redes de cidades interessadas em promover seu próprio marketing (METAXAS, 2010, p. 14).

Fonte: Elaboração própria com base na referência citada e experiência na análise do STI do COR no capítulo 5

Os eventos de tal taxonomia (Quadro 2.9), evidentemente, não ocorrem sempre na forma sequencial com que foram listados. Analogamente, embora fundamentados na observação do ciclo de vida de soluções em ecossistemas reais de cidades inteligentes (NERY, 2014; SCHREINER, 2016), os padrões de análise sugeridos devem ser submetidos a considerações suplementares, caso a caso, pois o contexto em que se manifestam os fatores de sistema pode produzir efeitos opostos aos mencionados: as participações em redes podem culminar em círculos viciosos em lugar de virtuosos, desestruturando o estabelecimento das soluções; o conhecimento adquirido na implantação de projetos pode ser dissipado sem reaproveitamento em novos empreendimentos e, dentre várias outras repercussões negativas adicionais, a formalização de regras e instituições pode enrijecer a interação entre atores e bloquear processos de inovação (LUNDVALL et al., 2002, p. 188; ANDERSEN et al., 2000, p. 36, 62; BERGEK et al., 2008b, p. 04).

Finalmente, torna-se viável, após discriminar os fatores de sistema e funções peculiares nos ecossistemas de inovação aberta das cidades inteligentes (Quadro 2.9), completar o arcabouço analítico da competência tática-operacional das soluções de *smart cities* fixando regras para discernir manobras de *technology push* (T), *demand pull* (D) ou *mistas* (T,D) entre seus eventos de sistema. Essa noção, sintetizada no Quadro 2.10, dá visibilidade qualitativa à proporção de inclinações ao determinismo tecnológico que impera na governança dessas redes de atores, enriquecendo o *framework* de análise.

Quadro 2.10: Princípios para classificação de forças de *technology push* e/ou *demand pull* em eventos de sistema

Força	Regra para classificação do evento de sistema
<i>Technology push (T)</i>	<p>Quando o evento apresenta perfil <i>top-down</i> destacado, isto é, estrutura-se sob uma governança em que os cidadãos (ou usuários) são pouco ou nada envolvidos na criação ou transformação dos fatores de sistema derivados, o <i>technology push</i> se caracteriza.</p> <p>Em geral esse tipo de evento produz fatores de sistema que sensibilizam as funções F1 (empreendedorismo) e F2 (desenvolvimento de conhecimento por <i>learn by searching</i> e <i>learn by doing</i>) e o ator gerador do evento não pertence à rede de usuários-alvo.</p> <p>Um exemplo é a implantação de infraestruturas tecnológicas internas às administrações públicas e/ou no espaço urbano seguindo modelos de mercado (ou de “prateleira”) para posterior adaptação pelos usuários-chave.</p>
<i>Demand pull (D)</i>	<p>Quando o evento manifesta características <i>bottom-up</i> pronunciadas, ou seja, é fundamentado sob uma governança em que os cidadãos participam mais intensamente na geração dos fatores de sistema correspondentes, o <i>demand pull</i> é identificado.</p> <p>Normalmente os fatores de sistema decorrentes desse tipo de evento ativam as funções F3 (difusão de conhecimento através de redes em <i>learn by interacting</i> e <i>learn by using</i>), F4 (direcionamento tecnológico positivo comunicado aos usuários), F5 (formação de mercado) e F7 (legitimação tecnológica, estabilizando a tecnologia entre redes de usuários e outros interessados). Por vezes, a própria rede de usuários-alvo dispara o evento.</p> <p>Um exemplo é a sinalização, pelos cidadãos, de um problema urbano que pode ser amenizado ou resolvido por uma solução tecnológica: as reivindicações populares podem criar demanda para tecnologias.</p>
<i>Mista entre Technology push e Demand pull (T,D)</i>	<p>Usualmente todos os eventos de sistema possuem traços <i>bottom-up</i> e <i>top-down</i>. Aqueles eventos que equilibram essas forças, compondo uma governança participativa harmonizada entre todos os atores do ecossistema são considerados mistos entre <i>technology push</i> e <i>demand pull</i> (T,D).</p> <p>Um exemplo está nos eventos de <i>hackathon</i> (Quadro 2.9, item 8): Eles geram fatores de sistema que estimulam todas as funções do STI, balanceando os efeitos de <i>bottom-up</i> e <i>top-down</i> em cada uma delas. Assim, até mesmo as funções F1 e F2, eventualmente ligadas ao modelo linear <i>top-down</i> de invenções produzidas em laboratórios fechados que resultam no <i>technology push</i> de inovações sobre o mercado, são balanceadas com o <i>bottom-up</i> da colaboração de cidadãos como empreendedores e, por vezes, exercitando o <i>learn by searching</i> e <i>learn by doing</i> nessas iniciativas, como pesquisadores e desenvolvedores de novas soluções de <i>smart cities</i>.</p>

Fonte: Elaboração própria com base nos perfis analíticos do Quadro 2.9 e nos conceitos de *technology push* e *demand pull* do Quadro 2.1 e de governança do Quadro 2.6

## 2.5. Considerações finais

As transformações provocadas pelo progresso técnico e pelas demandas da sustentabilidade impuseram desafios cada vez maiores aos estudiosos do desenvolvimento econômico que, por sua vez, aprimoraram gradativamente os enquadramentos analíticos para melhor compreender e influenciar os processos de inovação.

Assim, a partir do esgotamento dos modelos lineares neoclássicos o conceito de Sistemas de Inovação foi introduzido nos 1980s, reconhecendo a característica distribuída, paralela, interativa e socialmente construída do progresso técnico e incorporando elementos evolucionistas para justificar o crescimento econômico no longo prazo. Com isso, a capacidade de aprendizado e interação entre atores foi identificada como essencial para combater os riscos inerentes ao processo de inovação, crítico à competitividade duradoura.

Os SNIs e SRIs, primeiras experiências com os SIs, exploraram, portanto, o papel da produção e distribuição institucionalizada de conhecimento dentro de limites geográficos. Porém a habilidade em desenvolver e explorar novas oportunidades de negócio por meio da adoção e utilização de novas tecnologias é tão importante para a performance econômica quanto o incremento de conhecimento localizado. E essas funções são executadas por arranjos institucionais distintos em diferentes ambientes econômicos, o que reforça a abordagem sistêmica também nesse aspecto, pois flexibiliza a escolha de atores que devem exercer um conjunto predeterminado de papéis para que o mesmo desempenho seja atingido sob contextos heterogêneos.

Dessa forma, nos 1990s os STIs surgiram como uma alternativa metodológica focada na dinâmica e desempenho qualitativo e quantitativo dos SIs não apenas na criação, mas, inclusive, na difusão e utilização de tecnologia em redes de inovação. Independentes de desenhos institucionais específicos, os STIs admitem a natureza globalizada das TICs, que extrapola fronteiras locais. Adicionalmente, sugerem um padrão para a análise de fatores não somente formais e restritos, mas informais e amplos, predominantes nas atividades de disseminação tecnológica no processo de inovação, das quais fazem parte, com proeminência, os serviços e as próprias TICs.

Consequentemente, com o avanço da comoditização dos produtos e o crescente interesse pelos serviços, culminando com o destaque deles nas maiores economias mundiais a partir dos 2010s, os STIs, que tratam satisfatoriamente os fatores de sistema intangíveis (informais e amplos), tornaram-se uma opção atraente como arcabouços analíticos. Sua popularização os consolidou como ferramentas para formulação de políticas, removendo bloqueios às funções de difusão de tecnologias, em particular as variantes de energias limpas.



Dentre essas e outras utilidades, os STIs vêm sendo, também, apontados como instrumentais eficientes para medidas de desempenho e *benchmarking* entre SIs.

Logo, os STIs posicionam-se como esquemas analíticos promissores para captar a dinâmica informal dos ecossistemas de inovação aberta que aproximam, em parcerias público-privado-pessoais (PPPPs), instituições de pesquisa e empresas pequenas e médias locais de plataformas abertas oferecidas por grandes provedores globais para co-criar serviços junto de cidadãos e governos municipais. Nesses novos modelos de negócio, clientes são envolvidos em estágios preliminares nos ciclos de vida da inovação, que se tornam cada vez mais curtos e menos arriscados ou dispendiosos, pois absorvem melhor as preferências dos usuários e, por conseguinte, lhes intensifica a percepção de valor nos serviços.

Isso permite, adicionalmente, articular governanças inteligentes em que há maior participação e comprometimento de todos os atores urbanos no planejamento e materialização das estratégias de governo. Ademais, estimula a difusão e uso dos serviços, gerando nuvens de dados que possibilitam às administrações públicas construir algoritmos analíticos confiáveis para planejar ou agir proativamente diante de problemas e aumentar a resiliência das cidades. Em decorrência, todo o potencial oferecido pelas soluções de *smart cities* que suportam os serviços pode ser aproveitado, o que significa elevar o nível de inteligência urbana.

Destarte, os ecossistemas de inovação aberta em serviços são vitais para a alavancagem das soluções de cidades inteligentes, funcionando como uma classe de STIs indutora de círculos virtuosos entre redes interdependentes de atores que apóiam a difusão e uso inovador das tecnologias inteligentes nas cidades. Isto é, a inovação decorrente das plataformas de *smart cities* não se restringe ao aspecto tecnológico instrumental apenas, mas estende-se aos modelos de negócio ou STIs que as promovem.

Essas considerações levaram à adoção dos STIs como base para a estruturação de um *framework* dedicado à análise da competência tática-operacional dos ecossistemas de inovação aberta em serviços que compõem as cidades inteligentes. Tal quadro analítico, entretanto, é capaz de apontar a capacidade de alavancagem das soluções de TICs emergentes das *smart cities*, mas não o alinhamento dessas soluções com as perspectivas amplas da

sustentabilidade. Essa habilidade em investigar a competência estratégica incorporada aos ecossistemas das soluções de cidades inteligentes é o tema do próximo capítulo.

### CAPÍTULO 3

#### O COMPROMISSO DAS CIDADES INTELIGENTES COM A SUSTENTABILIDADE

O objetivo deste capítulo é contextualizar o paradigma das *smart cities* no panorama dos desafios das cidades contemporâneas, que, além do crescimento populacional, envelhecimento e concentração das massas em megalópoles, instabilidade econômica e desigualdade social, também incluem, agora, as metas de desenvolvimento sustentável e a necessidade de incorporar comportamentos resilientes inclusive como resposta aos impactos da mudança climática.

Essa contextualização compreende, adicionalmente, a interpretação das cidades inteligentes como ferramentas para auxiliar os formuladores de políticas públicas e administradores das cidades a dirigirem os ecossistemas de inovação das *smart cities* e suas soluções baseadas em TICs emergentes à realização dos planos estratégicos urbanos de combate a tais enfrentamentos.

Como ainda não há sistemas de indicadores estabelecidos sob governanças eficientes que comprovem o alinhamento das soluções de cidades inteligentes aos objetivos do desenvolvimento sustentável<sup>4</sup>, um arcabouço analítico é estruturado para definir essa competência estratégica nas soluções e seus ecossistemas. Com ele, é possível orientar a alavancagem das TICs de *smart cities* não só ao cumprimento de metas da perspectiva econômica, efeito intrínseco à competência tática-operacional dos ecossistemas de inovação aberta das cidades inteligentes, mas também às demais dimensões da sustentabilidade, como a ambiental, social, institucional e cultural.

Para satisfazer a esse intento, são explorados, como fontes potenciais para taxonomias específicas em serviços de *smart cities* para o desenvolvimento sustentável urbano, arcabouços de indicadores de sustentabilidade genéricos e também um conjunto de indicadores especialmente elaborados para cidades inteligentes.

A partir dessa compilação de opções é que o *dashboard* de sustentabilidade, um dos sistemas de indicadores mais recomendado por especialistas, é eleito e adaptado como

---

<sup>4</sup> Para maiores detalhes sobre os objetivos do desenvolvimento sustentável, consultar ONU (2014a).

*framework* para a análise da performance estratégica dos ecossistemas de inovação das *smart cities*.

### **3.1. Desenvolvimento sustentável urbano e seus desafios**

As cidades ainda cobrem apenas 3% da massa terrestre (ONU, 2016) e são responsáveis por 80% do PIB mundial (BIS, 2013, p. i). Porém, esse dinamismo econômico das concentrações urbanas resulta em até 80% do consumo total de energia no planeta e 75% da emissão global de gases do efeito estufa (ONU, 2016), além da depleção de recursos naturais, geração de dejetos e poluentes em larga escala e intensificação das desigualdades sociais (ZUCARO et al., 2014, p. 16; ONU, 2014b, p. 03).

Dessa forma, os centros urbanos, também notáveis por sua capacidade inovadora (TSOLAKIS & ANTHOPOULOS, 2015, p.01) representam, ao mesmo tempo, problemas e oportunidades de solução para o desenvolvimento sustentável (Quadro 3.1) local e global (ZUCARO et al., 2014, p. 16).

Considerando que até o ano de 2050 a população urbana mundial tenderá a crescer dos atuais 54% para 66% dentre 9.7 bilhões de pessoas (ONU, 2014b, p. 01; ONU, 2015, p. 02), é imediato o compromisso em forjar um novo modelo de urbanização, integrando todas as perspectivas da sustentabilidade (ONU, 2014b, p. 03-04), incluindo não só a econômica, mas igualmente a social, ambiental, institucional e cultural (BELLEN, 2007).

Assim, são muitos, complexos e impreteríveis os desafios que as prefeituras enfrentam para manter e expandir as infraestruturas e serviços necessários à melhoria da qualidade de vida dos cidadãos (CAIRD et al., 2016, p, 01). Isso porque, adicionalmente, as ameaças da mudança climática vêm se sobressaindo como potencializadoras das provocações a que se submetem as cidades (PACHAURI et al., 2014, p. 69; PBMC, 2013, p. 16-17), exigindo delas, também, um comportamento cada vez mais resiliente (PBMC, 2013, p. 17).

Em resposta a esses estímulos, municipalidades ao redor do mundo vêm agregando metas aos seus planos estratégicos para a redução na emissão de gases do efeito estufa e no consumo de energia, além de outras medidas que conduzam ao desenvolvimento sustentável urbano (Quadro 3.1). Exemplos são o pacto das municipalidades encorajado pelas Nações

Unidas em torno dos planos de ação da Agenda 21 a partir da conferência mundial de 1992 (MARSAL-LLACUNA, 2015, p. 612) e a Convenção dos Prefeitos das cidades europeias iniciada em 2008 sob o apoio da Comissão Europeia (COCCHIA, 2014, p. 26-27).

Quadro 3.1: Conceitos associados à sustentabilidade urbana

<b>Termo</b>	<b>Definição</b>	<b>Referências</b>
<b>Sustentabilidade</b>	É o equilíbrio entre o crescimento econômico, bem-estar social e integridade ambiental sob apoio de infraestrutura e governança institucional que preserve culturas locais.	Michael et al. (2014), p. 492; Kemp & Martens (2007), p. 06
<b>Sustentabilidade ampla ou abrangente</b>	Sinônimo para sustentabilidade em todas as dimensões, isto é, ambiental, econômica, social, institucional e cultural.	
<b>Desenvolvimento sustentável</b>	Um desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras atenderem, também, às suas.	Brundtland et al. (1987), p. 41
<b>Sustentabilidade urbana</b>	Um estado desejável de condições urbanas que persistem ao longo do tempo, caracterizadas pelo uso apropriado de recursos garantindo equidade entre gerações, proteção do ambiente natural, uso mínimo de fontes não renováveis, vitalidade e diversidade econômica, autonomia na comunidade, bem-estar individual e satisfação de necessidades humanas básicas.	Shen et al. (2011), p. 18
<b>Urbanização sustentável</b>	Processo dinâmico que harmoniza as relações entre agentes sociais, econômicos, ambientais e político-institucionais na sociedade, possibilitando o desenvolvimento sustentável urbano.	Shen et al. (2011), p. 18
<b>Desenvolvimento sustentável urbano</b>	Um processo de integração sinérgica e co-evolução entre subsistemas abrangentes que constituem uma cidade (econômico, social, físico e ambiental), que garante à população local um nível estável de bem-estar no longo termo, sem comprometer as possibilidades de desenvolvimento de áreas vizinhas e reduzindo efeitos nocivos do desenvolvimento à biosfera.	McCormick, et al. (2013), p. 04
<b>Urban Smart Growth</b>	No contexto do planejamento urbano, denota a formulação de novas políticas e estratégias urbanas efetivas que incorporam metas do desenvolvimento sustentável.	Nam & Pardo (2011), p. 283
<b>Resiliência</b>	Capacidade de um sistema em manter suas funções e estruturas básicas em situações de choque e perturbações, aprendendo, adaptando-se e auto-organizando-se para sustentar a entrega de serviços essenciais à vida humana.	Birkmann (2006), p.09
<b>Cidade resiliente</b>	Uma cidade resiliente é aquela que está preparada para impactos correntes e futuros (da mudança climática), limitando a magnitude e gravidade desses impactos.	PBMC (2013), p.17

Fonte: Elaboração própria com base nas referências citadas

### 3.2. A gerência da intangibilidade no desenvolvimento sustentável urbano

Tal comprometimento das autoridades locais com os objetivos da sustentabilidade acrescentou à sua coleção de desafios ainda outros afrontamentos, como:

1. a necessidade de aperfeiçoar sua capacidade de execução das ações e materialização das metas acordadas nos planos de curto e médio prazo associados às estratégias de sustentabilidade: para conquistar essa competência tática-operacional, muitas municipalidades passaram a recorrer às tecnologias de cidades inteligentes e à difusão da ideia do *smart growth* (CAIRD et al., 2016, p, 01; COCCHIA, 2014, p. 27);
2. a demanda por implantar sistemas de métricas (Quadro 3.2) de modo a apurar os resultados das ações e reportá-los aos diversos interessados, bem como propor planos corretivos e preventivos para manter o desempenho estabelecido pelas metas de sustentabilidade (CAIRD et al., 2016, p. 01-02): para suportar esse aspecto tático-operacional complementar, as cidades engajaram-se em redes sociais colaborativas, compartilhando experiências para contornar as complexidades em institucionalizar sistemas de métricas e indicadores para a sustentabilidade (Quadro 3.2; Quadro 3.3), além de outras melhores práticas (JÄNICKE et al., 2015, p.07) e
3. a primordialidade em conservar o direcionamento estratégico das iniciativas alinhado ao desenvolvimento sustentável em todas as suas perspectivas (ONU, 2014b, p.03-04): para assegurar essa competência estratégica, algumas cidades já vêm aprimorando seus processos de planejamento estratégico de longo prazo, transferindo a serviços, soluções e tecnologias de *smart cities* também as suas propostas de sustentabilidade (LEE et al., 2013, p. 288).

Quadro 3.2: Conceitos associados a indicadores de sustentabilidade

Termo	Definição	Referências
<b>Indicador de sustentabilidade</b>	Um aspecto mensurável de sistemas ambientais, econômicos, sociais, institucionais e culturais que é útil para o monitoramento de mudanças em características do sistema relevantes para a continuidade do bem-estar humano e ambiental.	Fiksel et al. (2012), p. 06
<b>Índice de Sustentabilidade</b>	Também conhecido como indicador composto, é uma síntese ou agregação de indicadores de sustentabilidade que também pode incluir outros dados e/ou variáveis.	Tanguay et al. (2010), p. 408
<b>Sistema de métricas ou de medidas de performance</b>	É o sistema que monitora e comunica constantemente o progresso em direção a metas pré-estabelecidas. Envolve a definição dos processos a serem monitorados e de monitoramento, incluindo as métricas relevantes para verificação de desempenho e a comunicação e análise dos resultados. Também abrange a ativação e acompanhamento de ações preventivas ou corretivas para manter ou recuperar a performance satisfatória. Os atores-chave, ferramentas e frequências de relatórios em diferentes níveis de detalhe também são componentes importantes para o sucesso do sistema.	Franceschini et al., p. 109-138

Fonte: Elaboração própria com base nas referências citadas

Quadro 3.3: Obstáculos mais comuns à eficácia dos indicadores de sustentabilidade urbana

Oportunidade de melhoria	Referências
Ausência de consenso em quais indicadores eleger e associar a objetivos específicos da sustentabilidade.	
Seleção inadequada dos indicadores para monitorar o desenvolvimento sustentável urbano, uma vez que cada cidade apresenta contextos distintos.	
Padrões para selecionar indicadores de sustentabilidade e instituir sistemas de gerenciamento por meio de indicadores ainda estão em fase de concepção ou fase experimental.	Shen et al. (2011), p. 18
Experiências bem-sucedidas não são usadas para a melhoria dos sistemas locais de indicadores nem são devidamente compartilhadas com outras cidades para a difusão de melhores práticas.	
Há uma profusão de diferentes definições para <i>smart cities</i> e, embora já haja convergência para um padrão em seu significado e alguns sistemas de indicadores para cidades inteligentes começam a estabelecer-se, ainda é incerto o processo de avaliação da contribuição das soluções de cidades inteligentes para a performance das cidades.	CAIRD et al., 2016, p. 04; ISO (2015), p.02; MARSAL-LLACUNA et al. (2015), p. 620
Ausência de consenso no significado de desenvolvimento sustentável, que é um termo abstrato, intangível e socialmente construído.	Fiksel et al. (2012), p. 05; Smith et al. (2010), p. 437
Restrições no acesso a dados e dificuldades na mensuração de variáveis críticas fazem com que sistemas de indicadores foquem no que é facilmente medido e não no	Tanguay et al. (2010), p. 410; Caird

que é importante e estratégico.

et al. (2016), p. 11

Dificuldade em demonstrar a relação causal entre soluções de *smart cities* e seus efeitos no ambiente urbano concreto, dada a natureza dinâmica, evolucionária, complexa e aberta dos ecossistemas que suportam as cidades inteligentes.

Caird et al. (2016), p. 27,28; Arnold (2004), p. 03,13

Como cada cidade compõe um ambiente único, *rankings* e *benchmankings* generalizados entre todas elas não são representativos para estimular seu progresso e acabam causando competição entre as cidades.

Caird et al. (2016), p. 11,13; Hollands (2015), p. 08,12

Fonte: Elaboração própria com base nas referências citadas

Consequentemente, modelos de indicadores para apurar a performance das *smart cities* quanto ao desenvolvimento sustentável começaram a multiplicar-se, acompanhando a propagação das soluções de cidades inteligentes (ALBINO et al., 2015, p. 13). Eles acrescentaram novas taxonomias para a categorização das municipalidades sob várias perspectivas (TSOLAKIS & ANTHOPOULOS, 2015, p.05), principalmente as de serviços funcionais urbanos, como transporte, educação, segurança, etc e comportamentais, como proatividade, governança, inclusão social e inovatividade (Quadro 3.4). Essas taxonomias específicas de indicadores permitiram a comparação do desempenho entre cidades sob as diferentes dimensões, popularizando a divulgação de *rankings* urbanos (ANTHOPOULOS et al., 2015, p.527).

Quadro 3.4: Exemplos de modelos de indicadores para cidades inteligentes

Modelo	Estrutura do Modelo	Referências
<b>Modelo de 9 Pilares e Equação da <i>smarter city</i></b>	Serviços de planejamento e gerenciamento Serviços de infraestrutura Serviços ao cidadão Instrumentação (transformação de fenômenos urbanos em dados) + interconexão (de dados) + inteligência (obtida por meio de <i>software</i> )	IBM (2009)
<b>Indicadores-chave de Performance das Cidades Inteligentes Sustentáveis</b>	Sustentabilidade ambiental, produtividade, qualidade de vida, igualdade e inclusão social, desenvolvimento de infraestrutura	ITU (2014)
<b>Dimensões da prosperidade urbana</b>	Produtividade e prosperidade das cidades, infraestrutura urbana, alicerce da prosperidade, qualidade de vida e prosperidade urbana, igualdade e prosperidade das cidades, sustentabilidade ambiental e prosperidade das cidades	UN-Habitat (2014)
<b>Dimensões da</b>	Recursos, transporte, infraestrutura urbana, vida, governo, economia,	Anthopoulos



<i>smart city</i>	coerência	(2015)
<b>ISO 37120 - Desenvolvimento sustentável de comunidades - Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida</b>	Economia, educação, energia, ambiente, incêndio e resposta emergencial, governança, saúde, recreação, segurança, abrigo, resíduo sólido, telecomunicações e inovação, transporte, planejamento urbano, esgoto, água e saneamento	ISO (2014)
<b>Domínios da <i>smart city</i></b>	Recursos naturais e energia, transporte e mobilidade, construções, vida, governo, economia e cidadãos	Neirotti et al. (2014)
<b>Framework para análise da cidade inteligente</b>	Transparência urbana, inovação em serviços, formação de parcerias, proatividade urbana, integração de infraestrutura de cidades inteligentes, governança de cidades inteligentes	Lee et al. (2013)
<b>Modelo para cálculo do índice de <i>smart city</i></b>	Economia, mobilidade, ambiente, pessoas, vida, governança	Lazaroiu & Roscia (2012); Giffinger (2007)

Fonte: Adaptado a partir de Caird et al. (2016), Tsolakis & Anthopoulos (2015) e Anthopoulos et al. (2015)

Entretanto, os contextos geopolíticos em que se inserem as cidades fazem de muitas delas ambientes heterogêneos, em que determinados indicadores perdem ou ganham importância em proporção à sua relação com problemas críticos locais (BOONS et al., p. 02). E, em muitos cenários, efeitos apontados por certos indicadores são o reflexo de ocorrências originadas em outras regiões sobre as quais a comunidade-alvo não tem influência (CAIRD et al., 2016, p, 27-28).

Por isso, muitas cidades vêm dirigindo seus sistemas de métricas à demonstração de progresso a partir de metas pactuadas em planos que abordam questões de relevância local (CAIRD et al., 2016, p. 30, 35). Isso evita desperdício de esforços na tentativa de equiparação com outras cidades ou na superação de desempenho em perspectivas alheias à sua realidade, publicadas em *rankings* que acabam criando competição em lugar de colaboração entre as municipalidades (CAIRD et al., 2016, p. 11, 30; HOLLANDS, 2015, p. 08,12).

Por conseguinte, a comparação da situação de uma cidade em dado instante com seu próprio cenário num momento passado é mais útil para revelar sua capacidade em atingir metas da estratégia local para o desenvolvimento sustentável do que comparar sua performance com a de outras municipalidades (SCI, 2012, p. 23,24). Esse processo favorece a

preservação do foco da administração urbana no seu planejamento estratégico em particular e a orientação de soluções eventualmente reaproveitadas de outras cidades à proposta local de sustentabilidade (Frare & Osias, 2014, p. 105,106).

Um exemplo pode ser construído a partir da implementação do Centro de Operações do Rio de Janeiro (COR), concebido como uma solução baseada no Centro Inteligente de Operações (CIO) de Nova Iorque (SINGER, 2012; LINDSAY, 2010): ocupando posições de destaque em *rankings* internacionais como uma das cidades mais inteligentes do mundo (IESE, 2016, p. 24), Nova Iorque tem em seu CIO um sistema integrado de combate ao crime que oferece, dentre outros, serviços de prevenção e resposta a atentados terroristas (SINGER, 2012; LINDSAY, 2010; CHEN et al., 2003). Depois do ataque às torres gêmeas em 2001, esse tornou-se um tópico ainda mais relevante no plano estratégico da metrópole (NYS, 2014, p. 04, 10), ao qual seu CIO exerce um papel chave (NYS, 2014, p. 10) e que contribui diretamente com a resiliência urbana, repercutindo positivamente sobre todas as dimensões da sustentabilidade (Quadro 3.5).

Portanto, a solução de CIO de Nova Iorque carrega uma proposta de sustentabilidade totalmente compatível com a estratégia de desenvolvimento sustentável daquela cidade (NYS, 2014, p. 06). No Rio de Janeiro, porém, um dos motivadores primordiais para a instalação do COR foi a premência em estabelecer protocolos para preparação e resposta aos desastres causados por chuvas intensas, como a de abril de 2010 (SINGER, 2012). Assim, para que essa cidade brasileira possa transmitir tais metas de sua estratégia em sustentabilidade para a solução de CIO que adaptou a partir do modelo americano, é preciso que a arquitetura do COR suporte serviços de resiliência frente a chuvas, enchentes e deslizamentos. Caso contrário, o desenho nova-iorquino, um dos mais inteligentes globalmente, pouco elevará o nível de inteligência do município do carioca, por incompatibilidade estratégica.

Ademais, para maximizarem a agregação de valor ao cidadão, é necessário que esses serviços sejam funcionalmente mais dinâmicos e abertos, isto é, aproveitem todas as potencialidades das infraestruturas de TICs emergentes que as soluções de *smart cities* provêm (Quadro 1.6; Figura 1.3; subseção 2.2). No exemplo de serviços do COR para apoio aos procedimentos de emergência ante a tempestades no Rio, o monitoramento de condições pluviométricas por intermédio de sensores inteligentes espalhados pela cidade alimenta a

rotina institucional de publicação de boletins climáticos que não representam grande inovação em serviços à população (NERY, 2014, p. 47). Contudo, a capacidade de integrar tecnologias, processos e pessoas por meio de plataformas de serviços abertos para ativar automaticamente os responsáveis pelas operações de emergência durante fortes chuvas faz do COR uma solução de cidade inteligente inovadora e mais efetiva em seu processo de agregação de valor ao cidadão (NERY, 2014, p. 48). Ainda porque, contando com essa competência, o COR consegue alinhar-se a um conjunto mais amplo de perspectivas da sustentabilidade urbana, promovendo a função institucional de acesso corriqueiro à informação para uma prática mais estratégica e associada às dimensões social e econômica da sustentabilidade (Quadro 3.5).

Essas reflexões também reforçam o princípio de que, embora ainda não exista padronização para infraestruturas de cidades inteligentes, o que facilitaria a derivação de metas dos objetivos estratégicos da sustentabilidade urbana para ativos tecnológicos tangíveis (ISO, 2015, p. 05-06; SCHAFFERS et al., 2012, p. 51), é nos serviços ofertados pelas *smart cities* que tende a se concretizar essa uniformização para a disseminação em larga escala e o consecutivo cascadeamento de indicadores a partir dos planos de desenvolvimento sustentável das cidades (MARSAL-LLACUNA, 2015, p. 621). Manifestações dessa propensão à padronização de *smart cities* por serviços encontram-se nos trabalhos atuais dos comitês da ISO para instituir os indicadores globais de serviços urbanos e qualidade de vida (MARSAL-LLACUNA, 2015, p. 621) e na crescente abordagem centrada em serviços para o gerenciamento das cidades e realização de suas estratégias de sustentabilidade (LEE & LEE, 2014, p. 595-597).

Todavia, embora seja evidente o efeito positivo do alinhamento nos serviços de uma solução de *smart city* ao maior número possível de dimensões da sustentabilidade (ONU, 2014b, p. 02-03) na proposta estratégica carregada pela solução, não são muito óbvios os critérios para vincular um serviço a uma perspectiva específica da sustentabilidade. Essa classificação torna-se ainda mais complexa quando considerada a natureza ampla e informal dos serviços nos processos de inovação (Quadro 2.3) e a intangibilidade relacionada, analogamente, aos conceitos de desenvolvimento sustentável (Quadro 3.1) e cidades inteligentes (Quadro 1.6; Figura 1.3). Esta complexidade pode ser contornada com a escolha de uma arquitetura de serviços de *smart cities* que forneça uma taxonomia detalhada de

serviços (Figura 4.1; Tabela 4.1) e um modelo que determine a classificação refinada das atividades que compõem cada serviço sob as respectivas dimensões da sustentabilidade.

Um arquétipo ideal para categorização de serviços nas correspondentes perspectivas da sustentabilidade viria da tipologia provida por um sistema de indicadores representativo e internacionalmente estabelecido para as *smart cities*, o que provavelmente, no futuro, resultará dos trabalhos recentes da ISO com a padronização de sistemas de indicadores para as cidades inteligentes (MARSAL-LLACUNA, 2015, p. 620). Mas tal norma ainda está indisponível e, em lugar dela, impera uma abundância de modelos voltados a uma pluralidade de ângulos analíticos (Quadro 3.4; ALBINO et al., 2015, p. 13; CAIRD et al., 2016, p. 01). Apesar disso, da experiência acumulada até o momento com indicadores genéricos de sustentabilidade é possível contar com *frameworks* livres e recomendados por especialistas, como o *dashboard* de sustentabilidade (BELLEN, 2007, p. 97).

### **3.3. A análise estratégica das soluções de cidades inteligentes sob o *framework* do *Dashboard* de Sustentabilidade**

O *dashboard* de sustentabilidade (BELLEN, 2007, p. 127-142; MORI & CHRISTODOULOU, 2012, p. 07) representa o consenso entre vários organismos internacionais que cooperam na elaboração de um sistema de indicadores robusto e de fácil entendimento (SINGH et al., 2009, p. 198). Ele se destaca pela flexibilidade em aglomerar indicadores selecionados num conjunto mais amplo de perspectivas da sustentabilidade: ambiental, social, econômica e institucional (MORI & CHRISTODOULOU, 2012, p. 10; BELLEN, 2007, p. 135).

Já os outros dois sistemas de indicadores mais populares entre os especialistas (BELLEN, 2007, p. 97) cobrem apenas subconjuntos desse espectro mais diversificado: a pegada ecológica (BELLEN, 2007, p. 102-127) preocupa-se mais com as dimensões ambiental e econômica (MORI & CHRISTODOULOU, 2012, p. 06-07) e o barômetro de sustentabilidade (BELLEN, 2007, p. 142-164), com as perspectivas ambiental e social (SINGH et al., 2009, p. 193).

Todos os sistemas apresentam críticas pelas suas aproximações em escalas e nas

priorizações ou pesos atribuídos a cada indicador para formar um índice final de sustentabilidade (TANGUAY et al., 2010, p. 408). Tal propriedade, comum aos sistemas de métricas em geral, é tratada pela definição de critérios claros para a categorização de dados que, nas suas aplicações mais sintonizadas com a sustentabilidade ampla, atribui o mesmo peso a todas as visões da sustentabilidade, considerando-as igualmente importantes (TANGUAY et al., 2010, p. 411, 414; GEORGE & KIRKPATRICK, 2007, p. 99). Assim, os arquitetos de sistemas de indicadores, por vezes, introduzem priorizações diferenciadas ou mesmo reduzem ou multiplicam as listas de indicadores derivados de sistemas padrão, de acordo com as questões mais relevantes para cada tipo de pesquisa ou aplicação (TANGUAY et al., 2010, p. 410-411).

Com a finalidade de empregar a taxonomia determinada pelo *framework* do *dashboard* de sustentabilidade (Quadro 3.5) para elaborar um modelo detalhado e abrangente de relacionamento de serviços de *smart cities* às correspondentes dimensões da sustentabilidade, todos os indicadores e sub-índices em que são decompostos os quatro índices ou vertentes de sustentabilidade do *dashboard* (ambiental, social, econômica e institucional) são aproveitáveis com a mesma importância ou grau de priorização, incluindo o índice da perspectiva cultural da sustentabilidade.

Em particular a lógica dessa decomposição será utilizada, no capítulo 4, para associar serviços oferecidos pelas soluções de cidades inteligentes às respectivas dimensões da sustentabilidade e a classes de serviços provenientes de uma arquitetura típica de *smart cities* (Figura 4.1; Tabela 4.1), fundamentando a análise da competência estratégica das soluções de *smart cities* e seus ecossistemas de inovação: para que os objetivos estratégicos de desenvolvimento sustentável se materializem, confirmando a inteligência das cidades, não basta que os STIs sejam robustos, revelando alta competência tática-operacional, mas também que as soluções de *smart cities* que eles suportam estejam alinhadas a um número maior de vertentes da sustentabilidade.

Quadro 3.5: Decomposição dos índices do *dashboard* de sustentabilidade em sub-índices e indicadores para cada uma das perspectivas da sustentabilidade

<b>Índice na dimensão da sustentabilidade</b>	<b>Sub-índices e indicadores derivados</b>
<b>Ecológica/ Ambiental</b>	Mudança climática, depleção da camada de ozônio, qualidade do ar, agricultura, florestas, desertificação, urbanização, zona costeira, pesca, quantidade de água, qualidade da água, ecossistema, espécies
<b>Social</b>	Índice de pobreza, igualdade de gênero, padrão nutricional, saúde, mortalidade, condições sanitárias, água potável, nível educacional, alfabetização, moradia, violência, população
<b>Econômica</b>	Performance econômica, comércio, estado financeiro, consumo de materiais, consumo de energia, geração e gestão de lixo, transporte
<b>Institucional</b>	Implementação estratégica do desenvolvimento sustentável, cooperação internacional, acesso à informação, infraestrutura de comunicação, ciência e tecnologia, desastres naturais - preparo e resposta, monitoramento do desenvolvimento sustentável
<b>Cultural</b>	Patrimônio, identidade e diversidade cultural, turismo, recreação, arte e estética/design

Fonte: Adaptado de BELLEN (2007), p. 135; AXELSSON et al., 2013, p. 220; HAASE et al. (2014), p. 413 e SOINI & BIKERLAND (2014)

No entanto, um único serviço de uma solução de cidade inteligente pode privilegiar a todas as dimensões da sustentabilidade, como é o caso da resposta a atentados terroristas do CIO de Nova Iorque: ele denota elevada capacidade institucional, pois engloba todos os índices e sub-índices mencionados na dimensão institucional do *dashboard* de sustentabilidade no Quadro 3.5; beneficia a performance econômica, pois diminui os riscos de investimentos e execução de atividades profissionais na cidade; dentre outros aspectos da perspectiva social, reduz a mortalidade e a violência e contribui, também, com as vertentes ambiental e cultural da sustentabilidade, pois evita, por exemplo, a depredação ecológica e destruição de patrimônio cultural.

Uma alternativa para diminuir essa dispersão tipológica e obter um julgamento mais preciso da proposta de sustentabilidade incorporada aos serviços de uma solução de cidade inteligente é reduzir o nível de generalização nos serviços, o que permite a visualização de características funcionais mais específicas, como acontece na desagregação de índices em sub-índices e indicadores, aumentando o refinamento e transparência de sua estrutura (FIKSEL et al., 2012, p. 22).

No caso do serviço anti-terrorismo do CIO de Nova Iorque, a atividade específica de monitoramento da circulação de indivíduos suspeitos é classificada como aderente à dimensão

institucional, pois relaciona-se à infraestrutura institucional de apoio à sustentabilidade (Quadro 3.5). Já a ação de mobilização policial para responder a um ataque orienta-se à perspectiva social, uma vez que materializa as estratégias de segurança e erradicação de violência (Quadro 3.5). É claro que também favorece as demais vertentes da sustentabilidade, mas a concordância metodológica com a taxonomia delineada no Quadro 3.5 limita a subjetividade inerente à interpretação das componentes nas dimensões da sustentabilidade e, em decorrência, do conceito de desenvolvimento sustentável.

Isto posto, é possível derivar desses raciocínios e do *framework* sugerido no Quadro 3.5 um conjunto dedicado de padrões para identificar a tipologia de atividades que fazem parte de serviços em soluções de *smart cities* quanto à sua aderência a perspectivas dominantes da sustentabilidade, como no Quadro 3.6.

Quadro 3.6: Tipologia de atividades derivadas de serviços de cidades inteligentes e sua associação com as perspectivas da sustentabilidade

Item	Dimensão da Sustentabilidade
<b>Perfil de atividades derivadas de serviços</b>	
<b>Exemplos de atividades</b>	
1	Institucional
Atividades de suporte às demais perspectivas da sustentabilidade (Quadro 3.5), mas que não necessariamente estão direcionadas a causar impacto direto e prático sobre elas.	
Monitoramento de condições ligadas a elementos das demais dimensões (trânsito, agentes municipais de segurança, meteorologia, etc.); elaboração e publicação de relatórios ou estudos estratégicos, notícias e outros instrumentos de comunicação ao cidadão ou demais atores; recepção e processamento de informações de atores diversos; atuação em forums de discussão, debates e demais eventos estimulando a governança participativa e a transparência; coordenação de atividades em redes de colaboração entre cidades e cidadãos; planejamento, monitoramento e controle na gestão de riscos e de projetos de resiliência urbana.	
2	Ambiental
Atividades orientadas a causar impacto positivo direto sobre a vertente ecológica/ambiental da sustentabilidade urbana (Quadro 3.5).	
Execução de projetos ambientais (reflorestamento, ciclovias,...) e ações para moderar o consumo de água.	
3	Social
Atividades voltadas a causar impacto positivo direto sobre a vertente social da sustentabilidade urbana (Quadro 3.5).	
ativação e coordenação da efetivação de planos e procedimentos de emergência para garantir a segurança dos	

-----  
 cidadãos e a resiliência da cidade; execução de projetos sociais (saneamento, saúde, segurança, etc) e ações procedentes de estudos analíticos para identificar e tratar regiões críticas na cidade quanto a focos epidêmicos e de concentração de enchentes, além de outros problemas de alcance social.

#### 4 Econômica

-----  
 Atividades dirigidas a causar impacto positivo direto sobre a vertente econômica da sustentabilidade urbana (Quadro 3.5).

-----  
 Ativação e coordenação da materialização de planos e procedimentos de emergência para manter a normalidade do trânsito frente a incidentes, eventos especiais na cidade ou horários de pico no tráfego urbano; execução de projetos para revigorar a economia local (legalização de práticas econômicas informais e combate ao sub-emprego e desemprego, conversão de infraestruturas negligenciadas na cidade em áreas economicamente dinâmicas, etc) e ações originárias de estudos analíticos para identificar e tratar regiões críticas na cidade quanto a trânsito lento e irregularidade em estacionamentos, além de outros problemas de alcance social.

#### 5 Cultural

-----  
 Atividades canalizadas a causar impacto positivo direto sobre a vertente cultural da sustentabilidade urbana (Quadro 3.5).

-----  
 Execução de projetos para estimular o turismo e a produção cultural local.

---

Fonte: Elaboração própria com base na taxonomia do quadro 3.5 e na análise do STI do COR no capítulo 5

A combinação dessas regras taxonômicas com um algoritmo que permita determinar o balanceamento da distribuição das atividades categorizadas em serviços de *smart cities* às diferentes perspectivas da sustentabilidade define o nível de competência estratégica da correspondente solução de cidade inteligente para o *smart growth* (Quadro 1.6; Figura 1.3).

Isto é, não basta que a solução ofereça um grande número de serviços que privilegiem apenas uma dimensão da sustentabilidade, como a econômica. Esta é uma característica das primeiras versões de *smart cities* (0.1 e 1.0 na Figura 1.3), que incorporaram traços predominantemente neoliberalistas e deterministas tecnológicos. Mas, para alinhar-se ao ideal de sustentabilidade abrangente integrado aos planos municipais das versões mais atuais de cidades inteligentes (2.0 na Figura 1.3), é necessário que haja, ao final do procedimento de análise dos serviços da solução, um número equilibrado, em cada uma das perspectivas da sustentabilidade, de atividades classificadas como aderentes a cada dimensão.

Tal *framework* analítico ocupa-se, portanto, em examinar a amplitude do alcance dos serviços de cidades inteligentes entre todas as vertentes da sustentabilidade, investigando seu direcionamento estratégico, mas não o seu desempenho real.



A medida da performance real das soluções de *smart cities* implicaria, numa abordagem típica, em medir um conjunto de variáveis ligadas ao contexto-alvo sobre o qual atuam os serviços da solução antes e depois de sua instalação, buscando provar a relação causal entre a atuação dos serviços e a transição contextual do estado anterior para o posterior à implantação da solução (ARNOLD, 2004, p. 03). Entretanto, como as cidades e seus ecossistemas de inovação são sistemas abertos, complexos e dinâmicos, influenciados por forças oriundas de todas as dimensões da sustentabilidade (MICHAEL et al., 2014, p. 493; JUCEVIČIUS & GRUMADAITĖ, 2014, p. 127; ARNOLD, 2004, p. 13), analogamente intrincada é a confirmação da correlação entre as iniciativas de cidades inteligentes e seus efeitos concretos na cidade (CAIRD et al., 2016, p. 27-28): metodologias sistêmicas multiniveladas e evolucionárias híbridas são recomendadas por especialistas (MAGRO & WILSON, 2013, p. 1647-1648) e até mesmo a teoria de sistemas adaptativos complexos, ainda imatura, é sugerida (JUCEVIČIUS & GRUMADAITĖ, 2014, p. 127).

Por outro lado, embora as soluções de *smart cities* tenham proliferado nos últimos anos (NEIROTTI et al., 2014, p.30; Figura 1.1), muitas delas mantêm ainda caráter exploratório (CAIRD et al., 2016, p. 06, 28) e quaisquer modelos de avaliação de desempenho apresentam resultados mais confiáveis e definitivos quando aplicados sobre ambientes maduros e estáveis (BERGEK et al., 2008, p. 25).

Dessa maneira, o *framework* concebido aqui para assistir na orientação estratégica a todas as perspectivas da sustentabilidade pode ser mais vantajoso nesse estágio do ciclo de vida das soluções de cidades inteligentes do que arcabouços de verificação da sua performance real: dentre outras utilidades, o quadro analítico aqui sugerido pode auxiliar administradores das municipalidades e provedores de soluções de *smart cities* a desenhar e implantar soluções já alinhadas aos objetivos abrangentes da sustentabilidade ou reestruturar conjuntos de serviços de soluções que tenham desviado das metas mais amplas nos planos estratégicos de desenvolvimento sustentável urbano para que recuperem sua amplitude.

### 3.4. Considerações finais

O crescimento acelerado e não planejado dos centros urbanos é um problema local que ameaça a sustentabilidade global. Seus efeitos, como consumo excessivo de energia e outros recursos naturais, geração de dejetos e poluentes, incluindo gases do efeito estufa, acirramento da desigualdade social e das fragilidades em segurança e mobilidade, dentre outros, tendem a intensificar-se com a propensão à expansão populacional e sua concentração em metrópoles e megalópoles.

Em resposta a essas provocações, potencializadas ainda pelos impactos da mudança climática, as prefeituras de municipalidades do mundo todo vêm comprometendo-se com metas para combater o esgotamento energético e a emissão de gases do efeito estufa, além de adotar outros objetivos do desenvolvimento sustentável, como o aprimoramento da resiliência urbana.

Esse compromisso com a sustentabilidade vem exigindo das autoridades públicas a habilidade em elaborar e materializar, a curto e médio prazos, planos estratégicos alinhados à sustentabilidade ampla, isto é, aquela voltada não apenas a privilegiar a perspectiva econômica, mas igualmente a ambiental, social, institucional e cultural.

A tal competência estratégica em planejar o desenvolvimento sustentável de forma abrangente sobrepõe-se a competência tática-operacional em derivar, dos objetivos holísticos da sustentabilidade urbana, metas tangíveis, incorporando-as a iniciativas que as realizem sob processos de monitoramento e controle de progresso por meio de indicadores de sustentabilidade. Esta capacidade complexa, entretanto, constitui-se num obstáculo adicional às municipalidades, geralmente limitadas em recursos.

Para assisti-las no enfrentamento dessas pressões as administrações públicas vêm recorrendo a soluções de cidades inteligentes e a redes de colaboração entre cidades na institucionalização de sistemas de indicadores capazes de comprovar a efetividade dessas soluções, ou seja, sua competência em carregar metas dos planos de desenvolvimento sustentável da cidade e concretizá-las.

Todavia, apesar dos esforços de organismos normalizadores, ainda não existe um padrão globalmente reconhecido para as arquiteturas de cidades inteligentes e que modere a

complexidade em analisar qualitativa ou quantitativamente o seu desempenho, particularmente quanto às vertentes da sustentabilidade. Grandes barreiras para isso estão no conceito difuso atribuído ao desenvolvimento sustentável e às próprias *smart cities*, e também ao fato de que cada cidade constitui um cenário peculiar com desafios e prioridades específicas. Isso compromete a eficácia dos *rankings* genéricos entre cidades como mecanismos de estímulo ao aprimoramento de sua performance e o reaproveitamento de soluções de cidades inteligentes bem-sucedidas em outros contextos urbanos.

Uma alternativa para tratar essas adversidades está na uniformização de serviços entregues pelas soluções de cidades inteligentes e a sua categorização sob as dimensões da sustentabilidade combinada com a verificação, antes e depois da implantação da solução, do impacto das atividades que compõem cada serviço sobre o ambiente real que influenciam.

Porém, como os ecossistemas de inovação aberta que apoiam as soluções de *smart cities* são dinâmicos e complexos, a comprovação da correlação entre a atuação dos serviços e sua repercussão prática é analogamente intrincada, remontando, para ser representativa, das metodologias multiniveladas e híbridas até à teoria de sistemas adaptativos complexos. Essas ferramentas, entretanto, são ainda imaturas, assim como as próprias cidades inteligentes, cujas soluções encontram-se, em sua maioria, em estágio probatório.

Dessa forma, na fase do ciclo evolutivo em que se posicionam as soluções de cidades inteligentes, um arcabouço analítico do direcionamento estratégico das soluções de *smart cities* pode ser mais proveitoso para administradores públicos e arquitetos de políticas e soluções do que tentativas trabalhosas e incertas com métodos pouco acessíveis.

Esses desdobramentos conduziram à construção de um *framework* voltado à análise da competência estratégica das soluções de cidades inteligentes a partir da taxonomia fornecida pelo *dashboard* de sustentabilidade, um dos sistemas de indicadores mais populares entre especialistas, para categorizar atividades detalhadas de serviços sob todas as dimensões da sustentabilidade.

Com esse instrumento, as prefeituras tornam-se aptas a orientar as soluções de *smart cities* ao atingimento de metas não apenas ligadas à perspectiva econômica da sustentabilidade, característica da competência tática-operacional dos ecossistemas de

inovação aberta nas cidades inteligentes, mas também a todas as demais vertentes do desenvolvimento sustentável vinculadas aos seus planos estratégicos.

A conciliação deste arcabouço analítico para a competência estratégica das soluções de *smart cities* e do *framework* de análise de sua competência tática-operacional descrito no capítulo 2 com o modelo de nivelamento no aproveitamento das potencialidades de infraestruturas de TICs emergentes completa a metodologia de análise da proposta de sustentabilidade das cidades inteligentes, determinando seu nível de inteligência, como descreve o próximo capítulo.

## CAPÍTULO 4

### O *FRAMEWORK* PARA ANÁLISE DA PROPOSTA DE SUSTENTABILIDADE NAS CIDADES INTELIGENTES

O objetivo deste capítulo é, com base no referencial teórico e nas taxonomias construídas nos capítulos anteriores, elaborar um *framework* para analisar a competência tática-operacional e estratégica das cidades inteligentes, bem como seu nível de inteligência.

Conforme propuseram as reflexões conduzidas até aqui, isso implica na investigação da capacidade do ecossistema que apoia as soluções de *smart cities* em implantar e difundir serviços alinhados a um maior número e diversidade de perspectivas da sustentabilidade. Também significa aproveitar ao máximo todas as potencialidades que as tecnologias emergentes de cidades inteligentes oferecem.

Assim, o capítulo detalha os procedimentos metodológicos que integram os arcabouços apresentados no

- capítulo 2, ao utilizar a teoria de STIs para caracterizar o ecossistema de inovação aberta em que se desenvolvem as soluções-alvo de *smart cities*: as redes de atores em destaque são delineadas, bem como sua competência tática-operacional em ativar funções de sistema e criar círculos virtuosos para suportar e difundir as tecnologias de cidades inteligentes,
- capítulo 3, ao associar a uma arquitetura típica de serviços de TI para *smart cities* a taxonomia para classificação de índices e sub-índices incorporada pelo *dashboard* de sustentabilidade nas perspectivas social, ambiental, econômica, institucional e cultural do desenvolvimento sustentável e no
- capítulo 1, propondo critérios para categorizar os níveis de maturidade em instrumentação tecnológica atingidos na entrega de serviços sustentáveis pelas soluções em estudo.

Para documentar os pormenores de tal *framework* multinivelado, o capítulo concentra-se na estruturação da metodologia necessária à captura de dados a partir de eventos ocorridos no ecossistema que abrange a solução ou conjunto de soluções de cidade inteligente em foco, classificação desses dados e submissão deles aos mecanismos de análise, que serão

empregados no próximo capítulo para examinar o caso de solução de *smart city* escolhido nesse estudo.

#### **4.1. Desenho do modelo de análise da competência das cidades inteligentes em implementar propostas de sustentabilidade**

O arcabouço de análise da competência tática-operacional dos STIs detalhado na seção 2.4 e o modelo de verificação de alinhamento à sustentabilidade ampla das cidades inteligentes refinado na subseção 3.3 devem ser alimentados com dados representativos obtidos de entrevistas semi-abertas e pesquisa bibliográfica, incluindo artigos, teses, notícias e sites na internet mantidos pelas redes de atores participantes da fronteira de solução de *smart city* selecionada para o STI em estudo.

A subseção 4.1.1 traz a sequência de procedimentos a serem aplicados sobre essa base de dados, compondo o *framework* para análise de STIs, com ênfase no recorte dos conjuntos de informações e ativação do mecanismo de análise da proposta de sustentabilidade na plataforma ou solução de *smart city* estudada.

##### **4.1.1. Procedimentos para recorte de base de dados e ativação do modelo analítico de capacidade na entrega de serviços sustentáveis pelas cidades inteligentes<sup>5</sup>**

1. Em primeiro, deve-se efetuar a delimitação da fronteira de estudo: No caso dessa dissertação, ela se dará sobre a solução de cidade inteligente do Centro de Operações da Prefeitura do Rio de Janeiro (COR).
2. Após a demarcação das fronteiras do sistema, deve-se proceder, em paralelo, à
  - 2.1. identificação dos demais atores e redes formais e informais constantes do STI

---

<sup>5</sup> Os procedimentos são enumerados em sub-itens para facilitar a rápida localização de trechos específicos quando referenciados em outros pontos do texto, principalmente de outros capítulos. Ademais, a identificação proporcionada pela função de itemização também permite simular a estruturação algorítmica de cada atividade do procedimento metodológico: as instruções de passo-a-passo apresentadas nos subníveis denotam, quando pertinente, uma repetição de sub-tarefas relacionadas ao contexto do nível imediatamente superior. Por exemplo, o sub-ítem 2.2, que sugere a captura de elementos de sistema, tem nas sub-atividades 2.2.1 a 2.2.4 as instruções sobre como processar cada um deles, desde a categorização das funções de sistema que sensibilizam até a ativação dos procedimentos de classificação de serviços e atividades, para o caso os fatores de sistema identificados como serviços.

ao longo de seu histórico de concepção e amadurecimento, bem como de suas responsabilidades e nível de empoderamento para cumprir seus papéis

- 2.2. captura de elementos de sistema criados e/ou transformados por esses atores,
  - 2.2.1. decompondo-os em fatores de sistema, componentes com propriedades mais tangíveis e apropriados à análise quantitativa, além da qualitativa
  - 2.2.2. verificando as funções afetadas pelos fatores de sistema, de F1 a F8, caracterizadas no Quadro 2.8 e o grau qualitativo de intensidade na mobilização de cada função (1: baixa, 2: média, 3: alta)<sup>6</sup>: para reduzir a tendência à subjetividade nessas avaliações, recomenda-se o uso do arquétipo analítico proposto pelos itens do Quadro 2.9 como padrão para reconhecer perfis típicos em fatores de sistema, além de envolver, tanto quanto possível, grupos de especialistas para julgar e debater pareceres analíticos
  - 2.2.3. analisando as forças de *technology push* e *demand pull* que derivam, moldando a constituição das redes no STI e demais elementos do sistema, recorrendo aos perfis analíticos do Quadro 2.10
  - 2.2.4. em se tratando de fatores agregando valor como funcionalidades oferecidas pela plataforma de cidade inteligente diagnosticada (Figura 4.1; Tabela 4.1), eles devem ser decompostos em serviços e, daí, para atividades derivadas dos serviços. Essas atividades devem ser categorizadas quanto ao seu alinhamento com as dimensões da sustentabilidade utilizando a tipologia do Quadro 3.6 e submetidas ao mecanismo de avaliação da capacidade instrumental de entrega dos serviços correspondentes quanto ao aproveitamento das potencialidades de TICs emergentes, descrito na Tabela 4.1.
3. Com a base de dados reformulada conforme os passos anteriores, é possível, para o modelo de cidades inteligentes em análise, identificar suas competências
  - 3.1. tática-operacional: reconhecendo as funções de sistema mais acionadas e,

---

<sup>6</sup> A escala de intensidade na sensibilização das funções do STI também pode ser definida com um intervalo de grandezas (como 1..5, 1..10, -3,..3, etc) ou rótulos (A..B; “baixa”, “média”, “alta”), que seja mais adequado aos requisitos dos usuários do *framework* analítico proposto aqui. O intervalo 1..3 foi escolhido pela intuitividade e praticidade, já que facilita operações aritméticas aplicadas nas consolidações de resultados.

claro, as menos estimuladas pelos movimentos estratégicos impostos ao STI pelas redes de atores. Com o recurso adicional da visualização gráfica dessas tendências, disponibiliza-se um mecanismo de apoio ao monitoramento e controle do equilíbrio na competência do STI em sustentar o modelo tecnológico sob a configuração do ecossistema de cidade inteligente que a solução em análise suporta num dado instante. Um exemplo está na aplicação de gráficos de teia de aranha para observar o grau de homogeneidade no estímulo a cada força F1..F8 para a alavancagem e expansão das soluções de *smart cities* e de seus ecossistemas, como mostram as Figuras 5.2A, 5.5A e 5.6A, explicadas no Apêndice A, seção A.1.

Adicionando gráficos do tipo pizza (Figuras 5.2B, 5.5B e 5.6B) para salientar o equilíbrio entre o número de manobras de *technology push* e *demand pull* compreendidas entre os eventos de sistema também se pode avaliar o nível de inteligência da governança (Quadro 2.6) vigente no STI.

- 3.2. estratégica: aferindo o nível de maturidade na capacidade da solução de cidade inteligente em alinhar-se à proposta do desenvolvimento sustentável amplo, isto é, privilegiando a todas as perspectivas da sustentabilidade e, ao mesmo tempo, extraindo o máximo potencial das TICs inteligentes. Tal medida consolidada de desempenho pode ser, de forma similar, representada graficamente em seus diferentes vetores, como igualmente sugerem em gráficos de teia de aranha as Figuras 5.2C, 5.5C e 5.6C, explicadas na seção A.1 do Apêndice A. Com isso, compõe-se um mecanismo adicional de monitoramento e controle, agora também para a abrangência entre os serviços da *smart city* na sua orientação para respaldar cada dimensão da sustentabilidade, com uso cada vez mais inteligente das TICs nesse processo.
4. Por fim, explorando os resultados dos exercícios analíticos dos itens 4.1.1.3.1 e 4.1.1.3.2, é possível convertê-los em
  - 4.1. um diagrama de bolhas (Figura 5.7) evidenciando a evolução no nível de maturidade do ecossistema que ampara a solução de cidade inteligente, com um eixo dedicado à maturidade tática-operacional, isto é, à competência em



difundir as TICs inteligentes combinando, sob várias intensidades, as diversas funções do STI e um eixo destinado à maturidade estratégica, ou seja, à competência em entregar serviços que contemplem a cada vez mais dimensões da sustentabilidade aproveitando todo o potencial das TICs inteligentes de forma inovadora: quanto maior a maturidade tática-operacional e estratégica, mais clara se torna capacidade de materialização dos planos de desenvolvimento sustentável pela solução de *smart city*; quanto menores essas capacidades, menos sintonizado com metas da sustentabilidade e menos dinâmico e inovador será o ambiente, demonstrando uma tendência contrária à do *smart growth* e propensa ao subdesenvolvimento local. Por outro lado, um dinamismo superior no STI, característico de alta maturidade tática-operacional, quando combinado com baixa maturidade estratégica conduz ao crescimento despreocupado com os objetivos do desenvolvimento sustentável urbano e pode denotar o determinismo tecnológico das gerações 1.0 de cidades inteligentes (Figura 1.3), em que predominam forças de *technology push* para impor tecnologias inteligentes favorecendo apenas à perspectiva econômica da sustentabilidade. Já a maturidade estratégica elevada associada a reduzida maturidade tática-operacional aponta para uma atitude conservadora em relação à inovação tecnológica ou à sua difusão e alavancagem.

Os detalhes da construção de tal diagrama podem ser consultados sob o Apêndice A, seção A.2.

- 4.2. um segundo diagrama de bolhas (Figura 5.8) realçando a competência estratégica ilustrada no diagrama de consolidação das maturidades tática-operacional e estratégica mencionado no item anterior: uma competência instrumental muito alta aglutinada numa só perspectiva da sustentabilidade implica em maturidade estratégica elevada naquele diagrama (Figura 5.7), mas seu nível de inteligência deveria sofrer uma redução nessas situações devido à oportunidade desperdiçada em distribuir a capacidade superior na entrega de serviços homogeneamente entre as dimensões da sustentabilidade, em

conformidade com o conceito de cidade inteligente (Quadro 1.6; Figura 1.3). Assim, o diagrama de consolidação da inteligência nas soluções de cidades inteligentes isola num eixo específico a competência instrumental e, num outro eixo, o grau de equilíbrio na distribuição dos serviços entre todas as perspectivas do desenvolvimento sustentável. Isso permite identificar os diversos estereótipos de soluções de *smart city* como a Figura 1.6 propõe: altas maturidades tecnológicas e em sustentabilidade estratégica caracterizam as soluções *smart city* da geração 2.0, isto é, aquelas que aproveitam todo o potencial de suas infraestruturas inteligentes dirigindo-o de maneira equilibrada a um maior número de dimensões da sustentabilidade. Se o alinham a um número limitado de dimensões ou concentram esse potencial elevado num conjunto reduzido de perspectivas do desenvolvimento sustentável, retratam a geração 1.0, devotada à adoção das tecnologias inteligentes mas menos atenta à sua difusão homogeneizada entre todas as vertentes do desenvolvimento sustentável e, muitas vezes, favorecendo apenas a perspectiva econômica para grupos particulares de atores em manobras de *technology push*. Já no outro extremo, o da baixa competência na exploração do instrumental inteligente, situam-se as soluções do tipo 0.1, como as de cidade digital e as 0.2, que, apesar da alta capacidade em orientar serviços a todos os prismas da sustentabilidade, manifestam dinamismo tecnológico enfraquecido e, segundo a teoria evolucionista, no longo prazo tenderão ao subdesenvolvimento econômico.

A seção A.3 do Apêndice A refina os procedimentos para a elaboração desse diagrama, incluindo o algoritmo redutor do nível de inteligência de uma solução de *smart city* que centralize sua competência instrumental num grupo mais restrito de perspectivas da sustentabilidade. Esse algoritmo é utilizado para a consolidação dos índices finais de maturidade exibidos no diagrama de evolução da inteligência do COR na Figura 5.8.

Esse roteiro, que será exercitado sob o contexto do COR no próximo capítulo, pode

ser utilizado para auxílio na tomada de decisão objetiva pelas redes de atores coordenadores do sistema, se existirem, ou representantes do poder público

- direcionando suas estratégias de modo a eliminar hiatos causados pelo excesso de impulsos privilegiando determinadas funções de sistema em detrimento de outras (como a econômica em prejuízo da ambiental) e
- auxiliando a criar *rankings* para colaboração em lugar da competição entre municipalidades, pois evidencia os fatores críticos para a alavancagem, difusão e uso das soluções de cidades inteligentes.

Com isso, as municipalidades são encorajadas a traçar ou adaptar planos para aprimorar, incrementalmente, as implementações das *smart cities* de maneira a atingir níveis de maturidade superiores na capacidade de entrega a serviços em cada vez mais áreas da sustentabilidade.

#### **4.1.2. Combinando STIs e o *dashboard* de sustentabilidade para obter o modelo analítico de orientação das cidades inteligentes ao desenvolvimento sustentável**

As várias definições encontradas na literatura sobre cidades inteligentes, como verifica o capítulo 1, vêm convergindo para implementações mais voltadas a atingir resiliência e maior eficiência em todas as vertentes da sustentabilidade, o que nem sempre implica em recorrer às TICs (WOLFRAM, 2012). De fato, as TICs não são o único fator crítico para a inteligência das cidades na concretização da sustentabilidade, mas, conforme aponta o capítulo 2, um instrumento essencial para o estímulo à inovação que, se bem estruturado e instituído, alinhado às particularidades de cada ambiente, levará, como enfatiza o capítulo 3, ao melhor desempenho e aceleração na conquista das estratégias de sustentabilidade e a patamares superiores na medida de inteligência das cidades (NAM & PARDO, 2011), sobre os quais elabora o capítulo 1.

Um dos alicerces para as implementações de sucesso com as TICs está na potencialização da capacidade de integração entre sistemas, isto é, em ampliar e aprimorar a troca de dados entre os sistemas em suas várias camadas (HASSELBRING, 2000). Por exemplo, se o sistema de controle de estoque de medicamentos numa rede de hospitais

municipais pública está integrado ao sistema de prontuários médicos, é possível programar a aquisição de quantidades de medicamentos para períodos subsequentes a partir das prescrições emitidas num intervalo de tempo. Com isso, além de colaborar com a melhora na saúde da população garantindo a disponibilidade de remédios, há uma otimização no aproveitamento de recursos, evitando-se o desperdício de medicamentos por vencimento no prazo de validade.

Para que essa logística opere eficientemente, é necessário: (1) que haja a rede pública de hospitais e seus fornecedores de medicamentos (serviços físicos ou “reais”); (2) que existam bases de dados atualizadas mantidas por esses agentes (serviços “virtuais” básicos); (3) que esses serviços estejam integrados de forma a agregar valor para a cadeia.

Entretanto, como o capítulo 1 ressalta, com as novas TICs inteligentes é possível sofisticar ainda mais esse tipo de sistemas. Uma dentre várias alternativas para isso está na instalação de sensores nos locais de armazenamento de medicamentos para detecção automática de quedas nos níveis de estoque e, até mesmo, para monitorar excesso de humidade e outras condições de estocagem, prevenindo deteriorações nos produtos e erros no gerenciamento manual desses processos, aprimorando significativamente seu desempenho. Aplicações georeferenciadas também poderiam ser combinadas a esses recursos *smart*, permitindo que pacientes, de seus dispositivos móveis como tablets, *smartphones* ou outros, detectassem a presença e nível de disponibilidade de itens de sua necessidade em diversos postos municipais no mapa da cidade.

Este seria um patamar mais elevado (4) em direção à inteligência nesse hipotético sistema integrado de saúde, em que tecnologias emergentes de *smart cities* citadas no Quadro 1.5, do tipo GIS, IOT, IOE, *embedded networks* e *everyware*, aliadas a tendências de *open data* e *cloud computing*, passam a criar nuvens de dados que constituem um cenário ideal para migrar ao próximo e derradeiro degrau (5), que é da aplicação de algoritmos analíticos sobre tais nuvens. Com esses serviços abarcados sob conceito de Big Data, os profissionais da área de saúde pública na cidade poderiam cruzar as informações sobre interesse em determinados tipos de medicamentos, regiões em que habitam os pacientes e seus hábitos e descobrir nesses fatores as possíveis causas-raiz de doenças que acometem grupos similares de pessoas. Então, ações preventivas poderiam ser dirigidas a essas componentes geradoras de distúrbios na

saúde da população, eliminando a necessidade de medicá-la sob atitudes reativas, mas, principalmente, melhorando sua qualidade de vida com comportamentos<sup>7</sup> preventivos.

Assim, o modelo aqui idealizado atribui níveis de capacidade 0, 1, 2, 3, 4 e 5 para a entrega de serviços de uma cidade, começando por 0 para os cenários em que o serviço não seja ofertado e partindo para os demais níveis de acordo com sua adequação aos respectivos itens enumerados no exemplo acima. Portanto, quanto maior o nível, maior a competência e eficiência na entrega de serviços da cidade em análise para seus cidadãos.

Continuando na linha das arquiteturas de cidades inteligentes orientadas a serviços (BIH, 2006; LEE & LEE, 2013), o próximo panorama a desvelar é o da variedade na oferta destes, segundo os requisitos definidos como relevantes para uma *smart city* típica. A Figura 4.1 sintetiza um conjunto de serviços representativos suportados por arquiteturas de TICs na implementação de cidades inteligentes e que aqui será adotado como referência taxonômica.

Figura 4.1: Funcionalidades características de cidades inteligentes distribuídas em camadas de serviços suportados pelas estruturas de TICs



Fonte: WEISS et al. (2013), p. 13

<sup>7</sup> Uma ilustração de iniciativas dessa natureza se encontra no próximo capítulo, que descreve serviços oferecidos pelo COR recorrendo a algoritmos analíticos baseados nas nuvens de dados da cidade do Rio de Janeiro para mapear regiões de maior probabilidade de incidência de epidemias provocadas por mosquitos e programar campanhas especiais de combate aos insetos nesses locais.

Relacionando esses serviços de TI com os indicadores de sustentabilidade do *Dashboard* do Quadro 3.5, obtém-se um modelo tridimensional para avaliação da capacidade de uma arquitetura de cidades inteligentes em entregar um pacote diversificado de serviços em sintonia com cada um dos prismas da sustentabilidade aos interessados-alvo, sejam eles cidadãos ou agentes do poder público.

A Tabela 4.1 demonstra, em detalhes, esse instrumento de avaliação fundamentado na relação (multiplicidade de serviços X perspectivas da sustentabilidade X capacidade de entrega funcional).

Quanto maior o somatório das pontuações associadas aos níveis de serviço atribuídos a todas as perspectivas da sustentabilidade (colunas da Tabela 4.1) para uma solução de cidades inteligentes, maior sua eficiência e abrangência estratégica em alinhar-se às propostas de sustentabilidade plena e carregar metas dos planos de desenvolvimento sustentável das cidades para a sua materialização. Isso não assegura, todavia, a concretização dos objetivos da sustentabilidade urbana no ambiente real das cidades, que, como ressalta o capítulo 3, é um ecossistema complexo e aberto, influenciado por outros ecossistemas. Mas é uma ferramenta eficaz na manutenção do direcionamento estratégico para a sustentabilidade abrangente. Esta orientação estratégica, se inexistente, certamente deixará ao acaso a realização do equilíbrio entre as vertentes da sustentabilidade.

Entretanto, segundo o que confirma o capítulo 2, tais modelos amplamente sustentáveis de *smart cities* somente se materializam se apoiados pelo STI que os suporta, promovendo ecossistemas de inovação baseados nas TICs modernas (PAROUTIS et al., 2014). É por isso que o modelo de avaliação aqui sugerido também investiga os fatores de sistema originados do histórico de articulação dos atores no respectivo STI, vinculando-os às funções de sistema com as quais cooperam (item 4.1.1.2.2.2). Quanto maior o número de contribuições dos elementos de sistema com todas as suas funções (linhas da Tabela 4.1), maior o equilíbrio tático-operacional do STI e, conseqüentemente, maior a probabilidade de edificação de um círculo virtuoso induzindo as redes de atores a sustentarem a evolução das novas tendências de TICs e, em decorrência, da proposta de sustentabilidade que acumulam.

Tabela 4.1: Mecanismo de avaliação de pacote de serviços X perspectivas da sustentabilidade X capacidade de entrega de serviços pelas cidades inteligentes.

Modelo de avaliação de capacidade na entrega de serviços de sustentabilidade						
Classe de serviços de TI para smart cities	Serviços Smart de TI genéricos	Dimensão social (S)	Dimensão ambiental (A)	Dimensão econômica (E)	Dimensão institucional (I)	Dimensão cultural (C)
Serviços à comunidade	Saúde	0..5				
	Segurança	0..5				
	Educação	0..5				
	Informação				0..5	
	Suporte & Ouvidoria				0..5	
	Mobilidade				0..5	
Infraestrutura pública	Transportes & tráfego			0..5		
	Energia			0..5		
	Água & saneamento	0..5				
	Meio ambiente		0..5			
	Edifícios & espaços				0..5	
	Resíduos & lixo			0..5		
Governança & gestão do poder público	Informações gerenciais				0..5	
	Conformidade & riscos				0..5	
	Finanças				0..5	
	Ativos & suprimentos				0..5	
Outros	Moradia	0..5				
	Emprego			0..5		
	Proteção ao patrimônio cultural					0..5
	Turismo					0..5

Fonte: Elaboração própria a partir da Figura 4.1 e do Quadro 3.5

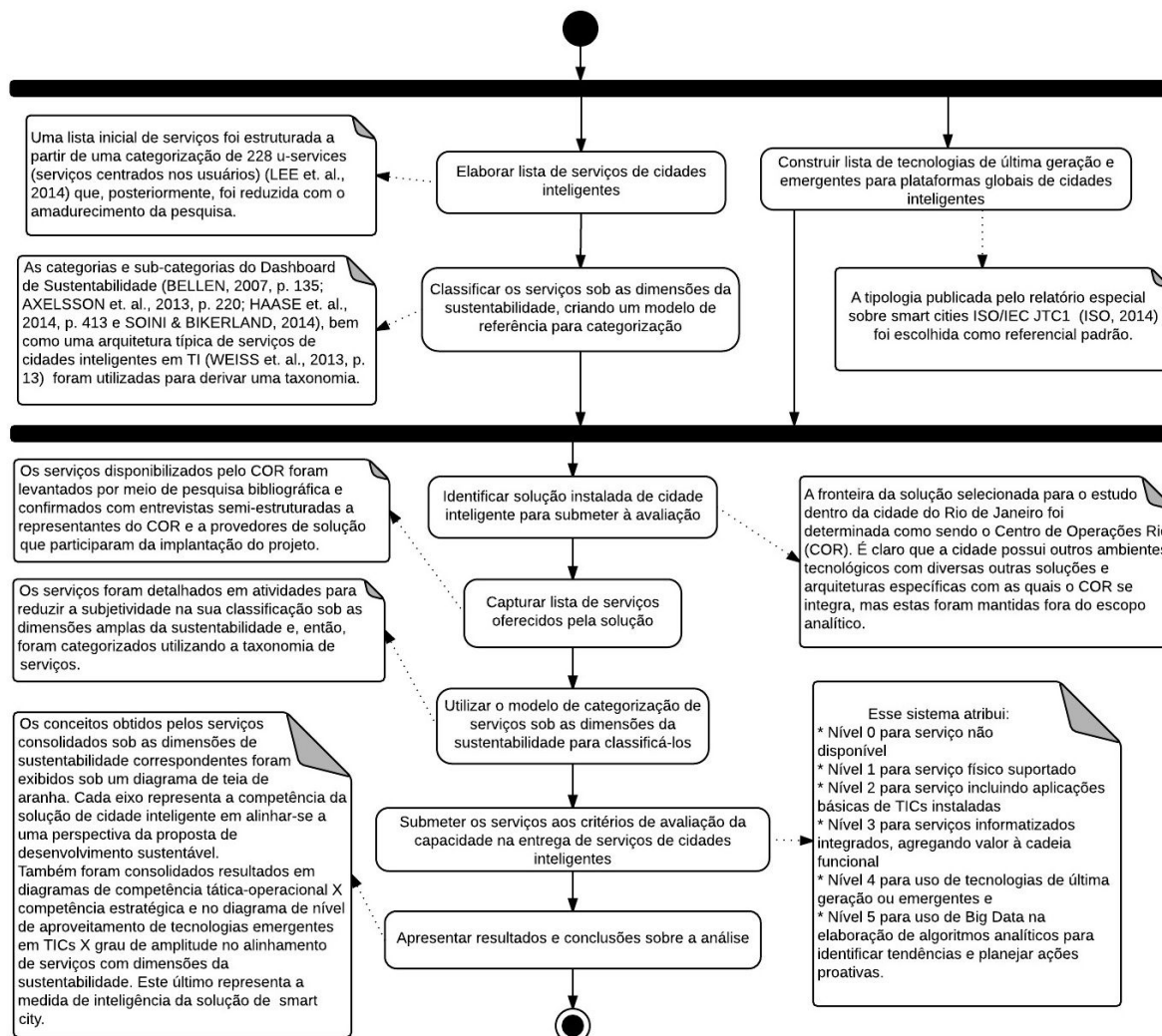
Nota: Os serviços da Figura 4.1 estão classificados sob a lógica do Quadro 3.5, atribuindo nível 0 para serviço não disponível, 1 para serviço físico suportado, 2 para serviço incluindo aplicações básicas de TICs instaladas, 3 para serviços informatizados integrados, 4 para uso de tecnologias emergentes em *smart cities* (*Everyware*, GIS, *embedded networks*, IOT e IOE como especifica o Quadro 1.5) e 5 para uso de Big Data (também descrito no Quadro 1.5) na elaboração de algoritmos analíticos para identificar tendências e planejar ações proativas.

#### 4.2. Aplicando o *framework* analítico sobre o caso do Centro de Operações do Rio de Janeiro

A Figura 4.2 documenta, em detalhes, o processo de construção do arcabouço para a avaliação de modelos de cidades inteligentes sob as perspectivas holísticas da sustentabilidade conforme descrito na subseção 4.1.1 e que foi aplicado sobre o caso apresentado no capítulo 5.

A Figura 4.3 destaca o sistema de avaliação associado, de acordo com sua lógica apresentada na subseção 4.1.2 e como administrado sobre cada serviço identificado entre os fatores de sistema derivados do STI do COR ao aplicar, no capítulo seguinte, tal metodologia.

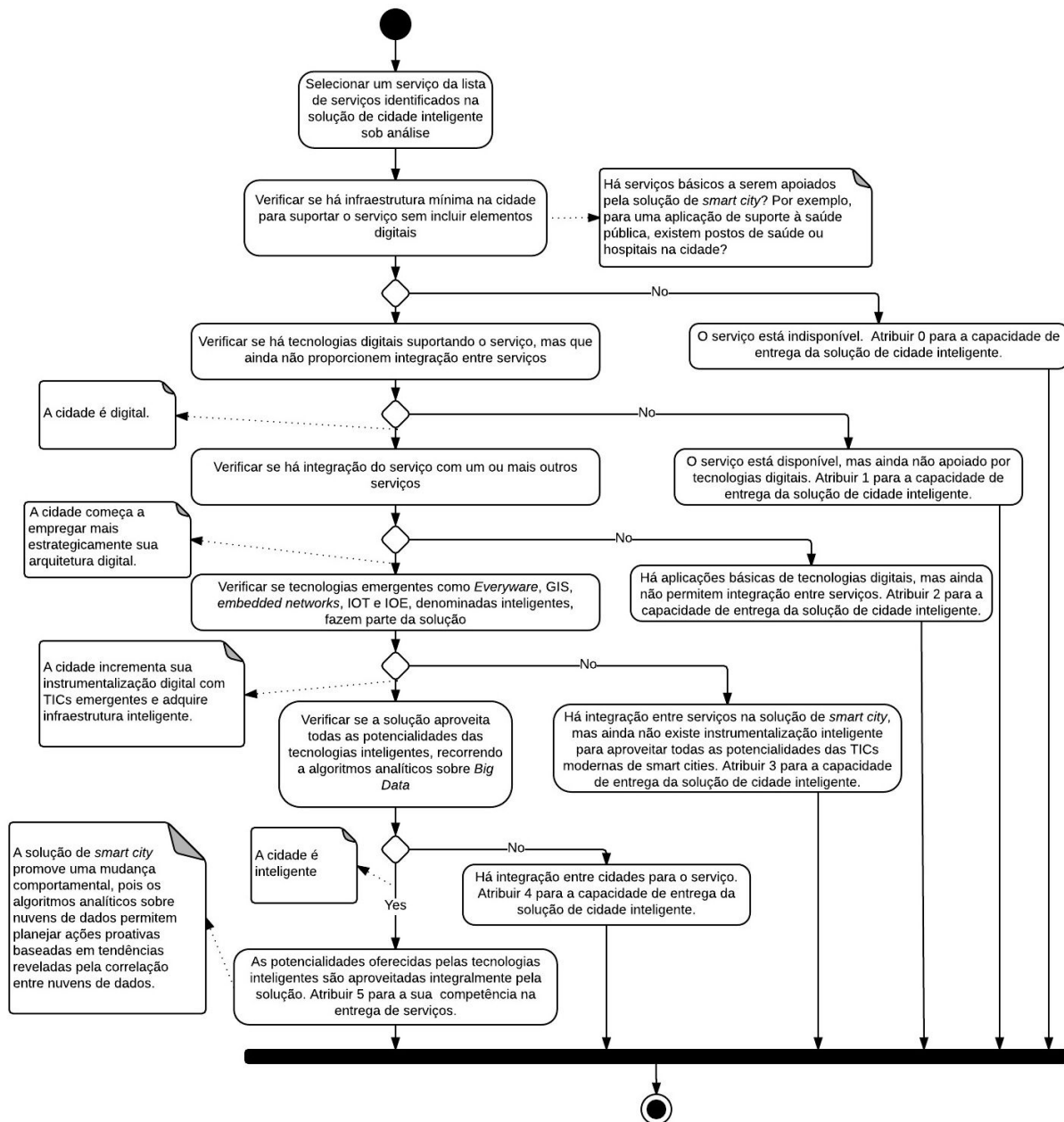
Figura 4.2: Framework para avaliação de modelos de cidades inteligentes sob as dimensões amplas da sustentabilidade



Fonte: Elaboração própria baseada na metodologia descrita na subseção 4.1 e sua aplicação no caso do capítulo 5



Figura 4.3: Sistema de avaliação da capacidade de uma solução tecnológica em entregar serviços de cidades inteligentes.



Fonte: Elaboração própria com base nos procedimentos listados na subseção 4.1.1 e na Tabela 4.1.

### 4.3. Considerações finais

Este capítulo descreveu o *framework* analítico das competências tática-operacional e estratégica em soluções de cidades inteligentes desenvolvido para verificar o alinhamento dos serviços providos por tais soluções com a sustentabilidade ampla, isto é, em todas as dimensões.

A metodologia que constitui o *framework* agrega três outros quadros analíticos, compostos de taxonomias e padrões para categorização de (i) fatores de sistema nos STIs quanto a funções para alavancagem das soluções de *smart cities*, (ii) serviços suportados por essas soluções frente à sua orientação para o desenvolvimento sustentável abrangente e (iii) instrumentação tecnológica para a exploração das potencialidades que as tecnologias inteligentes oferecem.

Esses referenciais de análise foram recuperados dos capítulos anteriores e reforçam o conceito de cidades inteligentes edificado a partir do capítulo 1: não é suficiente que soluções baseadas em tecnologias modernas sejam implantadas com o único objetivo de favorecer a dimensão econômica da sustentabilidade urbana, eventualmente privilegiando apenas alguns atores do ecossistema de inovação, como grandes provedores internacionais de TICs. Mas, para justificar o adjetivo *smart*, é preciso que um maior número de atores e vertentes do desenvolvimento sustentável sejam contempladas, de maneira equilibrada, pelas soluções.

Tal compromisso com a sustentabilidade que vem sendo incorporado pelas administrações municipais aos seus planos estratégicos pode ser materializado se ações respaldadas em táticas preconizadas por arcabouços como os STIs forem acompanhados por mecanismos que mantenham o direcionamento das iniciativas voltados à sustentabilidade em todas as suas perspectivas. Isso é necessário porque os STIs, ferramentas construídas para estimular a inovação pela criação, difusão e uso de tecnologias, não comportam funções de sistema específicas para a sustentabilidade; se algum aspecto do desenvolvimento sustentável é promovido, por convenção, é o econômico.

Dessa forma, o quadro analítico da verificação do foco em dimensões da sustentabilidade para serviços ofertados por uma solução de cidade inteligente complementa o

*framework* dos STIs e melhor posiciona a solução como condutora das metas propostas nas estratégias urbanas. E as TICs envolvidas na entrega dos serviços, como suas executoras.

Portanto, quanto maior o nível de instrumentação tecnológica na entrega de serviços pelas soluções de *smart cities*, o que implica em recorrer à integração de sistemas e às TICs inteligentes, maior seria a competência e eficiência em perpetrar os objetivos da sustentabilidade urbana.

Todavia, também não basta que tecnologias modernas como sensores, aplicativos georeferenciados e outras aplicações integradas e inteligentes, disponíveis a partir de quaisquer dispositivos, móveis ou não (*ubiquitous*), proliferem entre as redes de usuários na cidade: para validar o título de *smart* é adicionalmente necessário que as nuvens de dados geradas pelo ecossistema de inovação aberta que impulsiona essas tecnologias emergentes sejam empregadas inteligentemente. Isso compreende a elaboração de algoritmos analíticos de *Big Data* para desvendar tendências no contexto dos problemas urbanos e gerenciar ações proativas, mitigando riscos e elevando a resiliência urbana.

Com o *framework* metodológico concebido sob desses princípios, o capítulo pormenoriza a sequência de interações de sua aplicação ao caso do COR, cujos resultados são demonstrados no próximo capítulo.

## CAPÍTULO 5

### CENTRO DE OPERAÇÕES DO RIO DE JANEIRO: EVOLUÇÃO DA ARQUITETURA DIGITAL PARA O MODELO *SMART*

O objetivo deste capítulo é empregar o arcabouço de análise proposto no capítulo 4 para avaliar a capacidade de contribuição do COR com o desenvolvimento sustentável do município do Rio de Janeiro. A escolha do COR como objeto de análise parte de seu reconhecimento internacional como modelo bem-sucedido de centro inteligente de operações e rico em lições aprendidas a partilhar com outras geografias. Portanto, pode oferecer elementos reaproveitáveis também por outras cidades brasileiras.

Para dar cabo de tal análise, os eventos-chave do histórico do COR foram capturados como elementos estruturantes do STI induzido pela interação entre os agentes aglomerados em torno das TICs de cidades inteligentes envolvidas no caso.

Explorando essa trajetória do COR a partir das ferramentas metodológicas adotadas é possível distinguir duas fases distintas em seu ciclo de vida:

- a primeira, dedicada à construção, inauguração e dois primeiros anos de operação do centro, em que o padrão digital é mais dominante no perfil da solução tecnológica
- a segunda, associada à expansão de suas responsabilidades para incorporar serviços de análise da nuvem de dados urbana e de gerência de programas relacionados à resiliência da comunidade, em que o COR amadurece sua plataforma, assumindo um comportamento mais *smart*.

O estudo conclui que a solução de *smart city* do COR instala um ecossistema de inovação que, partindo da integração entre órgãos municipais e os cidadãos, prossegue aperfeiçoando sua capacidade de entrega de serviços estimulando arranjos de inovação aberta. Além disso, o COR passa a coordenar, ainda que informalmente, a rede de agentes anexados ao seu STI, formando um círculo virtuoso que favorece a realização ampla do desenvolvimento sustentável na cidade.

Uma decorrência imediata desse processo evolutivo é que, embora assuma uma postura mais estratégica e pró-ativa ao final desse processo de amadurecimento, característica

do rótulo “inteligente”, é a partir de uma ação reativa que o COR é concebido, numa configuração determinista tecnológica, como resposta aos desastres naturais causados pelas fortes chuvas que atingiram a metrópole em abril de 2010. Ou seja, uma solução de *smart city* imposta por manobras *technology push* pode transformar-se, no transcorrer do tempo, em ferramenta de apoio significativa para a instauração de uma governança mais participativa, caracterizada por forças de *demand pull*.

Esses desdobramentos também sugerem que, a princípio, a concepção de uma cidade inteligente não necessariamente deriva de um planejamento estratégico municipal, regional ou nacional de longo ou médio prazo, mas, seguindo sua essência *bottom-up*, também pode ser consequência de uma ação instantânea para solucionar um problema urbano específico.

### **5.1. O histórico da construção do COR**

Dadas as características geográficas e geológicas da cidade do Rio de Janeiro, localizada entre o mar e as montanhas e suscetível a chuvas intensas durante o verão, as conseqüentes ameaças de enchentes, deslizamentos de terra e desabamentos sempre foram elevadas. Desde o início do século XX, porém, com a ocupação desordenada dos morros e encostas da metrópole por habitações de infraestrutura precária construídas pela população de baixa renda, tais riscos começaram a materializar-se com vítimas fatais, especialmente nas comunidades carentes (MOTTA et al., 2014).

Apesar da criação, desde a década de 1980, de programas para monitoramento automático do nível de chuvas com alerta à população (CALVELLO et al., 2015), os casos de perdas humanas, embora menos numerosos, continuaram a ocorrer devido a tempestades na região. E repetiram-se a partir da madrugada de 05 de abril de 2010, sob a mais intensa precipitação registrada na história do município, somando 66 óbitos causados, principalmente, por soterramentos em áreas de risco habitadas por populações carentes (BBC News, 2010; Geo-Rio, 2011).

Além do saldo de mortos e desabrigados, a tempestade paralizou a cidade por alagamentos, obstrução de vias públicas e interrupção de serviços críticos, como distribuição de energia e fechamento das principais vias de trânsito e metrô (BARRIONUEVO, 2010).

As dificuldades em comunicação e mobilidade prejudicaram a atuação dos agentes da defesa civil e outros órgãos no socorro à população e no restabelecimento da normalidade operacional urbana, retomada apenas dois dias depois.

O incidente evidenciou a necessidade de uma coordenação central para a tomada de decisões e rápida comunicação entre as agências públicas e privadas envolvidas no gerenciamento de crises, e entre elas e os cidadãos. A prefeitura da cidade, na ocasião, improvisou esse recurso concentrando grande parte de suas forças de reação no Centro de Controle Operacional da Companhia de Engenharia de Tráfego (CETRio), de onde podia monitorar, por câmeras, os principais pontos e vias do município (AGÊNCIA BRASIL, 2010). Dali as áreas mais críticas da cidade foram detectadas e iniciaram-se as ações de combate integrando os órgãos competentes, ao mesmo tempo em que se planejaram as respostas à continuidade das chuvas previstas para os próximos dias. A imprensa também foi incorporada ao espaço, transformado numa sala de guerra<sup>8</sup> para contenção da situação. Os correspondentes de diversas mídias passaram a colaborar com informações coletadas em áreas não acessíveis às câmeras de monitoramento da região e as notícias, a serem veiculadas à população acompanhadas do posicionamento e orientações das agências oficiais, prevenindo o pânico e novos incidentes.

Esses acontecimentos de repercussão internacional levaram o prefeito e sua equipe a reconhecer a fragilidade na governança de prevenção e tratamento a desastres do município, destino turístico de veraneio para aproximadamente 3 milhões de pessoas anualmente (RIOTUR, 2013), sede de megaeventos como o carnaval carioca e o Rock In Rio e que, à época, já previa receber recordes em visitantes para a Conferência Rio+20 da ONU de 2012, a Copa do Mundo de 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016 (GODSPEED, 2014).

Em decorrência dessa sensibilização local e nacional em torno das vulnerabilidades da metrópole, o governo municipal, contando com recursos próprios e com a colaboração dos governos estadual e federal, além da participação privada, ativou e reforçou várias iniciativas para tornar a comunidade mais resiliente. Algumas delas são listadas no Quadro 5.1. Ele

---

<sup>8</sup> Do termo em inglês “*war room*”, definido como uma sala em instalações militares equipada com mapas, computadores e outros recursos que permitem determinar geograficamente o estado corrente das tropas de um exército para o planejamento das batalhas. Também utilizada no contexto de negócios como uma sala em que todos os indivíduos envolvidos num contexto se reúnem para trocar ideias, realizar apresentações e resolver problemas (MERRIAM-WEBSTER, 2014; COLLINS, 2014).

ressalta ações reativas e imediatas assegurando a manutenção da operacionalidade urbana e também projetos focados na prevenção a desastres e no longo prazo, como a inclusão social e econômica das famílias de baixa renda, possibilitando sua realocação definitiva para áreas residenciais localizadas fora das zonas de risco. Com isso, o desmatamento e erosão causados pela ocupação desordenada dos morros também são contidos, reduzindo a tendência a deslizamentos de terra e preservando a paisagem natural da cidade, que, além da importância ambiental, também representa um atrativo turístico (NERY, 2014).

Quadro 5.1: Algumas ações para ampliação da resiliência na cidade do Rio de Janeiro

Ação	Descrição
Auxílio habitacional temporário	Solução provisória para a desocupação de áreas de assentamentos populares, especialmente em áreas de risco de deslizamentos, até o reassentamento das famílias. Iniciativa do Programa Minha Casa Minha Vida, uma parceria entre o Governo Federal, Ministério das Cidades e Caixa Econômica Federal.
Defesa Civil nas Escolas	Disciplina do 5º ano primário para desenvolver nos alunos a cultura de prevenção a desastres. Esses aprendizes, estimulados a discutir o assunto com suas famílias, tornam-se multiplicadores de conhecimento e colaboram na formação de cidadãos esclarecidos.
Serviço de Proteção e Atendimento Integral à Família	Destinado a famílias em situação de vulnerabilidade social, tendo como objetivo fortalecer a função protetiva às famílias, prevenir a ruptura dos seus vínculos, promover seu acesso e usufruto a direitos e contribuir na melhoria de sua qualidade de vida. O programa funciona por intermédio de reuniões com as famílias, visitas domiciliares, atendimento social e busca ativa.
Rio Capital Verde/ Reflorestamento	Recuperação da cobertura vegetal da cidade, prevenindo deslizamentos e revigorando áreas verdes, por meio de: (a) reflorestamento de 1.100 hectares até 2016, cobrindo as áreas públicas, iniciativas de ordem legal e mecanismos de mercado para áreas privadas passíveis de reflorestamento; (b) consolidação de 2.000 ha de área já reflorestada por meio de manutenções periódicas, evitando perdas significativas de plantio; (c) implantação de corredores verdes, iniciando-se na região de Marapendi, Chico Mendes e Prainha; (d) implantação do projeto 15 minutos verdes, com a reforma de mais de 170 mil m <sup>2</sup> de praças e parques e a elaboração de 15 planos de manejo para a cidade.
Escolas do Amanhã	150 escolas com educação em turno integral e atividades multidisciplinares, com o objetivo de reduzir a evasão escolar e mudar a realidade de alunos em áreas deflagradas da cidade.
Obras de infraestrutura e drenagem urbana	Encaminhamento adequado e seguro das águas provenientes da precipitação atmosférica ou chuvas, evitando enchentes e deslizamentos.
Gestão Integrada de Vias Públicas - Microdrenagem e manutenção de vias	Limpeza e desobstrução mecânica e manual do sistema de drenagem (galerias de águas pluviais, caixas e ramais de ralo, poços de visita e canaletas de drenagem) para melhorar as condições de drenagem na cidade, principalmente no período de chuvas.

Elaboração de estudos e normas específicas de urbanismo	Estudos e normas para áreas da cidade cujas diretrizes de uso e ocupação são de estímulo ao adensamento populacional e incremento de atividades econômicas em áreas com maior oferta e potencial de implantação de infraestrutura, prevendo aplicação de instrumentos de gestão que visam captar recursos a serem investidos em infraestrutura, habitação social e patrimônio cultural. Estudos e normas para áreas ambientalmente frágeis ou com limitações de infraestrutura, adotando diretrizes de restrição ao adensamento populacional e à intensidade construtiva, buscando garantir a preservação da paisagem e do meio ambiente.
Rio Capital da Indústria Criativa	Mapeamento do setor de pequenos negócios, apoio a iniciativas como seminários, exposições, festivais e afins que funcionem como uma plataforma de debate, divulgação e profissionalização, criação de uma agência para capacitação, investimento em projetos e na consolidação de percepção dessa cadeia como indústria (maior gestão e resultados).
Projeto Vocação Rio	Para jovens em situação de vulnerabilidade social, de 18 a 29 anos, beneficiários do Cartão Família Carioca. São oferecidas 4.230 vagas em cursos profissionalizantes nas áreas de beleza, empreendedorismo e prestação de serviços.

Fonte: Adaptado de NERY (2014) p. 82-92

Os projetos mais imediatos, executados ainda em 2010 e início de 2011, contemplaram os seguintes aspectos (MOTTA et al, 2014):

1. o mapeamento, pela Fundação Geo-Rio, das áreas sob risco de enchentes e deslizamentos, revelando, nos morros, 117 comunidades expostas a situações de alto risco geológico e geotécnico;
2. o reforço ao Sistema Alerta Rio, treinando agentes comunitários para liderarem o abandono às áreas de risco pelos seus moradores em casos de emergência e equipando esses líderes com aparelhos celulares para receberem alertas por SMS, além das sirenes instaladas nos locais críticos para toques em casos de perigo extremo;
3. a instalação de um novo radar pluviométrico com alcance de 250 km no meio da cidade, uma vez que os sensores pluviométricos existentes não foram capazes de detectar a aproximação da chuva intensa que provocou os desastres de abril de 2010 (NERY,2014) e
4. a construção do Centro de Operações do Rio de Janeiro (COR) para monitorar os sensores pluviométricos na região e integrar os órgãos responsáveis pelo planejamento antecipado e acompanhamento de respostas a riscos de inundações, enxurradas, enchentes e alagamentos identificados, disparando os protocolos de alerta conforme os níveis de criticidade e mobilizando,



imediatamente, os grupos responsáveis pela retirada de habitantes das áreas ameaçadas, se necessário.

O COR, portanto, representou a instituição oficial e ininterrupta do protocolo de tratamento a desastres que o prefeito experimentou na CET-Rio, concentrando todos os agentes competentes na *war room* que comandou a recuperação ao choque das chuvas torrenciais de abril de 2010, contando com imagens da cidade captadas em tempo real pelas câmeras de trânsito e de outros provedores para tomada de decisão e ação conjunta, inaugurando um mecanismo mais eficiente de comunicação e engajamento dos cidadãos (SINGER, 2012).

Entretanto, o prefeito e sua equipe também vislumbraram que, além do estabelecimento de uma microgovernança (Quadro 2.6) para resiliência frente a situações extremas e do apoio na organização e gerenciamento de megaeventos não raros para a comunidade, o COR também auxiliaria no enfrentamento de outras pressões crescentes para a metrópole, como congestionamentos, violência e demais incidentes (GODSPEED, 2014).

Dessa forma, em maio de 2010 a multinacional IBM, que já havia construído dois centros inteligentes de operações, um em Madrid e outro em Nova Iorque (Seção 2.2), foi contactada pela Prefeitura do Rio de Janeiro para atuar, junto da Empresa Municipal de Informática da Cidade do Rio de Janeiro (IPLANRio), como arquiteta da solução, provedora e gestora do projeto de implantação do COR (IPLANRio, 2010; SINGER, 2012). Uma equipe local de gestão e especialização técnica que coordenaria e manteria o COR após sua inauguração foi constituída para acompanhar o projeto, colaborar na coleta de requisitos e aprovação dos produtos entregues pela IBM e, eventualmente, implementar alguns componentes. Esse time interno ao COR foi composto por recursos absorvidos de órgãos públicos da cidade, como o próprio IPLANRio.

A IBM, por sua vez, subcontratou companhias locais para completarem as obras civis e a infraestrutura de telecomunicações. A Cisco, aliada estratégica da IBM, foi a encarregada pela disponibilização dos serviços de telefonia, rede e o sistema de videoconferência que liga o COR à casa do prefeito (SINGER, 2012). De suas linhas internas de serviços e produtos, a IBM incorporou máquinas, software, algoritmos analíticos, pesquisa e processos (SINGER, 2012), equipando o COR com as capacidades de:

1. antever chuvas intensas com até 48 horas de antecedência, graças ao sistema customizado de previsão de enchentes, baseado num modelo matemático unificado que extrai dados de bacias hidrográficas da região, amostras topográficas, bases de dados históricas de chuvas da cidade e sinais captados dos sensores pluviométricos. Além de enchentes, esse sistema também avalia os efeitos de outros incidentes possivelmente causados pelas chuvas, como interrupções no tráfego e no fornecimento de energia (IBM NEWS ROOM, 2011; SINGER, 2012),
2. integrar e rastrear informações provenientes de vários canais de comunicação, como telefone, rádio, eMail e mensagens de texto, de forma que qualquer integrante do COR possa saber, em tempo real, por exemplo, quantas ambulâncias foram despachadas a um acidente (SINGER, 2012),
3. atuar padronizadamente por meio de procedimentos documentados em manuais de operação que classificam as adversidades em quatro categorias: eventos, incidentes, emergências e crises, detalhando como os diferentes órgãos devem agir de maneira coordenada e integrada em cada uma dentre as 215 situações inicialmente catalogadas. Tal governança prevê, inclusive, o empoderamento do Chefe de Operações do COR com autoridade e poder de decisão equivalente à do Prefeito da Cidade nas ocasiões de crise (SINGER, 2012; ROMAR, 2010).

A equipe de informática do COR ocupou-se de selecionar e implementar uma interface abrangente e intuitiva para disponibilizar todos os serviços IBM e outras funcionalidades georeferenciadas de forma amigável e prática aos operadores do centro. O Google Maps foi a ferramenta escolhida para operacionalizar tal interface e o Google, em parceria com a IPNet, auxiliou no desenvolvimento de uma versão do Google Earth dedicada ao COR que permite, dentre outras funções, visualizar a localização de guardas municipais para acionar aqueles mais próximos a incidentes e regiões mais dependentes do fornecimento de energia para monitoramento de transformadores.

Assim, após a publicação do Decreto Municipal nº 33.322, de 23/12/2010, que estabelece o Centro Integrado de Controle Operacional - Centro de Operações Rio, aconteceu,

em 31 de dezembro de 2010, a inauguração do COR, localizado próximo à sede administrativa da Prefeitura do Rio de Janeiro, no bairro Cidade Nova (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2010a), consolidando um investimento de R\$ 25 milhões (VASCONCELLOS, 2012).

Imediatamente reconhecido internacionalmente por abrigar tecnologia de ponta para o gerenciamento de informações sob o conceito das cidades inteligentes, o COR passou a funcionar ininterruptamente, 24 horas por dia, 7 dias por semana, interconectando informações entre 400 representantes de 30 órgãos municipais, revezando-se em 3 turnos na ocupação de 100 salas dispostas em 3 andares que abrigam 300 monitores. A sala de controle, central para a coordenação das operações, localizada no andar térreo, possui o maior telão da América Latina, com 80 metros quadrados e abriga cerca de 70 controladores que monitoram a cidade em tempo real. No segundo andar, uma equipe de jornalistas transmite informações à imprensa e à população em três boletins diários, às 6, 11 e 18 horas, boletins extraordinários e *twitter*. No terceiro e último andar está instalada a Sala de Crise, incluindo um sistema de telepresença para agilizar a tomada de decisões em emergências, possibilitando reuniões virtuais que garantem a participação de até 40 ambientes remotos, um deles englobando a casa do prefeito (ROMAR, 2010).

Um ano após a abertura de suas operações, o COR já registrava uma resolução 25% mais rápida a acidentes de trânsito, destacando-se como o centro de operações mais ágil do mundo. E as ocorrências fatais em virtude de fortes chuvas não mais se repetiram<sup>9</sup> após a cooperação do COR com o Sistema Alerta Rio (VASCONCELLOS, 2012).

#### **5.4. Análise do processo de construção do COR: aposta na arquitetura digital**

O conjunto dos principais atores que participaram desta primeira fase na trajetória do COR está sintetizado na Figura 5.1. Ali também estão enumeradas as principais características e responsabilidades do centro, bem como as dos agentes mais importantes. Ela respalda a constatação de que as articulações formadas entre esses atores durante o processo de

---

<sup>9</sup> Até outubro de 2015, época da edição desse capítulo da dissertação, continuava verdadeira a afirmação de que, após a inauguração do COR em dezembro de 2010, os registros de óbitos causados por deslizamentos e soterramentos decorrentes de chuvas fortes permaneciam nulos para a cidade do Rio de Janeiro.

construção do COR reforçam o uso das TICs sob o conceito das cidades inteligentes, isto é, empregando TICs de última geração para resolver problemas urbanos, como sensores inteligentes para monitoramento de condições pluviométricas, georeferenciamento para coordenar ações da guarda civil e comunidades virtuais para manter informados os cidadãos e engajá-los no processo de transformação da comunidade, dentre outros serviços.

Todas essas funcionalidades, entretanto, já eram ofertadas pelas secretarias municipais isoladamente antes da fundação do COR. A inovação induzida por ele, apesar da ênfase na instrumentalização tecnológica que se evidencia neste primeiro momento, está na quebra dos silos de informação que os diferentes órgãos municipais mantinham e em fazê-los trabalhar juntos, compartilhando suas lições aprendidas para elevar a comunidade à condição de uma cidade que aprende e, portanto, mais resiliente (NERY, 2014).

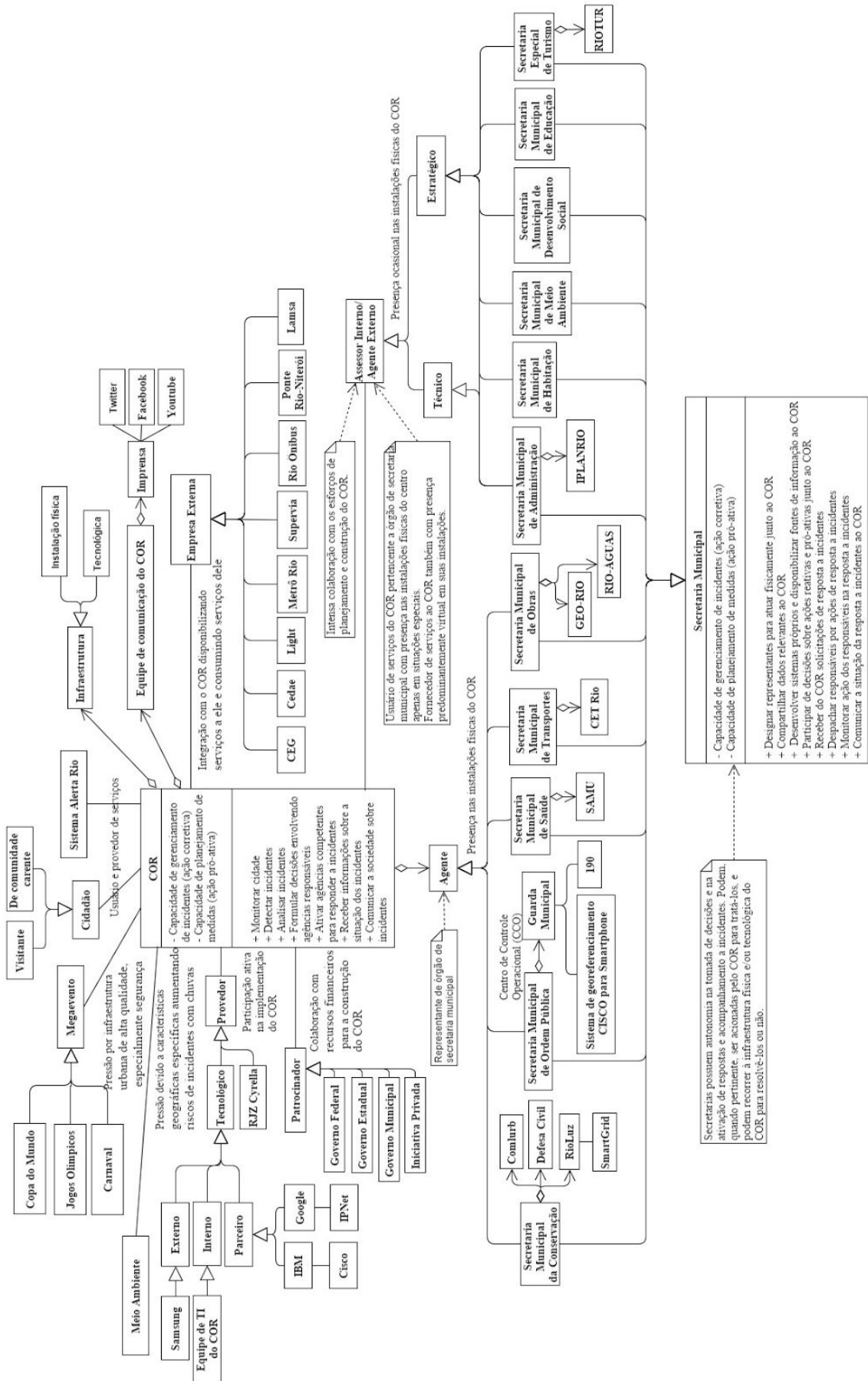
Os outros aspectos inovadores de destaque nesta etapa inicial do ciclo de vida do COR concentram-se na implantação do modelo de centro de vigilância e integração de operações e na garantia de um protocolo formal e contínuo de governança para resposta a desastres e resiliência na cidade. Embora esse modelo tenha sido edificado a partir de arquiteturas já existentes, como as dos produtos de Centro Inteligente de Operações implantados pela IBM em outros países (IBM, 2015; Seção 2.2) e, por isso, os mecanismos de *learn by searching* continuem pouco exercitados localmente, o COR e outros atores locais puderam absorver muito do conhecimento de *learn by doing* durante o projeto inaugural e prosseguem conduzindo aprimoramentos no modelo original (*learn by adapting*) por meio das oportunidades de *learn by using* derivadas da prática dos agentes interagindo sob a solução após sua inauguração.

Dessa forma, a fase de instalação do COR coincide com a instituição de um STI informal suportando o modelo tecnológico de cidade inteligente, em que essas interações entre os atores integrados por TICs emergentes vão modificando elementos de sistema e gerando novos fatores de sistema rumo a um círculo virtuoso que atrai novos atores e desencadeia alianças entre eles, impulsionando processos inovadores sucessivos. Essa propriedade fica ainda mais evidente na segunda etapa do ciclo de vida do COR, de que trata a Seção 5.3, com as parcerias firmadas entre o centro e atores empreendedores como a Liga para integração com o aplicativo Olhos da Cidade, o Google, com o Waze e o Twitter, sob a

funcionalidade Alert.

O quadro 5.2 lista os principais eventos da cronologia desta gênese do STI do COR, analisando as funções de STI e forças ativadas por eles e que contribuem com o fortalecimento da rede de agentes, tornando o modelo mais robusto tática e operacionalmente.

Figura 5.1: Principais atores participantes da construção do COR e suas características e responsabilidades



Fonte: Elaboração própria a partir de entrevistas com representantes do COR e seus provedores tecnológicos (2014) e PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO (2015)

Quadro 5.2: Avaliação tática-operacional:  
Principais eventos da construção do COR e análise da evolução do STI correspondente  
(2010 - 2015)

Período	Evento	Perfil*	T/D
<b>Atores (ou redes) geradores</b>			
<b>Fatores de sistema derivados</b>			
<b>Funções ativadas no STI</b>			
05/04/2010	A maior tempestade da história do Rio de Janeiro paralisa a cidade, registrando 66 vítimas fatais.	1	D
Meio Ambiente			
1. Mídias difundidas globalmente, como notícias na imprensa, blogs, vídeos, etc. sobre o problema das enchentes recorrentes no Rio de Janeiro e seus impactos sobre a cidade e seus habitantes.			
1. 2XF4 (Geração de expectativas na mídia para uma solução ao problema recorrente das enchentes e deslizamentos - 32 artefatos entre notícias na web, blogs, vídeos no youtube, etc. selecionados por relevância)			
06/04/2010	Prefeito da cidade do Rio de Janeiro	6	T,D
Sala de guerra é improvisada na CET-Rio incluindo o prefeito e representantes de órgãos críticos da cidade, bem como a imprensa. Compartilhamento de informações em tempo real entre todos os participantes compensa a visualização limitada das câmeras da CET-RIO e auxilia no controle da crise.			
1. Comprovação prática de que o modelo de co-location (concentração de todos os responsáveis e competências no mesmo local) auxiliado pelas TICs produz resultado positivo na recuperação às crises.			
2. Confirmação de que a proximidade com a imprensa e transparência no acesso a informações permite aos governantes posicionarem-se proativamente frente às crises, pois os incidentes são reportados aos cidadãos junto dos planos de ação arquitetados pelos órgãos competentes nos governos			
1. 1XF1 (Atividade empreendedora - experimento com o novo modelo de Centro de Monitoramento e Controle)			
01/05/2010	Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, IPLANRio, IBM, Cisco, RJZ Cyrella, Samsung	2	T
IBM é contactada para a implantação do COR no Rio, atuando como arquiteta da solução, provedora e gestora do projeto com o acompanhamento da IPLANRio. Cisco é engajada como responsável pela infraestrutura de rede e videoconferência. A construtora RJZ Cyrella é envolvida na edificação da sede e a Samsung, no fornecimento de monitores.			
1. Mobilização dos primeiros atores compondo o sistema de inovação do COR			
2. Concepção do modelo de centro de operações adaptado às necessidades da cidade do Rio de Janeiro e implantação de processos, software, hardware e infraestrutura integrada de comunicação entre dispositivos e ferramentas analíticas.			
1. 1XF4 (Meta clara comunicada e suportada pela prefeitura da cidade na implantação do COR)			
2. 2XF1 (5 novos entrantes em parceria com a Prefeitura do Rio: IPLANRio, IBM, Cisco, RJZ, Samsung)			
3. 2XF6 (400 operários e 200 profissionais são envolvidos na construção do COR)			
01/05/2010	Estruturam-se as equipes internas técnicas e de coordenação do projeto de -presente implantação do COR, responsáveis por sua manutenção após a inauguração	3	T

IBM, IPLANRio, Equipe de informática do COR, CET-Rio, GeoRio, Defesa Civil, Rio Águas, Riolutz, Guarda Municipal, Comlurb, secretarias municipais da Ordem Pública, de Conservação, de Saúde, de Assistência Social, de Meio Ambiente, de Educação, de Habitação e Riotur. CEG, Cedae, Light, Metrô, Supervia, Rio Ônibus, Ponte Rio Niterói e Lamsa.

1. Formação das equipes internas ao COR, técnicas e de coordenação das operações e os representantes dos 30 órgãos e concessionárias da cidade.
2. Estruturação da equipe de TI, responsável pela infraestrutura de TICs e integração com diversas aplicações para a disponibilização de dados em vários formatos e alternativas de visualização ao COR. Formada por profissionais capacitados e experientes no e-Government carioca, essa equipe pôde absorver o conhecimento nas tecnologias de cidades inteligentes (como georeferenciamento e *analytics*) colaborando com sua implantação no COR.
3. As equipes de monitoramento meteorológico, de trânsito e da guarda civil municipal também trouxeram experiências anteriores de sua atuação em órgãos correlatos do município para o COR

1. 2XF1 (Experimento com processos, ferramentas e tecnologias no modelo de smart cities do COR. 25 novos atores agregam-se ao ecossistema do COR)
2. 1XF2 (Geração de conhecimento na equipe interna do COR por *learn by doing*)
3. 2XF6 (400 profissionais selecionados para operar o COR participam da implantação de processos e ferramentas para monitoramento da cidade, absorvendo conhecimento também em *learn by doing*)

01/05/2010 - 31/12/2010	Equipe de informática do COR implementa interface baseada no Google Earth para visualização intuitiva de dados fornecidos em tempo real por diversas secretarias, concessionárias e órgãos públicos da cidade do Rio de Janeiro, bem como informações de aplicações disponibilizadas pela IBM, integradas a outros aplicativos e dispositivos. A IPNet, parceira Google, colabora com a equipe interna de TI do COR nesse desenvolvimento.	3	T
-------------------------------	--	---	---

Equipe de informática do COR, IBM, IPNet, Google e concessionárias, secretarias e órgãos públicos da cidade do Rio de Janeiro

1. Habilitação de serviços georeferenciados em 48 camadas de informações espaciais oriundas da integração direta com sistemas de órgãos municipais e 115 camadas estáticas de dados colaterais para monitoramento da cidade, com visualização amigável aos operadores do COR e independentes de dispositivos. Esses recortes de cenários da cidade combinam-se para o monitoramento, em especial, de
  - 1.1. condições meteorológicas (visualização de ilhas de calor, regiões com maiores possibilidades de chuvas intensas e alagamentos, etc)
  - 1.2. tráfego urbano (vias mais congestionadas, semáforos precisando de reparos, localização de ônibus, etc)
  - 1.3. rede de fornecimento de energia (transformadores e lâmpadas necessitando reparos, etc)
  - 1.4. segurança (localização em tempo real dos guardas civis)
  - 1.5. manutenção (localização em tempo real dos agentes da limpeza urbana)
- 1.3. rede de fornecimento de energia (transformadores e lâmpadas necessitando reparos, etc)
- 1.4. segurança (localização em tempo real dos guardas civis)
- 1.5. manutenção (localização em tempo real dos agentes da limpeza urbana)

1. 3XF1 (163 experimentos com tecnologias de georeferenciamento e integração entre órgãos municipais para cada cenário virtual da cidade implementado: 48 integrados e 115 estáticos. 2 novos entrantes no ecossistema de inovação do COR, estimulando parcerias não só entre governo e grandes empresas internacionais, mas também SMEs nacionais: IPNet e Google)
2. 3XF2 (*Learn by doing* na experiência de integração com interfaces que disponibilizam a visualização das 48 camadas georeferenciadas e 115 estáticas para a renderização dos cenários virtuais da cidade)

01/05/2010 - 31/12/2010	O sistema Alerta Rio é reforçado com novo mapeamento de áreas expostas a enchentes e deslizamentos, treinando agentes comunitários para liderarem evasões nas comunidades vulneráveis quando avisados, por SMS e sirenes, em situações de emergência. Um radar instalado no coração da cidade e novos sensores	3, 6	T,D
-------------------------------	--	------	-----



pluviométricos são incorporados ao sistema, ficando o COR responsável pelo seu monitoramento e planejamento antecipado de respostas a situações mapeadas, disparando os protocolos de alerta conforme o nível de criticidade identificado.

Fundação Geo-Rio, Defesa Civil do Rio de Janeiro, IBM, COR, cidadãos e líderes comunitários

1. Radar pluviométrico com alcance de 250 km instalado no coração da cidade
2. Plano de resposta a riscos geológicos e geotécnicos mapeados para 196 comunidades do maciço da Tijuca
3. 98 novos pluviômetros instalados próximos a áreas de alto risco
4. 5.200 agentes comunitários formados pela Defesa Civil
5. Habilitação de serviço de monitoramento meteorológico 24X7 e emissão de alertas por sirenes e a 86 mil usuários cadastrados, por SMS
6. 3.000 aparelhos celulares cedidos a agentes comunitários responsáveis pela coordenação de evacuações de emergência

1. 2XF1 (Experiência no planejamento e expansão do serviço meteorológico integrado com novos sensores e avisos utilizando aplicações móveis. Engajamento de 2 atores-chave no sistema de inovação apoiado pelo COR: cidadãos e os líderes comunitários)
2. 1XF2 (*Learn by doing* no desenvolvimento dos sistemas de detecção dos novos níveis de alerta e comunicação aos interessados-chave)
3. 1XF3 (*Learn by interacting e learn by using* na rede de atores participantes do Alerta Rio, incluindo a população da cidade)
4. 1XF4 (Objetivo de aprimoramento do Sistema Alerta Rio alcançado, gerando expectativas positivas na rede de atores)
5. 3XF5 (196 Comunidades vulneráveis a riscos mapeadas atuam como nichos de mercado para a solução tecnológica)
6. 3XF6 (Aquisição de radar pluviométrico e 98 novos pluviômetros, assim como 3.000 aparelhos celulares adquiridos)
7. 3XF7 (5.200 agentes comunitários treinados pela defesa civil passam a atuar como multiplicadores do conhecimento e no lobby favorável à solução)
8. 2XF8 (Artefatos como artigos, teses, blogs, páginas na internet, treinamentos, etc sobre os novos processos e tecnologias do Sistema Alerta Rio multiplicam-se abertamente, possibilitando aprendizado e reutilização local e global)

23/12/2010 O Decreto Municipal nº 33.322 é publicado, estabelecendo o Centro Integrado de Controle Operacional - Centro de Operações Rio 4 D

Prefeito do Rio de Janeiro

1. Marco regulatório instituindo o centro integrado de controle operacional com o objetivo de monitorar e otimizar o funcionamento da cidade, além de antecipar soluções a problemas e minimizar as ocorrências. A unidade fica responsável por alertar os setores competentes sobre os riscos e as medidas urgentes que devem ser tomadas em casos de emergências como chuvas fortes, acidentes de trânsito e deslizamentos.

1. 1XF4 (Definição clara de responsabilidades para a unidade de monitoramento e controle da cidade, em especial frente a riscos)
2. 1XF7 (Legitimação da solução frente à sociedade)

31/12/2010 O COR é inaugurado em localização próxima à sede administrativa da Prefeitura do Rio de Janeiro, no bairro Cidade Nova, consolidando um investimento de R\$ 25 milhões. 5 T

Prefeito do Rio de Janeiro

1. Espaço físico operacional com tecnologia moderna e pessoal capacitado, oferecendo infraestrutura para

co-location e integração facilitada de todos os órgãos da cidade, bem como facilitando a resposta a crises.

1. 1XF4 (Meta clara de implantação do COR atingida em 8 meses após as fortes chuvas de abril de 2010)
2. 1XF7 (Comunicação à sociedade sobre os benefícios do COR, disseminando uma imagem positiva do modelo)
3. 1XF8 (Legado à cidade de instalações para co-location e integração de órgãos para apoiar a operação da cidade)

31/12/2010 Equipe de comunicação do COR inicia envio de boletins diários sobre o cotidiano da cidade e avisos extraordinários utilizando o Twitter, facebook, youtube, etc. 6 T,D  
- presente

Equipe de comunicação do COR, cidadãos e visitantes do Rio de Janeiro

1. Habilitação de serviços de compartilhamento de informações com os cidadãos e visitantes da cidade, permitindo a participação mais transparente do público-alvo a canais formais em que podem receber informações oficiais e também contribuir com imagens, sugestões, reclamações, etc. sobre a rotina do município.
2. Dados, imagens, vídeos, etc que podem ser reutilizados abertamente pelos cidadãos, possibilitando arranjos de inovação aberta.

1. 1XF1 (Experimento com práticas de comunicação aberta para engajamento e empoderamento dos cidadãos, *crowdsourcing* para estender a capacidade de aquisição de imagens e monitoramento, agilizando respostas a incidentes e melhorando a imagem do governo para mais participativo, transparente e pro-ativo. 3 novos atores provedores de redes sociais participando do sistema de inovação do COR: Twitter, Facebook e Youtube)
2. 1XF3 (Exercício de *learn by interacting* em redes virtuais com os cidadãos)
3. 1XF4 (Expectativas dos cidadãos e outros interessados sensibilizada positivamente, permitindo que influenciem no estabelecimento de metas do governo)
4. 1XF5 (Contribuição com a expansão dos usuários do modelo e sua demanda para novos serviços)
5. 1XF7 (Redução da resistência ao estabelecimento da solução e das tecnologias envolvidas)
6. 1XF8 (Multiplicação e compartilhamento de informações públicas e de fácil acesso que estimulam a inovação aberta)

31/12/2010 Defesa Civil completa 22 exercícios simulados (dois deles, noturnos) de 6 D  
- desocupação em áreas de risco do Sistema Alerta Rio.

30/05/2015 Sistema de Alerta é acionado 14 vezes

Defesa Civil, GeoRio

1. 22 lições aprendidas testando, junto dos usuários finais, a solução smart do Alerta Rio
2. 14 lições aprendidas aplicando, em situações reais, os serviços emergenciais do sistema Alerta Rio

1. 1XF1 (Exercício em ambiente real com o novo modelo de coordenação do Sistema Alerta Rio)
2. 2XF3 (22 exercícios de *learn by interacting* e *learn by using*, testando o Sistema Alerta Rio em rede com os cidadãos. 14 exercícios de *learn by interacting* e *learn by using* aplicando os protocolos de alerta em situações práticas)
3. 1XF4 (Expectativas dos cidadãos e outros interessados sensibilizada positivamente, permitindo que influenciem no estabelecimento de metas do governo)
4. 1XF5 (Contribuição com a expansão dos usuários do modelo e sua demanda para novos serviços)
5. 1XF7 (Redução da resistência ao estabelecimento da solução e das tecnologias envolvidas)

2011-2012 1. Artigos, teses e trabalhos de conclusão de curso disponibilizados à comunidade científica e demais redes de atores 9 T,D

Cidadão especialista

1. Artigos, teses e trabalhos de conclusão de curso disponibilizados à comunidade científica e demais redes de atores

- 
1. 1XF2 (6 exercícios de geração de conhecimento formal por learn by searching)
  2. 1XF3 (Difusão do conhecimento formal das publicações em redes)
  3. 1XF4 (Expectativas de atores sensibilizada positivamente pelo conteúdo favorável ao COR encontrado nos artigos)
  4. 1XF7 (Disseminação de imagem positiva do COR a possíveis novos interessados)
  5. 1XF8 (Artefatos como artigos, teses e trabalhos de conclusão de curso tornam-se disponíveis para compartilhamento entre os atores do STI)
- 

Fonte: Elaboração própria com base em entrevistas a representantes do COR e seus provedores de soluções, artigos, livros, sites e vídeos e sob os procedimentos analíticos especificados em 4.1.1.

Legenda:

- **T**: *Technology push*; **D**: *Demand pull*, discriminados segundo taxonomia fixada no quadro 2.10.
- *iXF<sub>n</sub>* onde *i*=1..3 representa a intensidade de sensibilização da função (1 para baixa, 2 para média e 3 para alta, conforme padrão estabelecido em 4.1.1.2.2.2.) e *n*=1..8, o índice da função (F1..F8) sob análise de acordo com o quadro analítico 2.9.
- F1: Atividades empreendedoras; F2: Desenvolvimento de conhecimento; F3: Difusão de conhecimento através das redes; F4: Orientação da busca; F5: Formação de mercado; F6: Mobilização de recursos; F7: Criação de legitimidade; F8: Desenvolvimento de externalidades positivas

Nota: \*Perfil é o padrão de análise atribuído aos fatores de sistema para identificar funções de sistema por eles ativadas e a intensidade da ativação. Cada padrão é rotulado com os números 1..10 seguindo a sequência de itemização do quadro analítico 2.9.

Ainda que seja evidente a inclinação favorável às manobras de *technology push* em detrimento às de *demand pull* (Figura 5.2B), sugerindo uma aposta acentuada no paradigma digital e, portanto, demonstrando certa tendência ao determinismo tecnológico, a sensibilização de todas as forças no STI e a coleção de fatores de sistema inicialmente instalados compõem uma base sólida. A partir dela o STI do COR se expandirá no instante seguinte, em que se instaura o processo de amadurecimento do seu modelo para o perfil mais amadurecido de cidade inteligente.

O quadro 5.3 também confirma uma ênfase destacada, neste primeiro momento da trajetória do COR, na capacidade de entrega, dentre os fatores de sistema provenientes do STI associado, de serviços sustentáveis nas dimensões social, atendendo à demanda imediata da resiliência e, em grande medida, institucional, equipando o governo local e os cidadãos a materializá-la.

Uma outra observação iminente originária do quadro 5.3 é a de que nenhum serviço disponibilizado nessa etapa de construção do COR contempla diretamente as dimensões ambiental ou cultural da sustentabilidade, condição que se reverte na fase seguinte de seu histórico.

Quadro 5.3: Avaliação estratégica:  
Análise da capacidade de entrega de serviços sustentáveis  
gerados durante a construção do STI do COR (2010 - 2015)

Unidade	Serviço	Atividades	Capacidade de entrega sob as dimensões da sustentabilidade (A,E,C,I,S)
Meteorologia	Coordenação do sistema Alerta Rio	Monitoramento 24X7 de condições pluviométricas	4XI
		Envio de alertas SMS em condições de atenção, alerta ou alerta máximo a agentes comunitários	4XS
		Atualização dos relatórios anuais de índices pluviométricos	4XI
Trânsito	Coordenação da mobilidade urbana	Monitoramento 24X7 de trânsito usando câmeras	4XI
		Ativação de protocolos de emergência para recuperar a normalidade do trânsito frente a incidentes	4XE
		Elaboração e ativação de planos de tráfego para eventos especiais na cidade e horários de pico	4XE
		Preparação de avisos sobre condições do tráfego e incidentes para serem despachados aos cidadãos pela área de comunicação	4XI
Segurança	Coordenação de ações da guarda civil	Monitoramento 24X7 de áreas da cidade cobertas por câmeras	4XI
		Monitoramento 24X7 das localizações dos agentes da guarda civil via aplicativos de georeferenciamento	4XI
		Elaboração e ativação de planos de ação pró-ativos e reativos como resposta a eventos especiais na cidade e incidentes detectados	4XS
		Comunicação com agentes da guarda civil via SMS e outros aplicativos móveis	4XI
		Elaboração e envio de três boletins diários (6h, 11h e 18h) aos veículos de comunicação e nas redes sociais (twitter, facebook, youtube) com informações das principais ocorrências do dia, tais como: trânsito, temperatura, condições dos aeroportos, número de ocorrências da Defesa Civil, e condições de balneabilidade, entre outros.	4XI
Comunicação	Compartilhamento de informações	Elaboração e envio de boletins extraordinários aos veículos de comunicação e nas redes sociais (twitter, facebook, youtube) com informações importantes para os cidadãos (procedimentos, estado geral de situações e expectativas de normalização, etc) em caso de incidentes, utilizando o Twitter Alert quando necessário.	4XS
		Recepção de informações (fotos, mensagens, etc) disponibilizadas pelos cidadãos via Twitter, facebook, etc e encaminhamento às equipes responsáveis no COR	4XI

Fonte: Elaboração própria com base em entrevistas a representantes do COR e seus provedores de soluções, artigos, livros, sites e vídeos e sob os procedimentos analíticos especificados em 4.1.1.

Legenda:

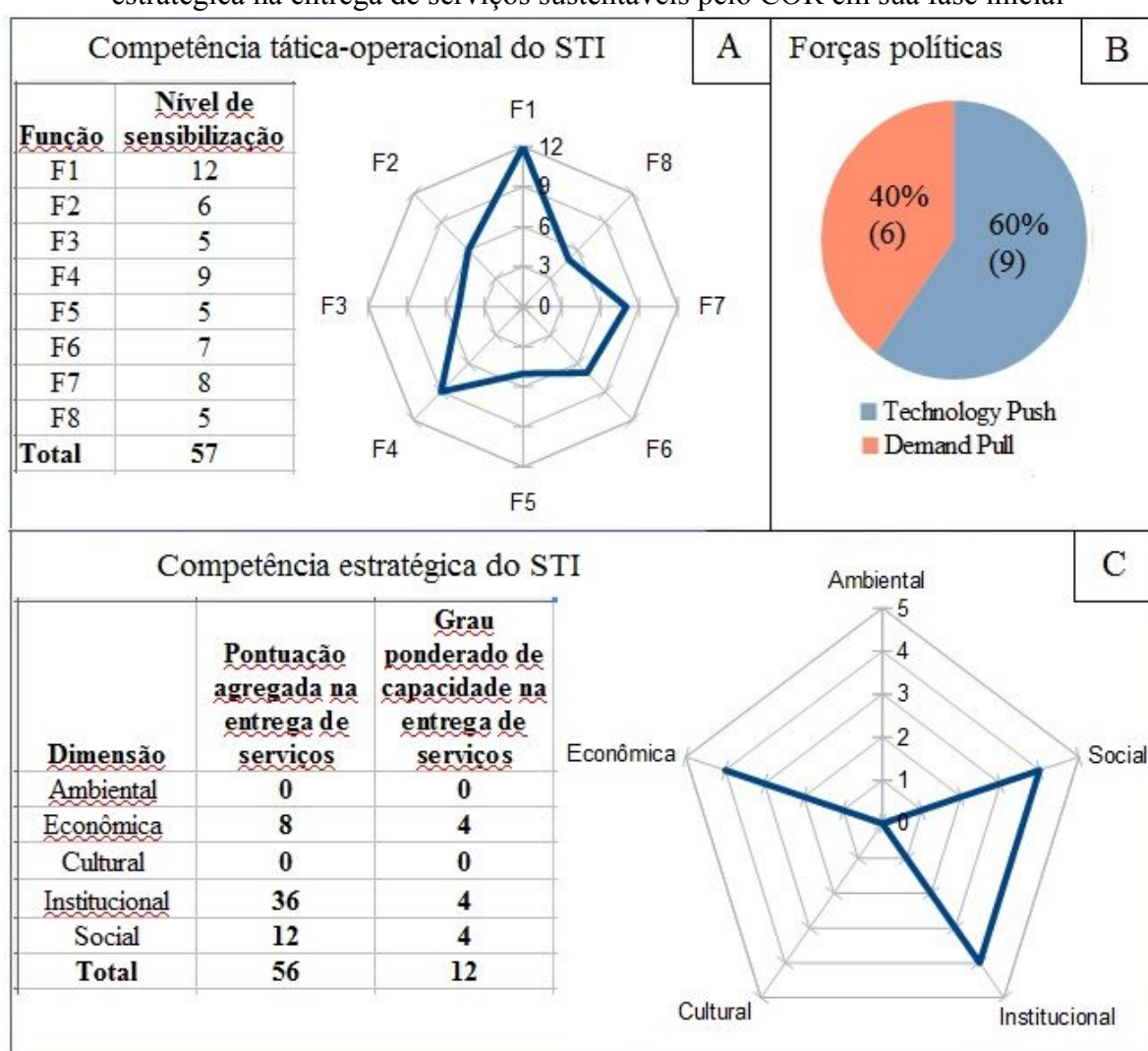
- S: Dimensão social; A: Dimensão ambiental; E: Dimensão econômica; I: Dimensão Institucional; C: Dimensão Cultural
- $nXp$  onde  $n=0..5$  representa o nível de capacidade na entrega de serviços identificado para a atividade sob análise conforme o padrão estabelecido pelo procedimento 4.1.1.2.2.4 e  $p$ , a perspectiva da sustentabilidade privilegiada pela atividade, que pode ser uma entre as descritas no Quadro 3.5, isto é, S,A, E,I ou C.

Notas: (i) Os perfis de análise empregados para categorizar cada atividade sob as perspectivas S, A, E, I ou C são encontrados no Quadro 3.6.

(ii) Nesta primeira fase do ciclo de vida do COR as dimensões A e C não foram privilegiadas.

Esses resultados dos quadros 5.2 e 5.3 são compilados na Figura 5.2, que salienta a inclinação digital do COR nesse estágio inicial de seu desenvolvimento: apesar das elevadas pontuações alcançadas pelos serviços em todas as dimensões da sustentabilidade contempladas, revelando uma alta performance das TICs no apoio à entrega das funcionalidades, ficam evidentes as oportunidades em direcionamento da competência operacional do STI correspondente na ampliação das perspectivas estratégicas em sustentabilidade, aproveitando o instrumental técnico e institucional inaugurado.

Figura 5.2: Compilação das análises das competências tática-operacional do STI e estratégica na entrega de serviços sustentáveis pelo COR em sua fase inicial



Fonte: Elaboração própria com base na consolidação dos dados dos Quadros 5.2 e 5.3 sob os procedimentos especificados na subseção 4.1.1 e detalhados no Apêndice A, seção A.1

Legenda:

- F1: Atividades empreendedoras; F2: Desenvolvimento de conhecimento; F3: Difusão de conhecimento através das redes; F4: Orientação da busca; F5: Formação de mercado; F6: Mobilização de recursos; F7: Criação de legitimidade; F8: Desenvolvimento de externalidades positivas

### 5.3. O histórico de amadurecimento do COR

Completada sua fase piloto pós-inaugural, o COR foi aprimorando seus protocolos de resposta a incidentes, absorvendo experiências de natureza e criticidades heterogêneas como controle de passeatas (LEITÃO & RITTO, 2013), greves (NERY, 2014), operações policiais nas comunidades dominadas pelo crime organizado, explosões de prédios e bueiros (VELOSO, 2012) e epidemias de dengue (ROSSI, 2013), entre outras.

Para agilizar o tratamento desses eventos e categorizá-los em bases de dados, estudando os períodos de maior ocorrência, os perfis das regiões de proveniência e outras características que permitem analisar a causa raiz dos problemas, atuando para que não se repitam (ACCENTURE, 2012), a prefeitura lançou, ainda em 2011, uma central telefônica para atendimento único ao cidadão, sob o número 1746, integrada ao COR (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2011). Esse canal concentrou mais de mil serviços oferecidos pela cidade, anteriormente acionados por cerca de 140 números telefônicos distintos e pode, também, ser alcançado pelo site do COR ou via aplicativos de celular. Além de facilitar o acesso da população aos serviços urbanos, a convergência para um canal exclusivo permite a classificação imediata da criticidade do evento, disparando ações emergenciais mais rapidamente e coordenando, com maior eficiência, o engajamento das diferentes agências envolvidas no atendimento dos chamados (NERY, 2014).

A instauração do 1746 e sua atuação conjunta com o COR permitiu elevar a eficiência das respostas a incidentes de 64% para 99%, isto é, a cada 100 chamadas, 99 passaram a ser resolvidas dentro do acordo de nível de serviço (SLA<sup>10</sup>) de 4 horas (ACCENTURE, 2012). Entretanto, o ganho com essa iniciativa transcendeu as fronteiras da melhoria localizada em processos pois

1. confirmou a importância dos algoritmos analíticos para exploração das tendências demarcadas pelos chamados e suas causas, levando ao investimento

---

<sup>10</sup> *SLA : Service Level Agreement*, um acordo oficial entre um provedor de serviços e seu cliente em termos de qualidade, disponibilidade e outros requisitos tangíveis que devem ser cumpridos pelo provedor na entrega dos serviços ao cliente. Como nos serviços predomina a intangibilidade, os SLAs contribuem com fatores mensuráveis para gerenciar o nível de satisfação dos clientes com os serviços. Por exemplo, velocidade de entrega, intervalo de tempo máximo de indisponibilidade, etc. Apenas quando os níveis comprometidos no acordo ficam abaixo dos limites é que o cliente está formalmente respaldado a demonstrar insatisfação com os padrões de entrega dos serviços.

na mobilização de uma equipe interna ao COR de estrategistas de soluções baseadas em *big data*. Essa equipe se consolidaria formalmente apenas em junho de 2013, com a criação do grupo Pensa, composto por sete profissionais conciliando as formações de matemática, geografia, gestão de políticas públicas e advocacia, entre outras. Com o surgimento dessa equipe, iniciaram-se os primeiros *hackathons* do COR (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2013a; Quadro 2.6).

2. aproximou a plataforma tecnológica do COR de seus usuários finais: os cidadãos. Essa manobra acentuou a colaboração bilateral entre o COR e a cidade, já que o COR vinha atuando em redes sociais (Facebook, Twitter, youtube e outros) primordialmente como gerador de informações, figurando como um consumidor minoritário dos dados reproduzidos pela população. A nova orientação para colaboração virtual levou à parceria do COR com o Waze, em julho de 2013, potencializando sua capacidade de monitoramento de trânsito por meio de *crowdsourcing* (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2013b; Quadro 2.6). Outra parceria nessa direção, porém mais voltada à personalização no contato com os cidadãos seria firmada com o Twitter em dezembro do mesmo ano, promovendo a conta do COR para *Twitter Alert*, o que dá destaque às mensagens de emergência do centro em quaisquer canais do provedor com seus usuários (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2013c).
3. respaldou o modelo de inovação aberta baseada em serviços, efetivando o paradigma de *Living Lab* na cidade para experimentação de novas tecnologias formando ecossistemas no STI do COR apoiados em relações simbióticas entre os atores. O exemplo mais ilustrativo desse modelo está no convênio selado, em outubro de 2014, entre o COR e a Liga, uma pequena empresa local autora do aplicativo Olhos da Cidade, que permite aos cidadãos compartilhar informações georeferenciadas em tempo real sobre várias ocorrências da rotina urbana, como chuva, vento forte, névoa, falta de energia, sinal de trânsito com mau funcionamento, deslizamento de encosta, fogo, fumaça e até pontos de alagamento. As situações são visualizadas num mapa virtual pelos

participantes da comunidade, que têm acesso, adicionalmente, às imagens, ao vivo, de câmeras pertencentes a estabelecimentos associados à Liga e também ao COR. Por outro lado, o COR amplia a cobertura de seu serviço de monitoramento da metrópole, pois pode contar, igualmente, com as câmeras e diversos conteúdos disponibilizados pelos integrantes da rede em tempo real (LAPAGESSE, 2014), implementando o conceito de *crowdsensing* (Quadro 2.6).

Em paralelo a esse amadurecimento do COR em capacidade operacional, analítica e na colaboração virtual com os cidadãos na sua rotina diária, o COR assumiu, inadvertidamente, um papel de difusor do conhecimento adquirido pela experiência de implantação de uma das soluções mais modernas do mundo em cidades inteligentes (ROMAR, 2010): delegações nacionais e internacionais de representantes governamentais de diversos níveis hierárquicos, bem como interessados dos círculos corporativos e acadêmicos passaram a visitar o centro frequentemente, aprendendo e divulgando sobre a potencialidade desse modelo sócio-tecnológico em integrar pessoas, serviços e processos, fortalecendo a governança urbana para a resiliência.

Um outro resultado relevante que não passa despercebido local e globalmente e com o qual a capacidade analítica do COR colabora é a publicação, em fevereiro de 2011, da Lei Municipal Complementar nº 111, dispondo sobre a política urbana e ambiental do município e instituindo o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro (DE AMORIM et al., 2014). Essa lei, consoante com compromissos selados na Agenda 21<sup>11</sup>, com a Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD)<sup>12</sup> e com o Marco de Ação de Hyogo (MAH)<sup>13</sup>, contempla, entre outras determinações (DE AMORIM et al., 2014; ADEMIRJ, 2012):

1. princípios e diretrizes da política urbana orientando o crescimento da cidade,

---

<sup>11</sup> Documento elaborado no Rio de Janeiro a partir da Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, conhecida como RIO-92 ou ECO-92, em que municipalidades do mundo todo assumem compromissos na incorporação dos princípios do desenvolvimento sustentável.

<sup>12</sup> Conjunto de estratégias para a redução de riscos e desastres determinadas, em 2000, pela ONU em parceria com organizações, estados e a sociedade civil.

<sup>13</sup> Plano de ação de dez anos acolhido por nações do mundo inteiro a partir da Conferência Mundial de Redução de Desastres organizada pela ONU em 2005, no Japão. O plano, consequência do amadurecimento da EIRD<sup>2</sup>, delinea 5 prioridades de ação internacionalmente aceitas como mais efetivas na redução de riscos e estipula metas claras a serem perseguidas pelos governos no decênio.



tratando do desenvolvimento urbano, promoção da mobilidade e articulação com municípios da região metropolitana, proteção ambiental, preservação da paisagem e do patrimônio cultural e

2. novo zoneamento da cidade com base nas densidades demográficas permitidas e da capacidade de suporte ao adensamento urbano, restringindo ocupação de áreas frágeis como encostas de morros e regiões de baixadas, reduzindo, assim, riscos de desastres.

Portanto, em 2012, quando ocorre a Rio+20<sup>14</sup>, ocasião em que se reavalia a implementação do MAH, o município do Rio de Janeiro já apresentava avanços na reestruturação normativa e com projetos em andamento no reforço da Defesa Civil sob a expansão do Sistema Alerta Rio<sup>15</sup>, no Morar Carioca<sup>16</sup> e outras iniciativas que comprovavam sua mobilização em torno das questões da sustentabilidade e da resiliência urbana.

Tal posicionamento da metrópole como um centro ativo e disseminador de seus experimentos em temas como cidades inteligentes, desenvolvimento sustentável e resiliência foi induzindo sua adesão à cooperação mais formal em diversas redes nacionais e internacionais dedicadas ao desenvolvimento urbano sustentável frente aos desafios da mudança climática. O quadro 5.4 enumera as redes às quais o Rio passou a associar-se.

---

<sup>14</sup> Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável realizada em junho de 2012 na cidade do Rio de Janeiro.

<sup>15</sup> É o sistema que integra todas as informações de dados pluviométricos, meteorológicos e outras informações colhidas a partir dos sensores e radares instalados em áreas de risco de alagamentos e escorregamentos da metrópole do Rio de Janeiro. Ele possibilita a aplicação dos modelos analíticos que recomendam o acionamento de alertas à defesa civil em casos extremos. Os dados são abertos à população sob <http://alertario.rio.rj.gov.br/> (acesso em 26/05/2015).

<sup>16</sup> Programa criado em julho de 2010 pela Prefeitura do Rio visando a inclusão social e integração urbana dos assentamentos precários informais até o ano de 2020. Engloba obras de infraestrutura, drenagem, iluminação pública, saneamento básico, inauguração e revitalização de creches, Clínicas da Família, etc.

Quadro 5.4: Redes nacionais e internacionais com as quais o Rio de Janeiro colabora, ligadas à cooperação entre municipalidades para o desenvolvimento sustentável, resiliência e enfrentamento dos desafios da mudança climática

Rede	Descrição
Grupo C40 de Grandes Cidades para liderança do Clima	Reúne as maiores cidades do mundo, isto é, 70 cidades que representam 21% do PIB mundial e abrigam mais de 500 milhões de habitantes. Nessa rede, elas se empenham em implementar ações significativas e sustentáveis relacionadas ao clima em nível local, contribuindo com o enfrentamento de mudanças climáticas globais. Atuam em diversos setores e áreas de iniciativas compartilhando objetivos e desafios comuns. Um conjunto de serviços é oferecido para apoiar seus esforços: assistência técnica direta, intercâmbios entre pares ( <i>peer-to-peer</i> ), pesquisa e comunicação.
100RC - 100 Resilient Cities	É uma rede patrocinada pela Fundação Rockefeller que, desde dezembro de 2013, dedica-se a apoiar cidades ao redor do mundo a tornarem-se mais resilientes a impactos físicos, sociais e econômicos que se multiplicam no contexto da mudança climática do século XXI. Ela provê recursos financeiros e consultorias de especialistas para desenvolver estratégias robustas e planos que conduzem à resiliência urbana.
Climate Reality Project	Projeto liderado pelo vice-presidente dos Estados Unidos, Al Gore, cujo foco é a conscientização para redução de poluição por carbono, principal responsável pelas mudanças climáticas, e sua substituição por fontes alternativas de energia, como solar e eólica. A iniciativa tem por base a formação de líderes climáticos capacitados à atuação como disseminadores de informação e forças de pressão para seus governos, mídia e sociedade.
Clinton Global Initiative	Estabelecida em 2006 pelo ex-presidente dos Estados Unidos, Bill Clinton, a <i>Clinton Global Initiative</i> (CGI) é uma rede que partiu da iniciativa da Fundação Clinton reunindo líderes globais para criar e implementar soluções inovadoras para os desafios globais mais urgentes. Os encontros anuais do CGI já reuniram mais de 180 Chefes de Estado, 20 premiados pelo Nobel, centenas de CEOs, líderes de fundações e ONGs, grandes filantropos e membros da mídia.
Governos Locais pela Sustentabilidade (ICLEI)	Rede mundial de mais de mil cidades e metrópoles empenhadas em construir um futuro sustentável. Promove programas voltados para o tema da sustentabilidade urbana e oferece informações, assistência técnica, captação de recursos e consultoria para suas cidades-membro, ajudando-as a tornarem-se mais sustentáveis, resilientes, eficientes em seus recursos, saudáveis e felizes, com uma economia verde de baixo consumo em carbono e infraestrutura inteligente.
Cidades e Governos Locais Unidos	Dispõe de mais de mil membros em 136 países em todas as regiões do mundo e está ativa desde 2004. O principal objetivo é representar os interesses das cidades e governos subnacionais em nível internacional, principalmente em espaços tradicionalmente ocupados pelos governos nacionais, como a ONU. Além disso, desenvolve ações em temas específicos por intermédio de Comissões de Trabalho.
Metrópolis	Rede de cidades com mais de um milhão de habitantes. Opera como um fórum internacional para discussão de temas de interesse comum, como inovação, governança, assistência técnica e financeira e presença internacional.
CB27	Fórum de secretários de meio ambiente das capitais brasileiras. Criada durante a Rio+20, sua secretaria executiva é na Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro. Tem encontros nacionais e regionais e debate soluções sustentáveis para as capitais e suas regiões metropolitanas.
Sustainable Development Solutions Network (SDSN)	Rede internacional lançada pelo secretário-geral da ONU, Ban Ki-moon, em agosto de 2012. Mobiliza conhecimentos técnicos e científicos do meio acadêmico, sociedade civil e setor privado no apoio à resolução de problemas de desenvolvimento sustentável em nível local, nacional e global. A rede brasileira (Brazil SDSN) foi lançada em março de 2014, com o objetivo de focar nas oportunidades e desafios apresentados por cidades sustentáveis, sendo inicialmente estabelecida no Rio de Janeiro, antes de se expandir

	para o restante do Brasil. Liderada pelo economista Jeffrey Sachs, seu objetivo é contribuir para que as cidades sejam inclusivas, conectadas e resilientes.
W10	Rede internacional composta pelas dez cidades/regiões no mundo que utilizam o aplicativo WAZE, do Google, como fonte de informações de cidadãos para apoio na operação de trânsito.
Tornando as Cidades Resilientes	Rede formada em torno do MAH e da campanha da Estratégia Internacional de Redução de Desastres das Nações Unidas (UNISDR) para preparação contra desastres em espaços urbanos e temas de governança local com foco em risco.
União das Cidades Capitais Ibero-Americanas (UCCI)	Associação internacional, fundada em 1982, de caráter municipal, que agrupa 29 cidades da Ibero-América. Trata-se de órgão de cooperação técnica cuja principal atividade é a organização de workshops temáticos e de programas de capacitação de funcionários públicos.
Mercociudades	Principal rede de cidades do Mercosul, fundada em 1995 e atualmente com 286 cidades associadas de Argentina, Brasil, Paraguai, Uruguai, Venezuela, Chile, Bolívia, Peru e Colômbia. O objetivo da rede é favorecer a participação dos governos locais no processo de integração regional, promovendo a criação de um ambiente institucional para as cidades dentro do Mercosul e desenvolver o intercâmbio e a cooperação horizontal entre os governos locais na região.
Aliança Euro-Latinoamericana de Cooperação entre Cidades - Projeto AL-LAs	Parceria entre a Europa e a América Latina para incentivar e reforçar a cooperação entre as cidades que procuram fortalecer suas relações institucionais a fim de melhorar suas políticas públicas e seu desenvolvimento territorial. A rede congrega 15 membros - associados ou observadores - dentre eles, municípios, universidades e associações.

Fonte: Adaptado de NERY (2014) p. 09-12

Dentre as mais significativas dessas participações em redes elencadas no Quadro 5.4 destaca-se a seleção do município do Rio de Janeiro, em dezembro de 2013, como uma das 32 cidades a participarem da primeira rodada do 100RC (NERY, 2014). Esse reconhecimento acontece logo após a atribuição ao Rio, em novembro de 2013, do prêmio *World Smart City* 2013 no congresso *Smart City Expo* de Barcelona, em que a metrópole foi eleita dentre mais de 200 candidaturas de implementações de cidades inteligentes oriundas de 35 países diferentes (VÁZQUEZ, 2013). Logo em seguida, no início de 2014, o Rio também foi nomeado líder do grupo C40, convertendo-se em gerente da Rede de Avaliação de Risco Climático, dedicada, principalmente, às questões da resiliência climática nas cidades (NERY, 2014).

O COR, então já acreditado como central de inteligência e tomada de decisão na cidade, transformou-se na sede para a elaboração dos trabalhos dedicados à resiliência procedentes dos vínculos às redes 100RC e C40. Para revesti-lo da liderança necessária à execução dos empreendimentos, em adição ao empoderamento financeiro garantido pela

100RC, a prefeitura modificou o organograma do COR, introduzindo a gerência de resiliência, comandada pelo Chefe do Gabinete de Resiliência (CGR ou CRO, *Chief Resilience Officer*), antigo diretor do COR. Um comitê gestor foi designado para assessorar o CGR, formado por representantes do Gabinete do Prefeito, Defesa Civil, Instituto Pereira Passos, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Coordenadoria de Relações Internacionais e COPPE-UFRJ. Essa equipe também foi designada para acompanhar todas as fases do ciclo de vida do projeto, compreendendo implementação, monitoramento e avaliação (NERY, 2014). Esse novo organograma do COR, que conferiu maior robustez à governança de resiliência da cidade, é ilustrado na Figura 5.3.

A nova equipe de gerência de resiliência, com a ajuda da consultoria Accenture, adaptou a metodologia de gerência de riscos proposta pela consultoria Arup, parceira da 100RC, para que ferramentas desenvolvidas internamente à Prefeitura do Rio pudessem ser empregadas nas etapas de identificação, classificação e definição de respostas a riscos, culminando na Estratégia de Resiliência da Cidade (NERY, 2014). Uma vez ajustada a metodologia, 39 instituições (Quadro 5.5) foram convidadas a contribuir com o levantamento de riscos a que a cidade está exposta, avaliando-os qualitativamente e apontando ações de resposta a eles.

Figura 5.3: Novo organograma do COR incorporando a gerência de resiliência para a execução dos programas das redes W100 e C40



Fonte: NERY (2014, p. 17)

Quadro 5.5: Conjunto de órgãos que colaboraram com a identificação e determinação de respostas a riscos do projeto Rio Resiliente

Instituições		
LAB.Rio	Câmara Metropolitana	CDURP - Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto
COMLURB - Companhia Municipal de Limpeza Urbana	CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos	CEG - Companhia Estadual de Gás
Casa Civil da Prefeitura	CET-Rio - Companhia de Engenharia e Tráfego da cidade do Rio de Janeiro	COR
Coordenadoria de Relações Internacionais da Prefeitura	Defesa Civil	FBDS - Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável
Guarda Municipal	Fundação Parques e Jardins	FioCruz
Instituto EixoRio	Geo-Rio	Instituto Pereira Passos
MetrôRio	Porto Novo	RioÁguas
RioUrbe	Agência Rio Negócios	Secretaria Municipal de Abastecimento Alimentar
Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos	Secretaria Especial de Defesa do Consumidor	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social
Secretaria Municipal de Educação	Secretaria Municipal da Fazenda	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
Secretaria Municipal de Habitação	Secretaria Municipal de Saúde	Secretaria Municipal de Trabalho e Emprego
Secretaria Municipal de Urbanismo	Secretaria Municipal de Transportes	Supervia
IPLANRio	Instituto Rio Patrimônio da Humanidade	Light

Fonte: NERY (2014, p. 21)

O documento resultante desse diagnóstico de riscos registrou as principais ameaças associadas às alterações climáticas na cidade, como chuvas e ventos intensos, ondas de calor, elevação do nível do mar e dengue, além de outros tipos de situações com potencial para perturbar a normalidade da metrópole. Um outro produto dessa iniciativa foi o catálogo de ações atuais de combate a essas exceções com sugestões de ações futuras de melhoria para elas, além de respostas recomendáveis para os riscos a que ainda não estavam estruturadas ações. Tais respostas foram distribuídas sob as três grandes áreas de foco fixadas para o

programa Rio Resiliente: Gestão Resiliente, Comportamento Resiliente e Resiliência Socioeconômica (CUNHA, 2015; NERY, 2014).

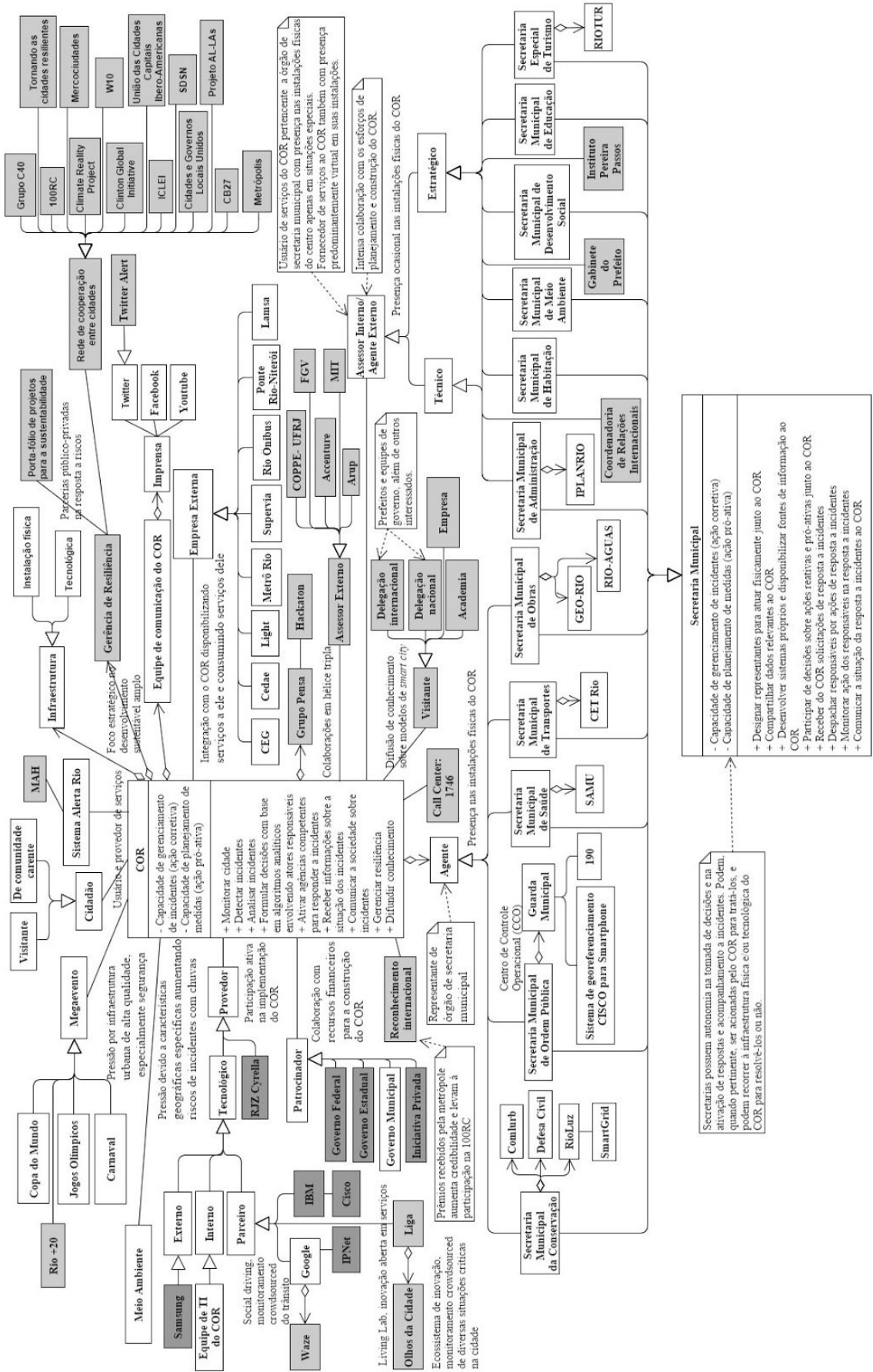
O último estágio desse processo de concepção da Estratégia de Resiliência da Cidade constituiu-se na apresentação dos resultados ao público, convocando a imprensa, em janeiro de 2015, para um anúncio formal do Programa Rio Resiliente, cujos próximos passos serão (CUNHA, 2015; NERY, 2014):

1. a continuidade na construção, de forma colaborativa e transparente, do Plano de Resiliência, contando com a contribuição de outras esferas de governo, de parceiros privados, da sociedade civil e dos cariocas, além de promover parcerias com as principais redes internacionais que discutem o tema;
2. a execução do Plano de Resiliência, com acompanhamento, pelo Chefe do Comitê de Resiliência e seu comitê assessor, de todos os responsáveis pelas ações compromissadas durante a elaboração conjunta do Plano.

#### **5.4. Análise do processo de amadurecimento do COR para um modelo inteligente**

O agrupamento dos principais atores que participaram deste segundo momento no histórico do COR está sumarizado na Figura 5.4. Ela também ressalta a dilatação das responsabilidades do centro com a agregação do grupo Pensa e da Gerência de Resiliência ao STI, além de realçar a amplificação no número de novos entrantes, seus perfis e articulações entre eles.

Figura 5.4: Principais atores participantes da fase de maturidade do COR e suas características e responsabilidades centrais



Fonte: Elaboração própria a partir de entrevistas com representantes do COR e seus provedores tecnológicos (2014) e PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO (2015)

São exatamente essas expansões estratégicas do STI do COR que completam a lista de características ainda ausentes em sua fase introdutória para atribuir-lhe o rótulo de inteligente e não apenas digital, pois permitem a exploração, orientada a todas as dimensões da sustentabilidade, do máximo potencial das infraestruturas inteligentes disponíveis (Quadro 1.6; Figura 1.3):

1. a instituição, com o Grupo Pensa, de serviços de análise de *big data*, desacobertando tendências causadoras de incidentes na cidade e desenhando estratégias pró-ativas para evitá-los ou combatê-los com maior eficiência;
2. a estruturação, com os serviços de gestão da resiliência urbana, de parcerias do tipo hélice tripla (Quadro 2.6) que, embora ainda informais, fortalecem as redes de produção, distribuição e consumo dos vários fatores de sistema derivados do STI do COR, favorecendo a inovação aberta;
3. a aproximação do STI do COR às redes globais de colaboração urbana para a sustentabilidade e resiliência, alargando o alcance dos serviços estratégicos suportados por ele também nas dimensões ambiental e cultural, pouco contempladas em sua etapa inaugural;
4. a celebração, em convênios como o do COR com o aplicativo Olhos da Cidade, de parcerias público-privadas em ecossistemas de inovação aberta que privilegiam pequenas empresas locais intensivas em tecnologia, estabelecendo relacionamentos simbióticos de longo prazo entre os participantes e, portanto, produzindo círculos virtuosos no STI do COR e
5. a intensificação, com o emprego cada vez mais estratégico do potencial tecnológico habilitado na inauguração do COR, da integração entre órgãos governamentais e entre eles e o cidadão, impelindo-o à participação no processo decisório e democrático da construção social do espaço urbano como *smart citizen* (Quadro 2.6).

Portanto, neste segundo momento de seu ciclo de vida, o COR, embora ainda configurado como um STI informal, ganha, na gerência de resiliência, sua unidade coordenadora, responsável, inclusive, pela retroalimentação dos resultados dos projetos e ações da sustentabilidade e da resiliência no plano diretor do município, fundamentando uma



estratégia de longo termo para a sua cidade inteligente.

O quadro 5.6 enumera cronologicamente os eventos-chave do amadurecimento do STI do COR neste segundo momento do seu ciclo de vida. Ele aponta o equilíbrio entre os exercícios de *technology push* e *demand pull* (Figura 5.5B) marcado por esta etapa, denotando a transição para uma plataforma mais inclusiva à comunidade de cidadãos na solução técnica proposta pelo STI do COR. Isto é, uma governança mais inteligente se instaura (Quadro 2.6).

A amplitude e intensidade do grupo de forças ativado pelos novos atores agregados à rede do COR também atestam a saúde do STI, agora capaz de alavancar fatores de sistema que multiplicam articulações duradouras entre seus protagonistas, cristalizando ecossistemas de inovação aberta, indutores de círculos virtuosos. Uma referência concreta corroborando essa interpretação está na assimilação, durante esta segunda fase do STI, de agentes como o Google (Waze) e a Liga (Olhos da Cidade) sob os vínculos mais perenes da inovação aberta em serviços em oposição ao desligamento, logo após a entrada do COR em operação, de atores como IBM e IPNet, participantes dinâmicas mas sob ligações transitórias no percurso inaugural do STI.

Quadro 5.6: Avaliação tática-operacional: principais eventos do processo de amadurecimento do COR e expansão e consolidação do STI correspondente (2013 - 2015)

Período	Evento	Perfil*	T/D
<b>Atores (ou redes) geradores</b>			
<b>Fatores de sistema derivados</b>			
<b>Funções ativadas no STI</b>			
04/06/2013 - presente	O Decreto Municipal nº 37215 institui o Grupo Pensa - Sala de Idéias, organismo da Casa Civil instalado nas dependências do COR. A equipe do Pensa se estabelece criando articulações com a Fundação Getúlio Vargas (FGV) e o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), nos Estados Unidos.	2,3,4	T,D
Secretaria Municipal da Casa Civil, Instituto Pereira Passos, IPLANRio, Grupo Pensa, FGV e MIT			
1. Uma equipe multidisciplinar de 6 integrantes é estruturada para implementar algoritmos analíticos sobre Big Data. Esse time, com o apoio dos novos atores na rede do COR, a FGV e o MIT, fica responsável por integrar bases de dados dos diversos órgãos e secretarias da cidade para apoiar no planejamento, tomada de decisão e resolução de problemas, aprimorando a prestação de serviços ao cidadão.			
2. O Grupo Pensa, além de colaborar no Planejamento Estratégico da cidade, vem desenvolvendo experiência na			

análise de tendências em big data como

- 2.1. regiões com maior incidência de dengue e
- 2.2. queda de árvores,
- 2.3. áreas com tendência a alagamentos e
- 2.5. padrões na locomoção urbana, identificando áreas mais carentes em transporte coletivo urbano, em especial nas datas-chave como o Réveillon, para redistribuição das linhas de ônibus
- 2.5. velocidade média das vias urbanas, bem como as ruas que abastecem as principais vias formando picos de tráfego,
- 2.6. locais com maior número de estacionamentos irregulares e
- 2.7. consumo de água nas escolas da rede municipal

1. 2XF1 (Novo ator, o Grupo Pensa, junta-se à equipe interna do COR, estabelecendo colaborações entre dois novos atores: FGV e MIT. 7 experimentos com algoritmos analíticos sobre Big Data são conduzidos, habilitando novos serviços baseados na integração entre diferentes atores utilizando tecnologias de smart cities, como georeferenciamento, crowdsourcing e RFID. Experiência também no serviço de apoio ao planejamento estratégico urbano)
2. 2XF2 (Geração e retenção de conhecimento na equipe interna do COR por *learn by doing* implementando os 7 novos serviços de analytics e o serviço de apoio ao planejamento estratégico da cidade)
3. 1XF4 (Expectativas dos cidadãos e outros interessados sensibilizada positivamente, permitindo que influenciem na manutenção e ampliação do uso de algoritmos analíticos de Big Data)
4. 1XF5 (Contribuição com a manutenção dos serviços gerados e demanda para novos serviços em analytics e big data)
5. 1XF6 (6 novos profissionais altamente qualificados juntam-se ao COR, gerando conhecimento em analytics e big data)
6. 1XF7 (Redução da resistência ao estabelecimento da equipe interna de analytics, das tecnologias de smart city envolvidas e da integração de dados entre os diversos órgãos relacionados ao COR)

24/07/2013	COR celebra parceria com o Google Waze para utilização de seu aplicativo de colaboração virtual no monitoramento de trânsito ( <i>social driving</i> ) com base em georeferenciamento e crowdsourcing. O primeiro teste acontece durante o evento "Jornada Mundial da Juventude".	2,3,6	T,D
------------	---	-------	-----

COR, Google Waze

1. Um novo ator - o Google Waze - é adicionado ao ecossistema do COR
2. Habilitação de serviços de compartilhamento de informações de trânsito com os cidadãos no modelo de crowdsourcing de forma automática e em tempo real, intensificando a interação com os cidadãos de forma bilateral
3. Aquisição de experiência, pela equipe de informática e operadores do COR, na implementação e interpretação de interfaces e integração com o Waze (*social driving*)
4. Ampliação da nuvem de dados do COR para reaproveitamento de informações em algoritmos analíticos sobre tendências do trânsito na cidade

1. 1XF1 (Novo ator - Google Waze - é incorporado ao SI do COR. Experiência com plataformas de georeferenciamento e crowdsourcing em tempo real para monitoramento do trânsito)
2. 1XF2 (*Learn by doing* no desenvolvimento das interfaces com o Waze pelo time técnico do COR e na sua interpretação pelos operadores, em especial durante o piloto ocorrido durante a Jornada Mundial da Juventude, em julho de 2013)
3. 1XF3 (*Learn by interacting e learn by using* na rede de atores participantes do Waze, envolvendo os motoristas da cidade)
4. 1XF4 (Geração de expectativas positivas na rede de atores)
5. 1XF5 (A comunidade de Wazers na cidade do Rio (500 mil usuários) atua como um nicho de mercado para a solução tecnológica de *social driving*)
6. 1XF7 (Os wazers da cidade do Rio de Janeiro passam a gerar lobby favorável à solução e à parceria do COR com o Waze)
8. 1XF8 (As informações de planos de trânsito alimentadas pelo COR na rede do Waze e as respostas dos Wazers

compõem uma nuvem de dados que podem ser usados abertamente, inclusive para a implementação de outras aplicações por quaisquer interessados, estimulando a inovação aberta)

27/08/2013 Grupo Pensa organiza o primeiro Hackaton da cidade, numa iniciativa também única no país, convidando cidadãos com habilidades técnicas em TI e design a debaterem e desenvolverem protótipos de soluções inteligentes para os principais problemas reportados ao call center da cidade (canal 1746). 23 projetos são concluídos e 3 deles são premiados e selecionados para implantação na cidade, relacionados a estacionamentos irregulares, agilização do atendimento 1746 e mapeamento automático de demandas da cidade por meio de sensores instalados em postes de iluminação pública

Grupo Pensa, cidadão especialista

1. 23 protótipos de idéias criativas para resolver problemas da rotina da cidade, como podas de árvores, iluminação pública, estacionamento irregular e conservação de vias.  
2. Lição aprendida e acúmulo de experiência da equipe do Grupo Pensa com a organização de hackatons, mobilizando especialistas externos ao COR por meio de técnicas de crowdsourcing para inovar.

1. 1XF1 (Experimento com processos e ferramentas para hackatons e com a concepção e desenvolvimento de novas soluções de smart cities)  
2. 1XF2 (Learn by searching e Learn by doing no desenvolvimento dos protótipos de soluções pelos cidadãos especialistas e integrantes do Grupo Pensa)  
3. 1XF3 (Learn by interacting dos participantes dentro de grupos, entre grupos e envolvendo representantes do COR e da cidade para gerar idéias e protótipos de solução a problemas urbanos)  
4. 1XF4 (Objetivo de aproveitamento de competências externas ao COR atingido, abrindo perspectivas para novos investimentos nessas iniciativas)  
5. 1XF5 (Novo serviço de hackatons introduzido pelo COR, incrementando sua demanda pelo envolvimento dos cidadãos especialistas e a entrega de valor à administração municipal e ao resto da cidade)  
6. 1XF6 (23 equipes de especialistas mobilizadas, complementando competências do COR via crowdsourcing)  
7. 1XF7 (Imagem do COR fortalecida nas práticas de abertura de dados e no estímulo à participação do cidadão na construção da cidade)  
8. 1XF8 (A experiência de hackaton torna-se ativo aproveitável por outras cidades, bem como os 23 protótipos de idéias desenvolvidos, que podem ser reproduzidos em outros ambientes)

20/11/2013 e 03/08/2015 COR contribui com a atribuição de dois prêmios de Cidades Inteligentes ao Rio de Janeiro: World Smart City 2013, concedido pela Fira Barcelona, uma empresa internacional de produção de eventos e Connected Smart Cities 2015, oferecido pela brasileira Sator, também organizadora de eventos.

Fira Barcelona, Sator

1. 2 novos atores aproximam-se do COR, representando redes de marketing em cidades inteligentes  
2. 2 prêmios para soluções de smart cities, um nacional e um internacional, são conquistados pelo Rio de Janeiro com por influência do COR

1. 1XF1 (Dois novos atores empreendedores em marketing urbano para smart cities juntam-se ao STI do COR: Fira Barcelona e Sator)  
2. 1XF3 (A divulgação da solução premiada nos eventos estimula o learn by interacting entre redes de atores interessados)  
3. 1XF4 (A obtenção de reconhecimento externo aos limites da cidade afeta positivamente expectativas e pode motivar novos investimentos na solução)  
4. 3XF7 (A conquista dos prêmios repercute como lobby positivo à solução e intensifica forças de aceitação a ela)

26/11/2013 Prefeito do Rio de Janeiro é eleito líder da Rede C40 Cities Climate Leadership 7,10 T,D

-----  
 Group e representantes do COR passam a atuar no gerenciamento da Rede de Avaliação de Risco Climático  
 -----

-----  
 Rede C40, Equipe de resiliência do COR  
 -----

1. Uma rede de cooperação internacional sobre mudança climática é introduzida no sistema de inovação do COR, que ativa um novo serviço: de liderança e compartilhamento de experiências nesse fórum sobre seu modelo de cidades inteligentes e em temas como a sustentabilidade e a resiliência.

- 
1. 1XF1 (A rede internacional C40 é englobada pelas fronteiras do SI do COR)
  2. 1XF3 (alarga-se a rede de cooperação do COR com outras cidades globalmente e as interações em rede começam a intensificar-se no STI do COR)
  3. 1XF5 (A liderança na nova rede contribui com aumento de demanda para o COR e suas plataformas tecnológicas)
  4. 1XF6 (O prefeito é formalmente designado como presidente da C40 e inicia o envolvimento de integrantes do COR nas atividades da coordenação da C40 e no alinhamento da cidade às propostas da rede)
  5. 1XF7 (Novos grupos de interesse suportam o modelo do COR como relevante nas respostas da cidade aos efeitos da mudança climática)
  6. 1XF8 (Artefatos e conhecimento construídos em torno da liderança do Rio na C40 são compartilhados com outras cidades participantes da rede e abertos aos cidadãos. O poder político em torno na questão da mudança climática e da resiliência cresce na cidade.)

03/12/2013 -presente	Rio de Janeiro é selecionado como uma das 33 primeiras cidades a participarem do "Desafio das 100 Cidades Resilientes", programa pelo qual a Fundação Rockefeller fornece recursos para o desenvolvimento e materialização de planos de resiliência. A gerência de resiliência responsável por essa iniciativa na cidade cristaliza-se no COR.	7,10	T,D
-------------------------	--	------	-----

-----  
 Equipe de resiliência do COR, redes de colaboração urbana (100RC - 100 Resilient Cities, Climate Reality Project , Clinton Global Initiative, Governos Locais pela Sustentabilidade (ICLEI), Cidades e Governos Locais Unidos, Metrópolis, CB27, Sustainable Development Solutions Network (SDSN), W10, Tornando as Cidades Resilientes, União das Cidades Capitais Ibero-Americanas (UCCI) , Mercociudades, Aliança Euro-Latinoamericana de Coopera o entre Cidades - Projeto AL-LAs)  
 -----

1. 13 redes de coopera o internacional são introduzidas no sistema de inova o do COR, que intensifica o serviço de compartilhamento de experiências nesses f rums sobre seu modelo de cidades inteligentes e em temas como a sustentabilidade e a resiliência.
2. UFRJ, FGV e Accenture unem-se   gerência de resiliência do COR auxiliando na adapta o da metodologia de identifica o e avalia o de riscos para a elabora o do plano de resiliência do Rio.
3. 19 novos projetos ligados   resiliência urbana são absorvidos pelo COR e alinhados ao plano estratégico da cidade

- 
1. 3XF1 (13 redes internacionais são englobadas pelas fronteiras do SI do COR (C40 já incluída a partir da ascen o do Prefeito do Rio   sua liderança), assim como 2 novos entrantes celebrando parcerias do tipo hélice tripla (governo, universidade, empresa): UFRJ e Accenture (articula es com a FGV já aconteciam com o Grupo Pensa).
  2. 3XF2 (19 projetos inovadores na abordagem da resiliência são adicionados   carteira de projetos do COR, ativando o *learn by searching* e o *learn by doing*)
  3. 1XF3 (interac es em rede, inclusive internacionais, tornam-se mais intensas no COR)
  4. 1XF4 (plano de resiliência da cidade esclarece objetivos e metas quanto   resiliência, comunicando-os abertamente   sociedade)
  5. 1XF5 (As novas redes e os projetos de resiliência contribuem com aumento de demanda para o COR e suas plataformas tecnológicas)
  6. 1XF6 (Equipe de resiliência   formalmente designada, composta de um gerente de resiliência, consultores e um comitê gestor para acompanhar o programa, composto de integrantes do Gabinete do Prefeito, Defesa Civil,

---

 Instituto

Pereira Passos, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Coordenadoria de Relações Internacionais)

7. 1XF7 (Os novos grupos de interessados suportam o modelo do COR como relevante para a cidade, especialmente para o tratamento de crises)

8. 1XF8 (Artefatos e conhecimento construídos pela gerência de resiliência são disponibilizados às redes globais de resiliência e aos interessados locais, inclusive aos cidadãos)

17/12/2013 - presente    COR efetiva parceria com o Twitter adicionando o novo serviço de Twitter Alert à sua conta no microblog. Avisos emergenciais com interface diferenciada passam a ser transmitidos aos seguidores do serviço, facilitando a identificação das mensagens mais importantes e urgentes.    3,6    T,D

---

 COR, Twitter
 

---

1. Os serviços de compartilhamento de informações com os cidadãos e de coordenação do Sistema Alerta Rio recebem o diferencial de envio de alertas específicos para situações de emergência. A facilidade na identificação dos avisos aprimora a comunicação com a população nos momentos de crise.

2. Aprimoramento dos processos de comunicação emergencial pela equipe do COR, ativando o alerta do Twitter apenas em situações de emergência e extrema importância.

3. Experiência com o novo mecanismo de alerta em 3 situações iniciais: uma chuva forte e três ocorrências de grande impacto sobre o trânsito na cidade.

4. A diferenciação dos alertas na nuvem de dados do COR facilita o reaproveitamento de informações em algoritmos analíticos e no desenvolvimento de aplicações relacionadas a situações emergenciais por quaisquer interessados no STI.

---

1. 1XF1 (Novo experimento com a tecnologia de tweet, inaugurando uma diferenciação desse serviço na América Latina)

2. 1XF2 (*Learn by doing* no aprimoramento de protocolos de emergência, evitando a banalização do mecanismo. Treinamento dos interessados-chave no Sistema Alerta Rio e prática nas três primeiras situações reais de disparo dos alertas)

3. 1XF3 (*Learn by interacting e learn by using* na rede de atores participantes do Twitter da conta do COR, envolvendo o Sistema Alerta Rio e os assinantes do twitter)

4. 1XF4 (Geração de expectativas positivas na rede de atores)

5. 1XF5 (A comunidade de usuários do Twitter na cidade do Rio (229.779 seguidores) atua como um nicho de mercado para a solução)

6. 1XF7 (Os seguidores da conta de Twitter do COR passam a gerar lobby favorável à solução e à parceria do COR com o Twitter)

8. 1XF8 (Os alertas diferenciados do Twitter colaboram com o enriquecimento da nuvem de dados do COR, facilitando o reaproveitamento de informações em algoritmos analíticos e aplicações abertas dedicadas).

---

06/10/2014 - presente    COR realiza parceria com a Liga, ativando suporte ao aplicativo de colaboração virtual para monitoramento de ocorrências urbanas, o Olhos da Cidade, baseado em georeferenciamento e crowdsourcing.    2,3,6    T,D

---

 COR, Liga
 

---

1. Um novo ator - a Liga - é agregado ao ecossistema do COR.

2. Habilitação de serviços de compartilhamento de informações sobre várias ocorrências na cidade sob o modelo de crowdsourcing de forma automática e em tempo real, intensificando a interação com os cidadãos de forma bilateral. O diferencial é que imagens das câmeras do COR podem ser visualizadas pelos usuários e a recíproca é, também, verdadeira: Câmeras mantidas pelos integrantes da comunidade do Olhos da Cidade em prédios e estabelecimentos comerciais podem ser acessadas pelo COR.

3. Aquisição de experiência, pela equipe de informática e operadores do COR, na implementação e interpretação de interfaces e integração com o Olhos da Cidade.

4. Ampliação da nuvem de dados do COR para reaproveitamento de informações em algoritmos analíticos sobre

---

tendências de várias ocorrências urbanas.

1. 1XF1 (Novo ator - Liga - é incorporado ao SI do COR. Experiência com plataformas de georeferenciamento e crowdsourcing em tempo real para monitoramento de ocorrências diversas na cidade)
2. 1XF2 (*Learn by doing* no desenvolvimento das interfaces com o Olhos da Cidade pelo time técnico do COR e na sua interpretação pelos operadores, em especial nas primeiras fases de sua utilização)
3. 1XF3 (*Learn by interacting e learn by using* na rede de atores participantes do Olhos da Cidade, envolvendo quaisquer cidadãos móveis e usuários do aplicativo)
4. 1XF4 (Geração de expectativas positivas na rede de atores)
5. 1XF5 (A comunidade de usuários do aplicativo (mais de 10 mil pessoas) atua como um nicho de mercado para a solução tecnológica)
6. 1XF7 (Os usuários do Olhos da Cidade passam a gerar lobby favorável à solução e à parceria do COR com a Liga)
8. 1XF8 (As informações de planos de trânsito alimentadas pelo COR na rede do Olhos da Cidade e as respostas dos usuários compõem uma nuvem de dados que podem ser usados abertamente inclusive para a implementação de outras aplicações por quaisquer interessados, estimulando a inovação aberta)

2013-2015 82 trabalhos científicos sobre o COR são publicados e tornam-se acessáveis a partir da ferramenta Google Scholar 9 T,D

Cidadão especialista

1. Artigos, teses e trabalhos de conclusão de curso disponibilizados à comunidade científica e demais redes de atores

1. 3XF2 (82 exercícios de geração de conhecimento formal por *learn by searching*)
2. 1XF3 (Difusão do conhecimento formal das publicações em redes)
3. 1XF4 (Expectativas de atores sensibilizada positivamente pelo conteúdo favorável ao COR encontrado nos artigos)
4. 1XF7 (Disseminação de imagem positiva do COR a possíveis novos interessados)
5. 2XF8 (Artefatos como artigos, teses e trabalhos de conclusão de curso tornam-se disponíveis para compartilhamento entre os atores do STI e propagam-se como fontes de informação para pesquisas no mundo todo)

Fonte: Elaboração própria com base em entrevistas a representantes do COR e seus provedores de soluções, artigos, livros, sites e vídeos e sob os procedimentos analíticos especificados em 4.1.1.

Legenda:

- **T**: *Technology push*; **D**: *Demand pull*, discriminados segundo taxonomia fixada no quadro 2.10.
- *iXF<sub>n</sub>* onde *i*=1..3 representa a intensidade de sensibilização da função (1 para baixa, 2 para média e 3 para alta, conforme padrão estabelecido em 4.1.1.2.2.2.) e *n*=1..8, o índice da função (F1..F8) sob análise de acordo com o quadro analítico 2.9.
- F1: Atividades empreendedoras; F2: Desenvolvimento de conhecimento; F3: Difusão de conhecimento através das redes; F4: Orientação da busca; F5: Formação de mercado; F6: Mobilização de recursos; F7: Criação de legitimidade; F8: Desenvolvimento de externalidades positivas

Nota: \*Perfil é o padrão de análise atribuído aos fatores de sistema para identificar funções de sistema por eles ativadas e a intensidade da ativação. Cada padrão é rotulado com os números 1..10 seguindo a sequência de itemização do quadro analítico 2.9.

O quadro 5.7 refina a análise da capacidade na entrega de serviços de sustentabilidade alcançada pelo COR durante o seu processo de amadurecimento, extraído do quadro 5.6 os fatores de sistema do tipo serviço agregados ao STI apenas nesta segunda etapa no ciclo de vida do COR. Ele comprova a extensão da abrangência em sustentabilidade também para as

dimensões ambiental e cultural, ausentes na configuração inaugural do COR, mas absorvidas no STI com a aglutinação da gerência de resiliência ao centro.

Quadro 5.7: Avaliação estratégica:  
Análise da capacidade de entrega de serviços sustentáveis gerados durante o processo de amadurecimento do STI do COR (2013-2015)

Unidade	Serviço	Atividades	Capacidade de entrega sob as dimensões da sustentabilidade (A,E,C,I,S)	
Meteorologia	Coordenação do sistema Alerta Rio	Envio de alertas SMS em condições de atenção, alerta ou alerta máximo a agentes comunitários, utilizando o Twitter Alert quando necessário	4XS	
Trânsito	Coordenação da mobilidade urbana	Monitoramento 24X7 de trânsito usando câmeras, inclusive <i>crowdsourced</i> , como as disponibilizadas pela rede Olhos da Cidade	4XI	
		Monitoramento 24X7 de trânsito usando informações providas por <i>crowdsourcing</i> a partir do aplicativo Waze e do Olhos da Cidade	4XI	
		Retroalimentação de planos de tráfego nas redes de social driving do Waze	5XE	
Segurança	Coordenação de ações da guarda civil	Monitoramento 24X7 de áreas da cidade cobertas por câmeras, inclusive <i>crowdsourced</i> , como as disponibilizadas pela rede Olhos da Cidade	4XI	
Comunicação	Compartilhamento de informações	Elaboração e envio de boletins extraordinários aos veículos de comunicação e nas redes sociais (twitter, facebook, youtube) com informações importantes para os cidadãos (procedimentos, estado geral de situações e expectativas de normalização, etc) em caso de incidentes, utilizando o Twitter Alert quando necessário.	4XS	
		Recepção de informações (fotos, mensagens, etc) disponibilizadas pelos cidadãos via Twitter, facebook, Olhos da Cidade, etc. e encaminhamento às equipes responsáveis no COR	4XI	
Gerência de Resiliência	Cooperação com redes temáticas em sustentabilidade e resiliência urbana	Participação em forums de discussão virtuais e presenciais	2XI	
		Liderança em rede de cooperação entre cidades para a mudança climática	Planejamento e execução de atividades para reforçar os relacionamentos entre os participantes da rede	2XI
		Gestão de projetos de	Serviço de elaboração de relatórios de status dos projetos de resiliência em execução na cidade e reportando ao Chefe do	2XI

		Gabinete de Resiliência (CGR), ao Prefeito e demais interessados nas comunidades de resiliência	
		Serviço de identificação de riscos urbanos, elaboração de planos de resposta e ativação de projetos e ações para executá-los, envolvendo os interessados-chave	2XI
		Apoio à liderança e execução de projetos ambientais (Reflorestamento, Rio Capital da Bicicleta)	2XA
resiliência da cidade		Apoio à liderança e execução de projetos econômicos (Porto Maravilha, Rio Ambiente de Negócios, Fechamento do Lixão de Gramacho e abertura da Central de Tratamento de Resíduos de Seropédica, BRT - Bus Rapid Transit e BRS - Bus Rapid System)	2XE
		Apoio à liderança e execução de projetos culturais (Fomento à produção cultural, Rio Capital do Turismo)	2XC
		Apoio à liderança e execução e execução de projetos institucionais (Autovistoria Predial, LAB.Rio)	2XI
		Apoio à liderança e execução de projetos sociais (Expansão do Saneamento da Zona Oeste, Clínica da Família, Rio + Social, Defesa Civil nas Escolas, Reservatórios da Grande Tijuca e Desvio do Rio Joana, Controle de Enchentes - Macrodrenagem de Jacarepaguá)	2XS
	Apoio ao planejamento estratégico urbano	Projeções do número de contribuintes e receita prevista arrecadada no horizonte de planejamento, além de outras projeções estratégicas futuras	2XI
	Construção de algoritmos analíticos utilizando ferramentas de analytics baseados na nuvem de dados urbana	Direcionamento de ações preventivas a partir de relatório de regiões da cidade com maior incidência de dengue	5XS
		Direcionamento de ações preventivas a partir de relatório de regiões da cidade com maior incidência de queda de árvores	5XS
		Direcionamento de ações preventivas a partir de relatório de regiões da cidade com maior tendência a alagamentos produzido a partir de análise da nuvem de dados urbana	5XS
		Direcionamento de ações preventivas a partir de relatório sobre regiões da cidade mais deficitárias em transporte coletivo urbano, em especial nas datas-chave como o Réveillon	5XS
Estratégia/ Grupo Pensa	para comunicar tendências a órgãos da prefeitura ou outros interessados-chave	Direcionamento de ações preventivas a partir de relatório sobre velocidade média das vias da cidade, bem como as ruas que abastecem as principais vias, formando picos de tráfego	3XE
		Relatório de regiões da cidade apresentando maior número de estacionamentos irregulares	5XI
		Direcionamento de ações preventivas a partir de relatório de consumo de água nas escolas da rede municipal produzido a partir de análise da nuvem de dados urbana	5XA
	Proposição de idéias (ideação) gerando planos para melhoria dos serviços prestados ao cidadão	Captação de problemas ou riscos e estudo de possíveis soluções, criando projeções para apoiar o desenvolvimento das melhores alternativas	5XI
		Promoção de hackatons para geração de idéias e implementação de soluções a problemas urbanos	2XI

Fonte: Elaboração própria com base em entrevistas a representantes do COR e seus provedores de soluções, artigos, livros, sites e vídeos e sob os procedimentos analíticos especificados em 4.1.1.



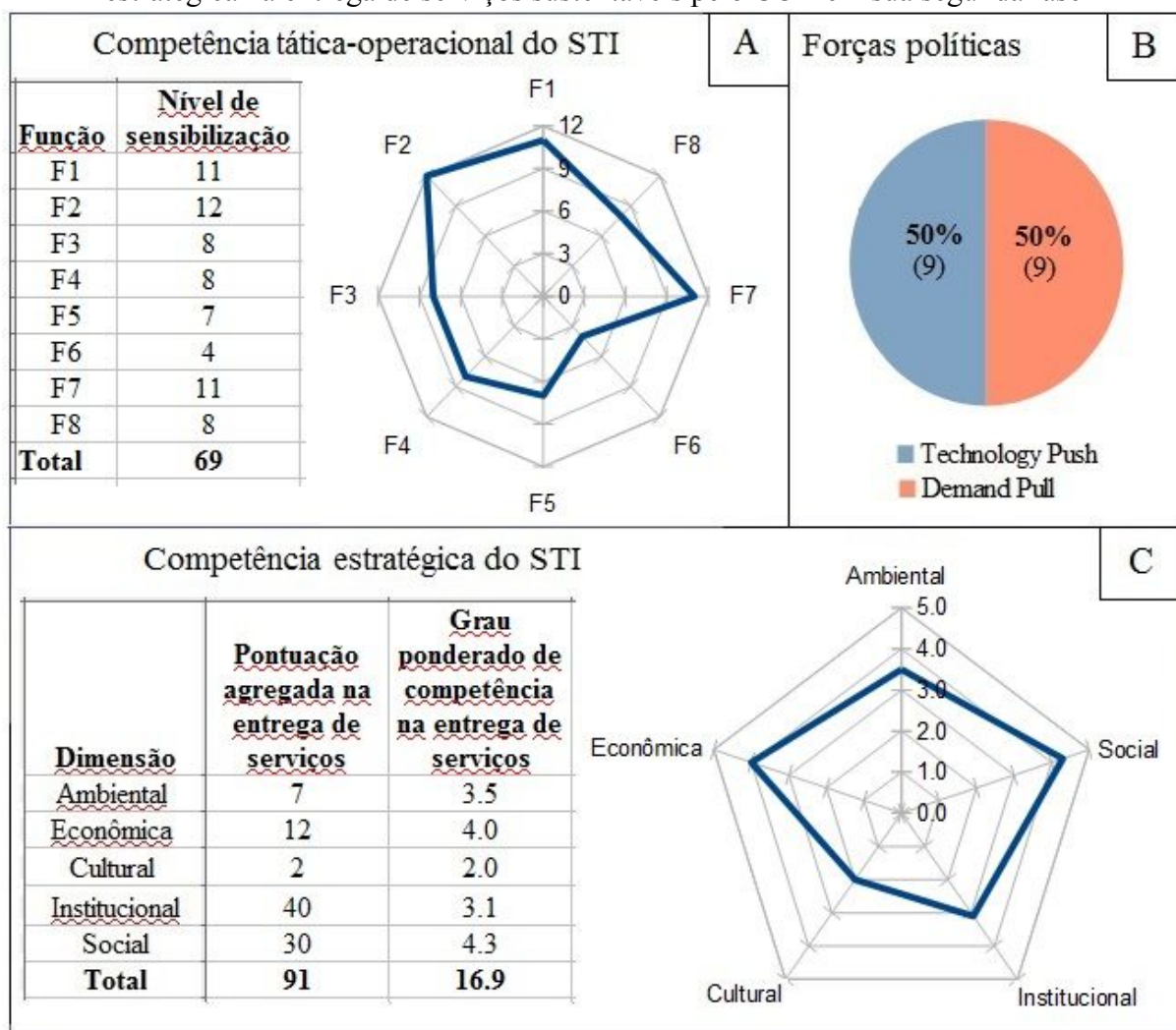
Legenda:

- S: Dimensão social; A: Dimensão ambiental; E: Dimensão econômica; I: Dimensão Institucional; C: Dimensão Cultural
- $n \times p$  onde  $n=0..5$  representa o nível de capacidade na entrega de serviços identificado para a atividade sob análise conforme o padrão estabelecido pelo procedimento 4.1.1.2.2.4 e  $p$ , a perspectiva da sustentabilidade privilegiada pela atividade, que pode ser uma entre as descritas no Quadro 3.5, isto é, S,A, E,I ou C.

Nota: Os perfis de análise empregados para categorizar cada atividade sob as perspectivas S, A, E, I ou C são encontrados no Quadro 3.6.

A Figura 5.5 consolida as análises dos quadros 5.6 e 5.7, sublinhando a manutenção do alto desempenho na oferta dos serviços em todas as perspectivas da sustentabilidade em relação à fase inaugural do STI, agora também abarcando as dimensões ambiental e cultural, justificando a ascensão do modelo do COR à qualidade de inteligente e não apenas digital.

Figura 5.5: Consolidação das análises das competências tática-operacional do STI e estratégica na entrega de serviços sustentáveis pelo COR em sua segunda fase



Fonte: Elaboração própria com base na consolidação dos dados dos Quadros 5.6 e 5.7 sob os procedimentos

especificados na subseção 4.1.1 e detalhados no Apêndice A, seção A.1

Legenda:

- F1: Atividades empreendedoras; F2: Desenvolvimento de conhecimento; F3: Difusão de conhecimento através das redes; F4: Orientação da busca; F5: Formação de mercado; F6: Mobilização de recursos; F7: Criação de legitimidade; F8: Desenvolvimento de externalidades positivas

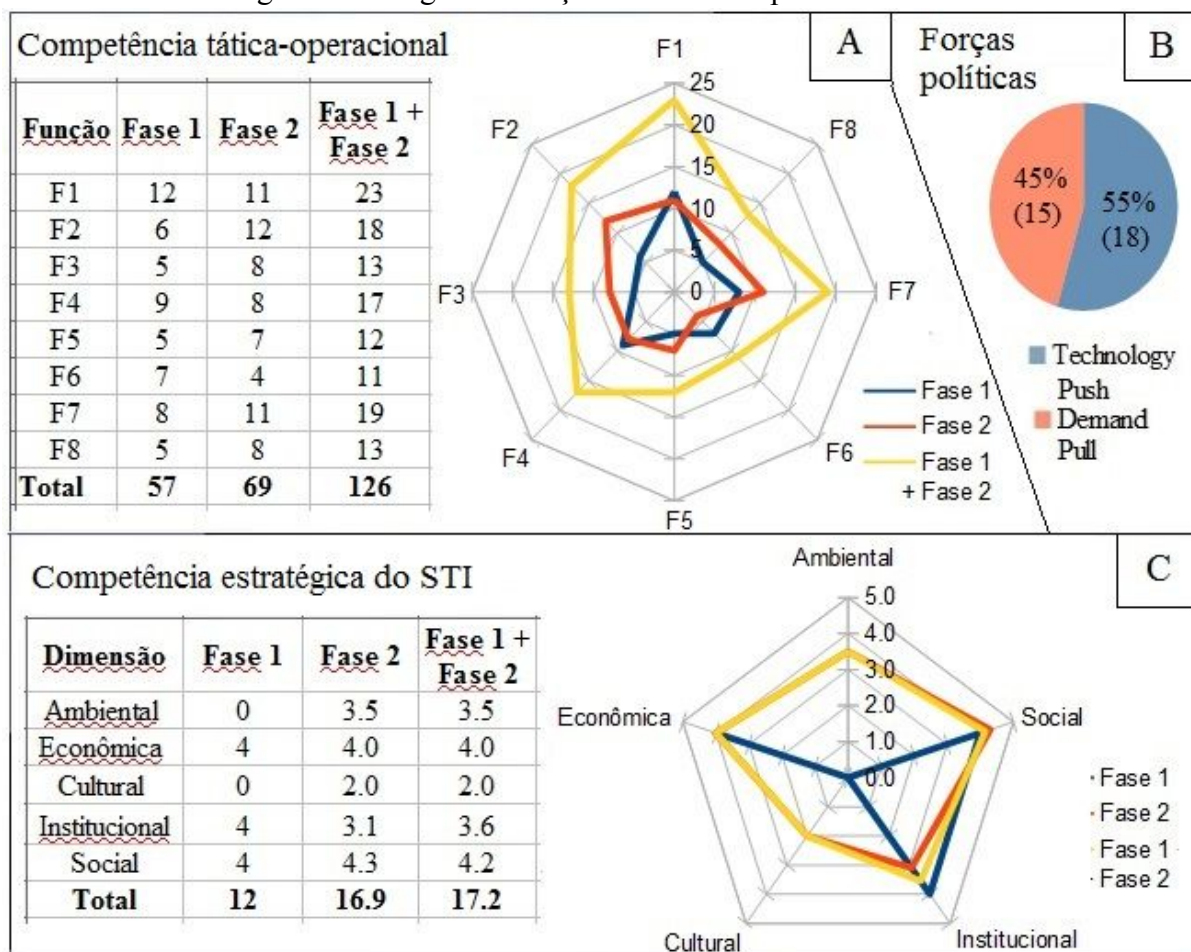
Isto é, a denominação de Centro de Inteligência do Rio de Janeiro (CIR) não seria inadequada para o COR a partir de 2013, em que são assimilados pela solução o grupo Pensa-Sala de Idéias e a gerência de resiliência. Afinal, as operações acontecem na sede do *call center* que mantém o 1746 e que apenas recorre ao centro quando necessita de serviços inteligentes para solucionar os problemas do dia-a-dia da cidade.

### 5.5. A tradução da transformação do COR para CIR em níveis de maturidade

A Figura 5.6 enfatiza a migração do modelo do COR da predominância digital e propensa ao determinismo tecnológico (*smart city* 1.0 na Figura 1.3) presente em sua concepção, inauguração e primeiros dois anos de operação (Figura 5.6B) para a composição inteligente (Figura 5.6C) atingida a partir de 2013, em que, dentre outras inovações, algoritmos analíticos elaborados sobre a nuvem de dados urbana encorajam a atitude preventiva na cidade e os programas ligados à resiliência oficializam a presença e priorização das questões amplas da sustentabilidade no planejamento estratégico da cidade (*smart city* 2.0 na Figura 1.3).

Essa transformação para uma governança mais participativa se evidencia pela desproporção consolidada em todo o ciclo de vida do COR de apenas 10% em favor das forças de *push* na comparação entre táticas de *technology push* e *demand pull* (Figura 5.6B), sendo que na primeira fase, em 20%, essa diferença em desvantagem para o *pull* era mais destacada (Figura 5.2B) e na segunda etapa do histórico do COR foi extinta, com a equiparação entre manobras de *technology push* e *demand pull* em 50% (Figura 5.5B), o que é uma característica esperada em *smart governance* (Quadro 2.6).

Figura 5.6: Comparação entre as análises consolidadas das competências tática-operacional do STI e estratégica na entrega de serviços sustentáveis pelo COR em suas fases 1 e 2



Fonte: Elaboração própria com base nas figuras 5.2 e 5.5 sob os procedimentos especificados na subseção 4.1.1 e detalhados no Apêndice A, seção A.1

Legenda:

- F1: Atividades empreendedoras; F2: Desenvolvimento de conhecimento; F3: Difusão de conhecimento através das redes; F4: Orientação da busca; F5: Formação de mercado; F6: Mobilização de recursos; F7: Criação de legitimidade; F8: Desenvolvimento de externalidades positivas

Na Figura 5.6A concentram-se os argumentos empíricos favoráveis à interpretação do COR como um modelo sólido de *smart city*, sugerindo que, em lugar de um ciclo de vida efêmero, o equilíbrio entre forças no seu STI o inclina à estabilidade, longevidade e expansão:

1. a tática em resolver problemas locais recorrendo à alta tecnologia atrai agentes dinâmicos ao STI do COR, ativando, especialmente, as forças F1 e F2, correspondentes às atividades empreendedoras e à geração e retenção de conhecimento na cidade e somando, juntas, 41 pontos;

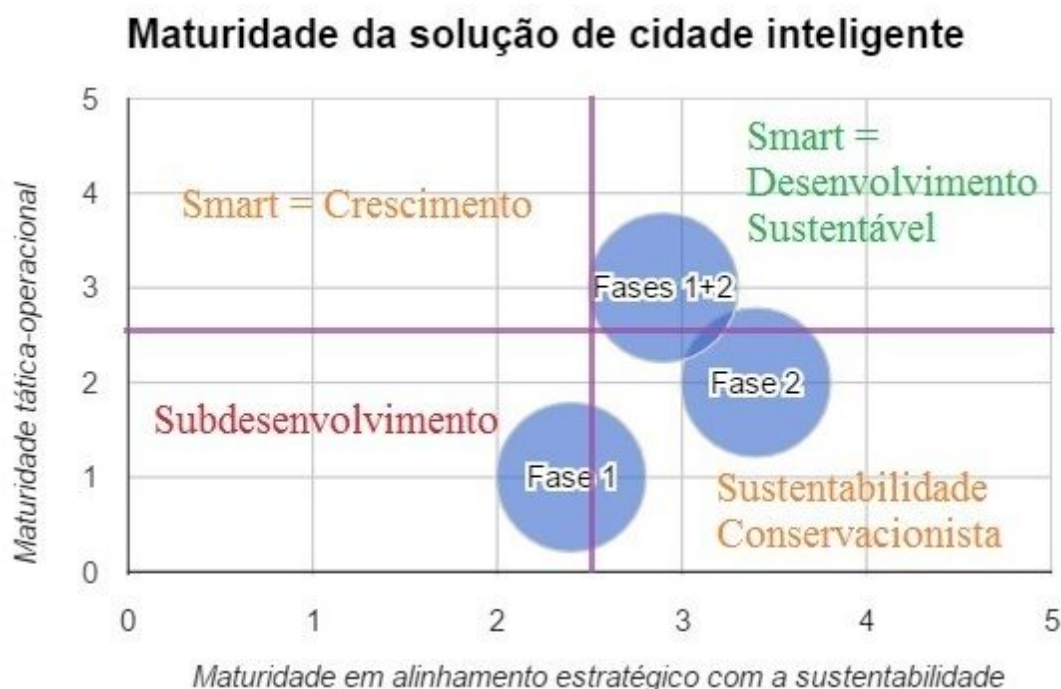
2. a resposta positiva dos cidadãos e da mídia em geral aos serviços inteligentes disponibilizados às comunidades de usuários do município, bem como o alinhamento normativo fundamentando e institucionalizando a arquitetura de entrega dessas funcionalidades são elementos responsáveis por um grupo de forças sensibilizadas ainda mais acentuadamente pelo STI do COR: F7 (criação de legitimidade), F4 (orientação da busca), F5 (formação de mercado), que, em conjunto, totalizam 48 pontos;
3. com a evolução do STI e o compartilhamento dos ativos derivados resultantes entre os atores, as próximas forças impulsionadas mais intensamente, contribuindo com 26 pontos, são a F8 (desenvolvimento de externalidades positivas) e F3 (difusão de conhecimento através das redes), principalmente com a colaboração da gerência de resiliência nas redes globais de cooperação e
4. finalmente, dada a urgência e a magnitude das transformações implicadas na concretização da plataforma inteligente do COR em sua etapa inicial, uma força importante, embora modesta na segunda fase, é a F6 (mobilização de recursos), contando 11 pontos.

A tradução desse diagnóstico de amadurecimento do COR em suas competências tática-operacionais e estratégicas pode ser observado na Figura 5.7, que facilita a visualização do progresso em sua capacidade de entrega de serviços tanto pelo fortalecimento de seu STI, que se expande em 121% da fase 1, com 57 pontos acumulados para a fase 2, com 69 pontos na competência tática-operacional (Apêndice A, Figura A.3), quanto pela ampliação no leque de prismas da sustentabilidade favorecidos: o potencial para concretizar as estratégias políticas do modelo de cidade inteligente é incrementado em cerca de 141% da fase inaugural, em que soma 12 pontos em competência estratégica (Apêndice A, Figura A.3), para a fase operacional, quando a inserção dos projetos dedicados às dimensões ambiental e cultural da sustentabilidade colaboram na totalização de 16.9 pontos (Apêndice A, Figura A.3), completando a abrangência do enfoque estratégico e projetando o STI do COR no domínio do *smart growth* (Quadro 2.5), isto é, do desenvolvimento sustentável.

Com isso, o COR contribui com a ampliação do nível de inteligência da cidade em 141% na vertente instrumental, migrando do grau 2.4 para 3.4 nessa escala (Apêndice A,

Figura A.5) e em 159% no equilíbrio de distribuição de seus serviços a todas as perspectivas da sustentabilidade, com o avanço de 2.7 para 4.3 no nível de competência para o *smart growth* (Apêndice A, Figura A.5). A Figura 5.8 ilustra a intensidade desses aportes, que corroboram a amplificação observada nos demais diagramas da sua competência na entrega de serviços, aproveitando, cada vez mais, as potencialidades que as TICs inteligentes oferecem e abarcando, de forma equilibrada, cada vez mais vertentes da sustentabilidade em sua proposta estratégica de serviços.

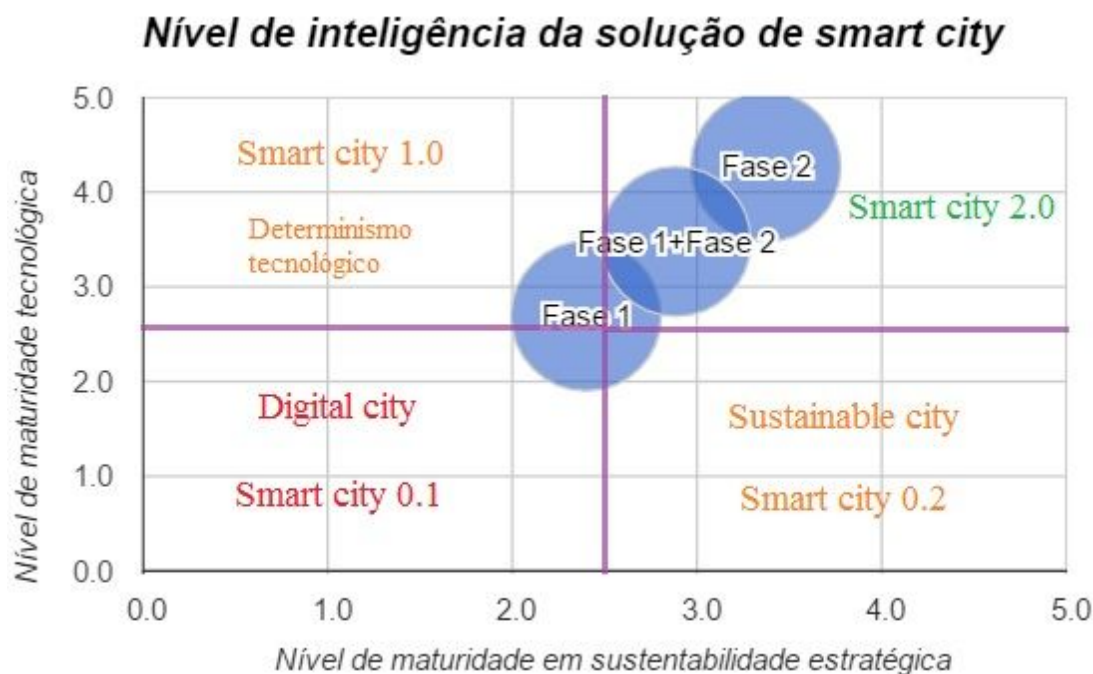
Figura 5.7: Consolidação da performance tática-operacional e estratégica do COR em níveis de maturidade



Fonte: Elaboração própria a partir das compilações das análises de competência tática-operacional e estratégica do ecossistema de inovação do COR das Figuras 5.2, 5.5 e 5.6 sob os procedimentos especificados na subseção 4.1.1 e detalhados no Apêndice A, seção A.2

Nota: A escala máxima para o eixo de maturidade tática-operacional é obtida considerando a máxima performance do STI em cada ciclo analítico, dado que cada cidade possui características e estratégias particulares

Figura 5.8: O avanço no nível de inteligência do COR da fase 1 para a fase 2



Fonte: Elaboração própria a partir da apuração dos níveis de maturidade na competência estratégica do ecossistema de inovação do COR da Figura 5.7 e do cômputo do número de serviços ofertados pelo COR nos quadros 5.3 e 5.7 sob os procedimentos especificados na subseção 4.1.1 e detalhados no Apêndice A, seção A.3

Nota: No eixo vertical encontram-se os níveis de maturidade para as fases 1 e 2 na competência estratégica do COR em entregar serviços apoiando-se à instrumentalização tecnológica. No eixo horizontal são indicadas as médias do total de serviços pelo número de dimensões da sustentabilidade (5) em ambos os estágios do COR. Esse mapa ilustraria o grau médio de pontuação para instrumentalização tecnológica diluído entre as vertentes da sustentabilidade, mas é possível que os serviços sejam concentrados numa única dimensão, como a econômica. Nesse caso, o diagrama não representaria adequadamente o nível de inteligência da solução, pois é preciso que haja um balanceamento de serviços entre as dimensões. Então, um algoritmo foi elaborado para aplicar uma média ponderada no cálculo do nível de maturidade referente à coordenada x em que, para cada quintupla de serviços analisados que não contemple todas as dimensões da sustentabilidade, um fator redutor é imposto à próxima quadra na apuração da média e assim por diante. Mais detalhes sobre a lógica e implementação desse algoritmo encontram-se na seção A.3 do Apêndice A.

Esse é um exemplo mais representativo de ferramenta de controle de maturidade para a sustentabilidade, pois serviços com alto grau de inteligência perdem expressão se não forem distribuídos de forma equilibrada entre cada vertente do desenvolvimento sustentável.

## 5.6. Considerações finais

Este capítulo submeteu o COR, uma solução brasileira recente de *smart city*, ao *framework* de análise desenhado no capítulo 4, demonstrando a capacidade do centro em alavancar e difundir tecnologias inteligentes sob serviços cuja proposta de sustentabilidade evolui para uma configuração cada vez mais aderente às estratégias de desenvolvimento sustentável abrangente da cidade do Rio de Janeiro. Com isso, o capítulo materializou as

estratégias-chave delineadas na metodologia desta dissertação para cumprir com os objetivos que respondem, utilizando um caso real, à pergunta motivadora da pesquisa.

O caso estudado comprovou que o STI articulado em torno das TICs de cidades inteligentes do COR é capaz de gerar, compartilhar e multiplicar externalidades positivas a partir dos fatores de sistema forjados por meio da ativação das diferentes funções de sistema pelos atores, sejam eles representantes de redes públicas, privadas ou mistas, governamentais ou não, constituindo um ecossistema de inovação aberta em serviços que proporciona uma governança mais inteligente ao município.

A experiência com a análise do COR também confirmou a assertiva de que há uma tendência de migração das versões 1.0 para 2.0 em *smart cities*, isto é, o dinamismo inovador ocasionado pelas TICs de cidades inteligentes inclina-se à propagação independente do fomento do Estado, num impulso *bottom-up*, com inclinação ao determinismo tecnológico, mas pode ser, por manobras de *top-down* da administração pública municipal, reorientado e intensificado para o atingimento de metas locais da resiliência e sustentabilidade com participação, comprometimento e interdependência entre todos os atores do ecossistema.

Um exemplo disso para o COR está na instituição do Grupo Pensa e nas parcerias celebradas com agentes empreendedores como o Google e a Liga para integração com aplicações de *crowdsensing* (PPPPs) como o Waze e Olhos da Cidade: todo o potencial da nuvem de dados formada por esses sistemas sensoriais participativos pôde ser aproveitado no município com o emprego mais efetivo da infraestrutura pública em ações proativas fundamentadas em algoritmos analíticos de *Big Data* para melhoria no transporte e qualidade de vida a cidadãos de todas as classes sociais. O mesmo acontece com o uso de TICs inteligentes para prevenir mortes por deslizamentos nos protocolos em que o COR coordena a detecção antecipada de chuvas fortes e a atuação conjunta com a Defesa Civil e comunidades de risco para evacuar as áreas ameaçadas antes das tempestades.

Outro exemplo são os *hackathons* organizados pela equipe do Pensa, reunindo *smart citizens*, especialistas ou não, e demais atores do ecossistema para co-criar serviços inteligentes e resolver problemas urbanos em parcerias inovadoras abertas. Nessas oportunidades a plataforma ofertada ao cidadão transcende aquelas dos aplicativos suportados por provedores de soluções de TICs, sendo representada pela própria cidade por intermédio de

sua nuvem de dados, convertendo os aplicativos, demais dispositivos e soluções inteligentes, bem como o próprio COR, em interfaces com o ecossistema urbano, num modelo de *living lab*.

Dessas articulações não só o empoderamento e conseqüente compromisso do cidadão são conquistados, mas há geração e difusão de conhecimento local estimulando a inovação em tecnologias de cidades inteligentes que pode criar novas oportunidades de negócio locais com projeção global. As aplicações *smart* implantadas pelos *hackathons* são fortes candidatas a isso, mas também as próprias práticas de adaptação, pelo COR, da interface com o Waze, Olhos da Cidade e outras ferramentas, a integração com o Alerta Rio incorporando o saber local acumulado há décadas no monitoramento climático pelo Instituto Pereira Passos e Fundação Geo-Rio e, dentre tantas outras possibilidades, a microgovernança para gestão inteligente de incidentes institucionalizada no COR, motivadora primária de sua inauguração.

Tais iniciativas, portanto, não envolvem apenas o aperfeiçoamento da capacidade técnica, mas igualmente a edificação de inteligência comportamental nas atitudes mais inovadoras, proativas, abertas, participativas e alinhadas com a sustentabilidade que os ecossistemas das TICs de cidades inteligentes exigem. Assim, a instauração do COR não só incentivou a cultura inovadora, a maior interação e transparência entre a administração municipal e o ecossistema externo a ela, mas acarretou numa maior integração entre agências e secretarias internas, quebrando silos e intensificando a cooperação pela resiliência urbana.

A demonstração mais expressiva do acúmulo dessas competências consolidou-se no estabelecimento da Gerência de Resiliência no COR, instituindo uma governança apoiada no diálogo e comprometimento formal de atores críticos das redes públicas e privadas da cidade com planos para a gestão de riscos não só sintonizados com as estratégias urbanas para o desenvolvimento sustentável e a resiliência como também influenciadores de aprimoramentos e extensões a elas.

Com a vigência do novo organograma de suporte à Gerência de Resiliência no COR e a comunicação de uma liderança e visão claras para a política de resiliência na cidade, uma transição do aspecto informal para um arranjo mais formal instalou-se em seu STI, o que tende a favorecer, ainda mais, sua expansão e estabilidade. Adicionalmente, a interface com os demais programas mantidos pela prefeitura no ambiente externo às fronteiras do COR



tornou-se mais evidente e ativa, conferindo-lhe responsabilidades, autoridade e posicionamento ainda mais estratégico.

Em decorrência, o escopo de atividades ofertadas pelo COR ampliou-se e, em paralelo, sua abrangência, passando a entregar serviços dirigidos inclusive aos enfoques ambiental e cultural da sustentabilidade, perspectivas remanescentes para que a solução contemplasse a todas as dimensões do desenvolvimento sustentável, elevando seu índice de inteligência.

Ademais, os novos serviços introduzidos pela Gerência de Resiliência vincularam ao COR um conjunto expressivo de novos atores empreendedores, em particular na sua participação em redes de colaboração nacionais e internacionais entre municipalidades para o desenvolvimento sustentável, resiliência e enfrentamento dos desafios do aquecimento global, como a 100RC da Fundação Rockefeller. Desta, aliás, originaram-se os recursos financeiros para a concepção da gestão da resiliência como um organismo singular associado ao COR e para a elaboração de seus planos de resposta a riscos da mudança climática.

Esses e outros eventos de sistema principais capturados e examinados sob o *framework* analítico das competências tática-operacional e estratégica do COR conduziram-no a uma trajetória de constante crescimento e amadurecimento em que duas fases peculiares puderam ser identificadas:

(i) a primeira, correspondente ao contexto inaugural desde sua fundação, em 2010 e dois primeiros anos de operação até 2012, em que acumulou o excedente de 20% em forças de *technology push* sobre as de *demand pull* em seus fatores de sistema, propriedade de uma solução de *smart city* essencialmente determinista tecnológica (1.0). Isso, sobretudo, porque surgiu como reação aos desastres causados pelas fortes chuvas de abril de 2010, inspirado nas arquiteturas globais de CIO da IBM e não como parte de um plano de longo prazo moldado junto das comunidades-alvo e levando em conta suas expectativas e as especificidades do cenário local. Assim, como produto do investimento *top-down* inicial de aproximadamente R\$ 25 milhões, o COR, ao final de 2012, mobilizara uma rede de 58 atores centrais, incluindo grandes provedores multinacionais de TICs e atingindo o grau de 57 pontos em sua competência tática-operacional e 12 na competência estratégica dos serviços disponibilizados, privilegiando as perspectivas econômica, social e institucional da sustentabilidade;

(ii) a segunda, relativa ao período de 2013 a 2015, em que as manobras de *technology push* e *demand pull* se equiparam em eventos de sistema desencadeados por uma governança mais *smart* devido à celebração, pelo COR, de parcerias do tipo PPPP, mais inclusivas e participativas, da exploração plena de potencialidades em infraestruturas inteligentes implantadas no estágio anterior com a inovação das ferramentas analíticas sobre nuvens de dados e do lançamento de uma pluralidade de serviços voltados a um grupo mais amplo e homogêneo de dimensões da sustentabilidade, agora abarcando também a ambiental e a cultural. Ao fim dessa etapa em que o COR assume uma postura de solução mais inteligente (2.0), seu STI agrega 87 atores críticos, com agentes empreendedores de menor porte locais e nacionais coexistindo em sinergia com grandes consultorias globais, estas já em menor número, num ecossistema de inovação aberta em serviços mais explícito. Seus níveis em competência tática-operacional e estratégica também superam os da fase inicial em 121% e 141% respectivamente, com 57 pontos na escala tática-operacional e 12 na estratégica.

Tais resultados tangíveis atestam um progresso notável na capacidade do círculo virtuoso que se instalou sob o STI do COR em expandir-se e alargar sua competência no amparo à execução das propostas alinhadas ao desenvolvimento sustentável amplo da cidade. Eles não são suficientes para estabelecer uma relação causal entre os serviços inteligentes que o COR oferece e os efeitos positivos concretos já percebidos no ambiente real da cidade, como o saldo nulo de mortes por deslizamentos desde o princípio de suas operações em 2010 e até 2015, intervalo temporal adotado nesta pesquisa. Para comprovar a causalidade, segundo especialistas, como as cidades são sistemas de sistemas complexos influenciados por uma vasta série de fatores internos e externos (e, de fato, existem vários outros programas dedicados à resiliência do Rio de Janeiro independentes do COR), são mais apropriadas as teorias de sistemas adaptativos complexos e metodologias sistêmicas multiniveladas e evolucionárias híbridas.

Esses *frameworks* cognitivos, entretanto, bem como as próprias soluções de cidades inteligentes, permanecem ainda em estágio exploratório e sua aplicação prática demandaria ainda mais tempo e recursos do que aqueles destinados às instalações de *smart city* pelas municipalidades.

Isto posto, o exercício realizado aqui com a metodologia analítica das competências

tática-operacional e estratégica em soluções de cidades inteligentes reforça a utilidade e eficiência na adaptação descomplicada de arcabouços já existentes e maduros em STIs, arquiteturas funcionais de *smart cities* e indicadores de sustentabilidade, como o *dashboard* de sustentabilidade, para construir taxonomias exclusivas ao domínio das soluções de cidades inteligentes e combiná-las em quadros de análise. Estes, apesar de não serem tão sofisticados em prever e avaliar exatamente a repercussão final desejada das soluções, permitem visualizar e controlar a direção até ela, revelando detalhes das táticas e mecanismos operacionais que, balanceados, forjam o sucesso na materialização dos planos estratégicos urbanos para a sustentabilidade.

Além de ampliar as habilidades dos estrategistas de políticas públicas na adoção formal desses dispositivos, por vezes inconscientemente acessados na formulação de políticas, estratégias, táticas e ações, a experiência organizada com eles idênticamente auxilia no alargamento da usabilidade e qualidade dos *frameworks* em si: por exemplo, a imposição do arcabouço de análise do capítulo 4 sobre o COR propiciou a incorporação de sucessivas melhorias nos procedimentos e artefatos do quadro analítico, especialmente na tradução de elementos intangíveis da inovação em serviços para tangíveis e no refinamento dos serviços em atividades para tornar mais precisa sua classificação sob as dimensões da sustentabilidade e sob as categorias da arquitetura funcional típica de *smart cities* empregada. Esta última, por sua vez, foi estendida para abrigar a funcionalidade de meteorologia, acessória em municipalidades brasileiras em geral mas essencial para a resiliência do Rio de Janeiro. Também por isso, a gerência de resiliência e até a função estratégica de informação para apoio a decisão fundamentada em algoritmos analíticos sobre nuvens de dados foram destacadas como funcionalidades principais e não secundárias.

Mas a contribuição metodológica mais relevante da dissertação provavelmente se concentra no esboço de uma taxonomia específica para eventos, fatores e funções de sistema para STIs de cidades inteligentes, além de padrões para julgamento qualitativo de seus efeitos sobre o ecossistema associado, colaborando com a padronização de serviços nesse paradigma, que é uma das apostas para a difusão mais eficiente desse arquétipo tecnológico.

Finalmente, a sistematização de *frameworks* como o proposto aqui encoraja variações na aplicabilidade, como o uso na composição de *rankings* de cidades inteligentes e

*benchmarkings* entre elas que, pela transparência nos elementos intermediários que tornam robusta e duradoura uma implementação de *smart city*, estimula a cooperação em lugar da competição entre cidades na execução de seus planos dirigidos ao desenvolvimento sustentável, pois facilita o compartilhamento de lições aprendidas entre as municipalidades. Analogamente, o planejamento de projetos para implantar soluções de cidades inteligentes mais estáveis e sustentáveis, a aquisição de tecnologias e desenho de serviços mais inteligentes e a validação de planos estratégicos urbanos que recorram às *smart cities* são outras dentre as várias opções de reaproveitamento de quadros analíticos como o sugerido neste estudo.

Desdobramentos mais elementares dessas arquiteturas analíticas também podem derivar interpretações bastante intuitivas e úteis como as da velocidade no crescimento, difusão e compatibilização com as estratégias sustentáveis no ecossistema de inovação aberta das cidades inteligentes. Para ilustrar esses artifícios com os índices de performance obtidos neste capítulo com o COR, se ele aglomerou 87 atores principais em 6 anos, então sua rede cresce a uma taxa anual média de 14.5 participantes; se ao final de 6 anos sua competência tática-operacional superou a dos primeiros 3 anos em 121%, seu desempenho em difusão aumenta em cerca de 24% a cada ano e, se a sua competência estatégica nos 3 últimos anos suplantou em 141% a dos 3 anos iniciais, a velocidade com que consegue alinhar seus serviços às estratégias do desenvolvimento sustentável se eleva anualmente em aproximadamente 28%.

Essas observações finais sobre a flexibilidade do *framework* metodológico desenvolvido para a análise das competências tática-operacional e estatégica do COR acabam por corroborar as constatações de que a solução tem experimentado progresso contínuo, revertendo a condição de *smart city* 1.0 em que foi concebida para uma configuração 2.0, isto é, mais madura e inteligente.

Isso significa que o máximo potencial das TICs modernas compreendidas na solução de *smart city* do COR vêm sendo exploradas de forma inovadora sob uma governança mais participativa pelo seu ecossistema de inovação aberta para entrega de serviços orientados ao desenvolvimento sustentável abrangente e equilibrado, o que permite a essas tecnologias cumprir o papel de executoras das metas incorporadas aos planos estratégicos urbanos,

comprovando a inteligência da solução.

Também retrata a conclusão de que, desde a sua etapa de evolução estratégica e inteligente a partir de 2013, o COR já se firmava como um centro de inteligência, mais do que um centro de operações. Logo, não seria inoportuna a conversão de seu acrograma de COR (Centro de Operações Rio) para CIR (Centro de Inteligência Rio).

## CONCLUSÕES

Recorrendo ao referencial teórico de STIs e ao arcabouço que estrutura o *Dashboard* de Sustentabilidade, o presente estudo esboçou um modelo de análise da competência

1. tática-operacional: do STI que abrange as plataformas tecnológicas das arquiteturas de cidades inteligentes em consolidar-se e expandir-se. Com isso, os ecossistemas de inovação aberta que suportam as soluções de *smart cities* são capazes de sustentar círculos virtuosos promovendo as TICs inteligentes e suas redes multidisciplinares de atores. Em consequência, multiplicam-se as probabilidades de que as estratégias desses atores realizem-se, incluindo as políticas desenhadas por agentes do poder público e objetivos de seus planos estratégicos urbanos.
2. estratégica: da implementação de cidades inteligentes em entregar, de forma inovadora e equilibrada, serviços alinhados à sustentabilidade ampla: não só a econômica, mas também a ambiental, social, institucional e cultural. Revisitando o conceito de *smart city* como aquela que aproveita o máximo potencial de suas TICs modernas, não necessariamente o mecanismo considera inteligente a presença de tecnologias *smart* isoladamente. Em lugar disso, valoriza a disponibilidade dos serviços reais na infraestrutura física das cidades em primeiro plano e, a partir daí, a sobreposição de camadas de TICs básicas até as inteligentes com integração pervasiva entre os serviços e utilização inovadora, participativa e proativa de algoritmos analíticos sobre a nuvem de dados formada por essas infraestruturas de TICs.

De forma a tornar o modelo suficientemente simples, mas abrangente o bastante para ser aplicado sobre quaisquer implantações de cidades inteligentes, principalmente as brasileiras, um ensaio de imposição do instrumento de avaliação foi dirigido sobre o arquétipo de cidade inteligente concentrado no Centro de Operações da Prefeitura do Rio de Janeiro (COR).

O experimento evidenciou uma aglomeração de 87 atores principais sob o STI do COR em seus seis primeiros anos de existência, desde a inauguração em 2010, alcançando

nível 3, numa escala de 5, em competência tática-operacional que contribuiu com o acúmulo de 2.9 pontos e grau 3.5, respectivamente, também numa escala de 5 níveis, na competência estratégica e na distribuição equilibrada de seus serviços a todas as perspectivas da sustentabilidade. Além disso, nessa trajetória rumo à maturidade, o COR avança anualmente em 24% no desempenho em difundir sua infraestrutura inteligente e, com o apoio dela, cresce em 28% por ano sua performance em entregar serviços de sustentabilidade em todas as perspectivas.

Esses resultados favoráveis vêm acontecendo em parte porque a maioria das secretarias, concessionárias e órgãos públicos com que o COR faz interface já contava com infraestruturas que foram aprimoradas com a introdução do centro, mas especialmente porque a instituição do COR estimulou a quebra dos silos entre os diferentes órgãos internos e externos à administração municipal, aproximando-os na ação conjunta para elevar a resiliência urbana.

Com isso, a cidade do Rio de Janeiro, apontada no PBMC como o município brasileiro que mais seria afetado pelas ameaças da mudança climática, equipa-se antecipadamente com planejamento e ações de resposta para redução nos impactos e probabilidades dos riscos sob a liderança de uma gerência de resiliência dedicada, contando com as TICs inteligentes para acentuar a efetividade na materialização das metas nos planos de resiliência e dos objetivos estratégicos do desenvolvimento sustentável urbano.

Outro desdobramento importante do estudo foi a constatação de que os modelos de implantação e operação das instalações de *smart city* do COR estimulam a geração de parcerias inovadoras entre empresas de todos os portes, nacionais ou internacionais e entre universidades, governos municipais e o próprio cidadão, fortalecendo a rede de atores participantes do STI num círculo virtuoso e incentivando novos negócios. Essas articulações melhoram as perspectivas econômicas na região enquanto o conhecimento formal e tácito se multiplica em torno da implementação de arquiteturas de alta tecnologia em cidades inteligentes com foco na resiliência e sustentabilidade.

Portanto, embora o COR tenha sido originalmente edificado pela provedora global de soluções de TICs IBM sob um perfil determinista tecnológico com base no padrão de Centro Inteligente de Operações construído pela multinacional em Nova Iorque e outros países, as

forças de *technology push* e *demand pull* puderam ser equilibradas durante a fase de amadurecimento do centro, notadamente a partir de 2013. Então, um conjunto de serviços cada vez mais alinhado à realidade brasileira e aos problemas locais foi sendo introduzido, permitindo a convivência sinérgica entre empresas de todos os portes, nacionais ou não e outros atores públicos ou privados, como o próprio cidadão.

Finalmente, o mecanismo aqui exercitado pode ser empregado para a composição de *rankings* mais representativos entre plataformas de cidades inteligentes, evidenciando o desempenho e abrangência na realização de suas propostas de sustentabilidade. A facilidade em visualizar os hiatos que promovem uma configuração de *smart city* em relação a outra fazem do sistema de análise elaborado no estudo um instrumento que mais estimula a ação para a maturidade e menos a competição entre municipalidades. Isso porque, dentre outras vantagens:

1. desperta, na administração pública, provedores de soluções de *smart cities* e população em geral a consciência sobre o estado corrente em termos de aderência a padrões de sustentabilidade urbanos, publicando, além de *rankings* para cooperação entre cidades, outros recursos de análise e comunicação de cenários;
2. orienta estratégias para atingir STIs mais robustos e capazes de materializar as políticas e planos estratégicos de sustentabilidade, justificando, em detalhes, por que algumas plataformas de cidades inteligentes prosperam enquanto outras declinam;
3. auxilia a tomada de decisão objetiva das eventuais redes de atores coordenadores dos TICs das *smart cities*, incluindo agentes do poder público, levando-os à escolha de desenhos de plataformas de cidades inteligentes mais voltadas ao desenvolvimento sustentável amplo e equilibrado;
4. assiste na criação de planos para aprimorar, incrementalmente, as implementações das cidades inteligentes de maneira a atingir níveis de maturidade superiores na capacidade de entrega a serviços alinhados a cada vez mais áreas da sustentabilidade e
5. contribui com o monitoramento e controle do progresso desses planos.



Para o Brasil, que começa a instituir políticas na estruturação de soluções em cidades inteligentes, com várias prefeituras aderindo a metas do desenvolvimento sustentável em seus planos estratégicos, este trabalho oferta um legado que pode ser expandido de soluções isoladas de cidades inteligentes para contextos regionais ou mais amplos, sintonizando políticas e planos de desenvolvimento sustentável locais a programas estaduais e nacionais. Aí se concentra uma oportunidade que pode ser perseguida por um padrão brasileiro na área.

## REFERÊNCIAS

ACCENTURE (2012) "Integração e atendimento". Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob

[http://www.cas-americas.com/SiteCollectionDocuments/Local\\_Brazil/PDF/Accenture-Rio-De-Janeiro-Answer-The-Call-To-High-Performance-With-Faster-Delivery-Of-Municipal-Services.pdf#zoom=50](http://www.cas-americas.com/SiteCollectionDocuments/Local_Brazil/PDF/Accenture-Rio-De-Janeiro-Answer-The-Call-To-High-Performance-With-Faster-Delivery-Of-Municipal-Services.pdf#zoom=50)

Ackoff, R. (1970). A concept of corporate planning. *Long Range Planning*,3(1), 2-8.

ADEMIRJ - Associação de Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário (2012). "Novo Plano Diretor da Cidade do Rio de Janeiro - Lei Complementar nº. 111 de 1º de fevereiro de 2011". Disponível, com acesso em 27/10/2015, sob [http://www.ademi.org.br/article.php3?id\\_article=41109](http://www.ademi.org.br/article.php3?id_article=41109)

AGÊNCIA BRASIL (2010) “Chuva mata 35 e desaloja 1.400 na cidade do Rio; óbitos no Estado passam de 90”. Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2010/04/717069-chuva-mata-35-e-desaloja-1400-na-cidade-do-rio-obitos-no-estado-passam-de-90.shtml?mobile>

Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3-21.

Amable, B., & Petit, P. (2001). The diversity of social systems of innovation and production during the 1990s (No. 2001-15). Paris: Cepremap.

Andersen, B., Metcalfe, J. S., & Tether, B. (2000). Distributed innovation systems and instituted economic processes. In *Innovation Systems in the Service Economy* (pp. 15-42). Springer US.

Anthopoulos, L. (2015). Understanding the smart city domain: A literature review. In M. P. Bolivar (Ed.), *New York: Public administration and information technology series (Vol. 3) Transforming city governments for successful smart cities*. New York: Q6 Springer Science + Business Media

Anthopoulos, L. & Fitsilis, P. (2010). From digital to ubiquitous cities: defining a common architecture for urban development. *IEEE 6th International conference on Intelligent Environments*, (pp. 301–306). IEEE Xplore.

Anthopoulos, L. G., Janssen, M., & Weerakkody, V. (2015, May). Comparing Smart Cities with different modeling approaches. In *Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web* (pp. 525-528). ACM.

Anttiroiko, A. V., Valkama, P., & Bailey, S. J. (2014). Smart cities in the new service economy: building platforms for smart services. *AI & society*, 29(3), 323-334.

Arancegui, M. N. (2009). Los sistemas regionales de innovación. Una revisión crítica. *Ekonomiaz*, 70(01), 25-59.

Arnold, E. (2004). Evaluating research and innovation policy: a systems world needs systems evaluations. *Research Evaluation*, 13(1), 3-17.

Asheim, B. T., & Isaksen, A. (2002). Regional innovation systems: the integration of local 'sticky' and global 'ubiquitous' knowledge. *The Journal of Technology Transfer*, 27(1), 77-86.

Axelsson, R., Angelstam, P., Degerman, E., Teitelbaum, S., Andersson, K., Elbakidze, M., & Drotz, M. K. (2013). Social and cultural sustainability: Criteria, indicators, verifier variables for measurement and maps for visualization to support planning. *Ambio*, 42(2), 215-228.

Balconi, M., Brusoni, S., & Orsenigo, L. (2010). In defence of the linear model: An essay. *Research Policy*, 39(1), 1-13.

Balena, P., Bonifazi, A., & Mangialardi, G. (2013, June). Smart Communities Meet Urban Management: Harnessing the Potential of Open Data and Public/Private Partnerships through Innovative E-Governance Applications. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 528-540). Springer Berlin Heidelberg.

Barnes, S.(2006). A privacy paradox: Social networking in the United States. *First Monday*,9,11(September). Disponível, com acesso em 28/09/2016, sob <http://journals.uic.edu/ojs/index.php/fm/article/view/1394/1312>

BARRIONUEVO, ALEXEI (2010) “At Least 95 Are Killed as Floods Paralyze Rio”. Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www.nytimes.com/2010/04/07/world/americas/07brazil.html>

Batagan, L. (2011). Smart cities and sustainability models. *Informatica Economică*, 15(3), 80-87.

Batty, M. (1990). Intelligent cities: using information networks to gain competitive advantage. *Environment and Planning B: planning and design*, 17(3), 247-256.

BBC NEWS (2010) “Flooding in Rio de Janeiro state kills scores”. Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://news.bbc.co.uk/2/hi/8605386.stm>

Bellen, H. M. V. (2005). Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. In *Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa*. FGV.

Bergandy, J. (2013). Unified Modeling Language in History and Social Science Education. *GSTF Journal on Computing (JoC)*, 3(3), 80.

Bergek, A., Hekkert, M., Jacobsson, S., Markard, J., Sandén, B., & Truffer, B. (2015). Technological innovation systems in contexts: Conceptualizing contextual structures and interaction dynamics. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 16, 51-64.

Bergek, A., Jacobsson, S., & Sandén, B. A. (2008a), 'Legitimation' and 'development of positive externalities': two key processes in the formation phase of technological innovation systems. *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(5), 575-592.

Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008b), Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research policy*, 37(3), 407-429.

Bih, J. (2006). Service oriented architecture (SOA) a new paradigm to implement dynamic e-business solutions. *ubiquity*, 2006(August), 4.

Bijker, W. E. (1995) *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs: Towards a Theory of Sociotechnical Change*, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Birkmann, J. (2006). Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: Conceptual frameworks and definitions. *Measuring vulnerability to natural hazards: Towards disaster resilient societies*, 1, 9-54.

BIS - Department for Business, Innovation and Skills (2013). *The Smart City Market: Opportunities for the UK*. Research Paper Number 136, October Report by Arup. Disponível, com acesso em 01/08/2016, sob [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/249423/bis-13-1217-smart-city-market-opportunities-uk.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/249423/bis-13-1217-smart-city-market-opportunities-uk.pdf)

Bolívar, M. P. R. (2015). Smart Cities: Big Cities, Complex Governance?. In *Transforming City Governments for Successful Smart Cities* (pp. 1-7). Springer International Publishing.

Bommel, P., & Müller, J. P. (2007). An introduction to UML for modelling in the human and social sciences. Phan, D., Amblard, F, 273-294.

Boons, F., Montalvo, C., Quist, J., & Wagner, M. (2013). Sustainable innovation, business models and economic performance: an overview. *Journal of Cleaner Production*, 45, 1-8.

Brown, M. G. (1996). Keeping score: Using the right metrics to drive world-class performance. AMACOM Div American Mgmt Assn.

Brundtland, G. H. (1987). *Our common future: Report of the 1987 World Commission on Environment and Development*. United Nations, Oslo, 1-59.

CAICT - China Academy of Information and Communications Technology & EU-China Policy Dialogues Support Facility II (2015). *Comparative Study of Smart Cities in Europe and China 2014*. Springer Berlin Heideberg.

Caird, S., Hudson, L., & Kortuem, G. (2016). *A Tale of Evaluation and Reporting in UK Smart Cities*.

Callon, M. (1984). Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay. *The Sociological Review*, 32(S1), 196-233.

Callon, M. (1987). Society in the making: the study of technology as a tool for sociological analysis. *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*, 83-103.

Calvello, M., D'Orsi, R. N., Piciullo, L., Paes, N. M., Magalhaes, M. A., Coelho, R., & Lacerda, W. A. (2015). The Community-Based Alert and Alarm System for Rainfall Induced Landslides in Rio de Janeiro, Brazil. In *Engineering Geology for Society and Territory-Volume 2* (pp. 653-657). Springer International Publishing.

Caragliu, A., Bo, C. Del, & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82.

Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of evolutionary economics*, 1(2), 93-118.

Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M., & Rickne, A. (2002). Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research policy*, 31(2), 233-245.

Carvalho, L., Santos, I. P., & Van Winden, W. (2014). Knowledge spaces and places: from the perspective of a “born-global” start-up in the field of urban technology. *Expert Systems with Applications*, 41(12), 5647-5655.

Castells, M. (2011). *The rise of the network society: The information age: Economy, society, and culture* (Vol. 1). John Wiley & Sons.

Chen, H., Zeng, D., Atabakhsh, H., Wyzga, W., & Schroeder, J. (2003). COPLINK: managing law enforcement data and knowledge. *Communications of the ACM*, 46(1), 28-34.

Chesbrough, H. (2010). *Open services innovation: Rethinking your business to grow and compete in a new era*. John Wiley & Sons.

Chesbrough, H. (2011). Open services innovation. *Research Technology Management*, 54(6), 12-17.

Clarke, R. Y. (2013). Smart cities and the internet of everything: The foundation for delivering next-generation citizen services. Alexandria, VA, Tech. Rep.

Cocchia, A. (2014). Smart and digital city: A systematic literature review. In Smart City (pp. 13-43). Springer International Publishing.

COLLINS (2014) "Collins American Dictionary". Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www.collinsdictionary.com/dictionary/american/war-room>

Coombs, R., & Miles, I. (2000). Innovation, measurement and services: the new problematique. In Innovation systems in the service economy (pp. 85-103). Springer US.

Cossetta, A., & Palumbo, M. (2014). The Co-production of Social Innovation Social innovation: The Case of Living Lab Living Lab. In Smart City (pp. 221-235). Springer International Publishing.

Couclelis, H. (2004). The construction of the digital city. Planning and Design, 31(1), 5–19 Environment and Planning.

Cuddy, M., Epstein, A., Maloney, C., Westrom, R., Hassol, J., Kim, A., ... & Bettisworth, C. (2014). The Smart/Connected City and Its Implications for Connected Transportation (No. FHWA-JPO-14-148).

Cunha, A. B. (2015), "Prefeito apresenta o programa Rio Resiliente". Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?id=5173167>

Dameri, R. P., & Rosenthal-Sabroux, C. (2014). Smart City and Value Creation. In Smart City (pp. 1-12). Springer International Publishing.



De Amorim, M. F., Quelhas, O. L. G., & da Motta, A. L. T. S. (2014). A resiliência das cidades frente a chuvas torrenciais: Estudo de caso do plano de contingência da cidade do Rio de Janeiro/The resilience of cities across the torrential rains: case study of the contingency plan of the city of Rio de Janeiro (Brazil). *Revista Sociedade & Natureza*, 26(3).

De Santis, R., Fasano, A., Mignolli, N., & Villa, A. (2015). A primer on city" smartness" measurement. *Rivista di economia e statistica del territorio*.

Delhey, J. (2001). The prospects of catching up for new EU members lessons for the accession countries to the European Union from previous enlargements. *Social Indicators Research*, 56(2), 205-231.

Di Bella, E., Odone, F., Corsi, M., Sillitti, A., & Breu, R. (2014). Smart Security: Integrated Systems for Security Policies in Urban Environments. In *Smart City* (pp. 193-219). Springer International Publishing.

Dirks, S., Gurdgiev, C., & Keeling, M. (2010). Smarter Cities for Smarter Growth: How Cities Can Optimize Their Systems for the Talent-Based Economy. Somers, NY: IBM Global Business Services. Disponível com acesso em 27/10/2015 sob [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2001907](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2001907)

Domingue, J., Galis, A., Gavras, A., Zahariadis, T., Lambert, D., Cleary, F., ... & Nilsson, M. (2011). The Future Internet-Future Internet Assembly 2011: Achievements and Technological Promises. pp. 3-5; 403-404

Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research policy*, 11(3), 147-162.

Dutra, J. S. (2004). *Competências: conceitos e instrumentos para a gestão de pessoas na empresa moderna*. Atlas.

Eeckloo, K., Delesie, L., & Vleugels, A. (2007). Where is the pilot? The changing shapes of governance in the European hospital sector. *The journal of the Royal Society for the promotion of health*, 127(2), 78-86.

Eger, J. M. (1997). *The Smart Communities Guidebook*. Report to the California Department of Transportation, SDSU International Center for Communications.

EJCIC - EU-Japan Centre for Industrial Cooperation (2014). *Smart Cities in Japan - An Assessment on the Potential for EU\_Japan Cooperation and Business Development*. Disponível, com acesso em 27/10/2015, sob <http://www.eu-japan.eu/sites/default/files/publications/docs/smartcityjapan.pdf>

Elzen, B., Geels, F. W., & Green, K. (Eds.). (2004). *System innovation and the transition to sustainability: theory, evidence and policy*. Edward Elgar Publishing.

Ergazakis, M., Metaxiotis, M., & Psarras, J. (2004). Towards knowledge cities: conceptual analysis and success stories. *Journal of Knowledge Management*, 8(5), 5–15 (Emerald Group Publishing Limited)

Etezadzadeh, C. (2015). *Smart City–Future City?: Smart City 2.0 as a Livable City and Future Market*. Springer.

European Commission (2009). *Investing in the low carbon technologies (SET-Plan)*, COM (2009) 519 final

Evans, D. (2012). *The internet of everything: How more relevant and valuable connections will change the world*. Cisco IBSG, 1-9.

Fairfield, J. D. (1994). The scientific management of urban space. Professional city planning and the legacy of progressive reform. *Journal of Urban History*, 20(2), 179-204.

Fiksel, J., Eason, T., & Frederickson, H. (2012). A framework for sustainability indicators at EPA. Washington DC: United States Environmental Protection Agency.

Fischer, M. M., Diez, J. R., & Snickars, F. (2001). Systems of innovation: An attractive conceptual framework for comparative innovation research. In *Metropolitan Innovation Systems* (pp. 1-21). Springer Berlin Heidelberg.

Ford, G. B. (1913). The city scientific. *Engineering Record*, 67(May), 551-552.

Franceschini, F., Galetto, M., & Maisano, D. (2007). Management by measurement: Designing key indicators and performance measurement systems. Springer Science & Business Media.

Frare, Irineu & Osias, Claudio de Souza (2014). O papel do planejamento estratégico na construção de cidades inteligentes. *Cadernos FGV Projetos*, São Paulo, n. 24, p. 96-106, jun./jul. 2014. Disponível, com acesso em 26/07/2016, sob [http://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/cadernos\\_fgvprojetos\\_smart\\_cities\\_gwa\\_0.pdf](http://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/cadernos_fgvprojetos_smart_cities_gwa_0.pdf)

Freeman, C (1987). *Technology policy and economic performance*. Pinter Publishers, London

Freeman, C. (1982), “Technological infrastructure and international competitiveness”, draft paper submitted to the OECD ad hoc group on Science, technology and competitiveness, August 1982, mimeo. or Freeman, C. (2004). Technological infrastructure and international competitiveness. *Industrial and Corporate Change*, 13(3), 541-569.

Freeman, C. (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, London: Pinter Publishers.

Freeman, C. (1988). Japan: a new national system of innovation. In: Dosi, et al. (Eds.), *Technical Change and Economic Theory*. Francis Pinter, London, pp. 330–348.

Freeman, C. (1995). The national innovation systems in historical perspective, *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 5–24.

Freeman, C. (2002). Continental, national and sub-national innovation systems—complementarity and economic growth. *Research policy*, 31(2), 191-211.

Garrett-Jones, S. E., Gross, M., Kerr, G., Kotevski, S., & Zaeemdar, S. (2007). Cities of innovation: Exploring the role of local community organisations in ‘constructing advantage’.

Geels, F. W. (2004a). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research policy*, 33(6), 897-920.

Geels, F. W. (2004b). Understanding system innovations: a critical literature review and a conceptual synthesis. *System innovation and the transition to sustainability: Theory, evidence and policy*, 19-47

Geels, F. W., Elzen, B., & Green, K. (2004). General introduction: system innovation and transitions to sustainability. *System innovation and the transition to sustainability*, 1-16. p. 8

George, C., & Kirkpatrick, C. H. (Eds.). (2007). *Impact assessment and sustainable development: European practice and experience*. Edward Elgar Publishing.

Gibson, D. V., Kozmetsky, G., & Smilor, R. W. (1992). *The technopolis phenomenon: Smart cities, fast systems, global networks*. Rowman & Littlefield.

Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanović, N., Meijers, E. (2007) *Smart Cities Ranking of European Medium-Sized Cities, Final Report*. Disponível, com acesso em 18/08/2016, sob [http://www.smart-cities.eu/download/smart\\_cities\\_final\\_report.pdf](http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf)

Gil-Garcia, J. R., Helbig, N., & Ojo, A. (2014). Being smart: Emerging technologies and innovation in the public sector. *Government Information Quarterly*, 31, 11-18.

Giovannella, C. (2013, August). "Territorial smartness" and emergent behaviors. In *Systems and Computer Science (ICSCS), 2013 2nd International Conference on* (pp. 170-176). IEEE.

GODSPEED, R. (2014) "Smart cities: moving beyond urban cybernetics to tackle wicked problems". *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, rsu013.

Goole (2015). "Dan Doctoroff and Google Announce Sidewalk Labs". Disponível, com acesso em 04/11/2015, sob <https://www.sidewalkinc.com/>

Gospodini, A., Brebbia, C. A., & Tiezzi, E. (Eds.). (2008). *The Sustainable City V: Urban Regeneration and Sustainability (Vol. 5)*. Wit Press.

Graham, S. (2002). Bridging urban digital divides? Urban polarisation and information and communications technologies (ICTs). *Urban studies*, 39(1), 33-56.

Greenfield, A. (2013). The city is here for you to use. *Wired*, February.

Haase, D., Larondelle, N., Andersson, E., Artmann, M., Borgström, S., Breuste, J., ... & Kabisch, N. (2014). A quantitative review of urban ecosystem service assessments: concepts, models, and implementation. *Ambio*, 43(4), 413-433.

Hall, P. (2000). Creative cities and economic development. *Urban Studies*, 37(4), 633–649.

Hall, P. (2014). *Cities of Tomorrow: An Intellectual History of Urban Planning and Design Since 1880*. John Wiley & Sons.

Harrison C., Eckman, B., Hamilton, R & Williams, R. P. (2010). Foundations for Smarter Cities, in “IBM Journal of Research and Development”, 54(4).

Hasselbring, W. (2000). Information system integration. *Communications of the ACM*, 43(6), 32-38.

Haughton, G. (1997). Developing sustainable urban development models. *Cities*, 14(4), 189-195.

Hekkert, M. P., & Negro, S. O. (2009). Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. *Technological forecasting and social change*, 76(4), 584-594.

Herrera, A. (1995). Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. *Política científica explícita y política científica implícita*. *Redes*, 2(5), 117-131.

Hipp, C. (2000). Information flows and knowledge creation in knowledge-intensive business services: scheme for a conceptualization. In *Innovation Systems in the Service Economy* (pp. 149-167). Springer US.

Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial?. *City*, 12(3), 303-320.

Hollands, R. G. (2015). Critical interventions into the corporate smart city. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8(1), 61-77.

Holler, J., Tsiatsis, V., Mulligan, C., Avesand, S., Karnouskos, S., & Boyle, D. (2014). *From Machine-to-machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence*. Academic Press. Chicago

Howard, E., & Osborn, F. J. (1965). *Garden cities of to-morrow* (Vol. 23). Mit Press.

Howells, J. (2000). Research and technology outsourcing and systems of innovation. In *Innovation systems in the service economy* (pp. 271-295). Springer US.

Hughes, T. P. (1983). *Networks of Power: Electric supply systems in the US, England and Germany, 1880-1930*.

Hughes, T. P. (1993). *Networks of power: electrification in Western society, 1880-1930*. JHU Press.

IBM (2013): IBM Intelligent Operations Center for Smarter Cities: Providing operational insight to help city leaders

build and manage a safer, smarter city. Disponível sob [http://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?subtype=SP&infotype=PM&appname=SWGE\\_GQ\\_GQ\\_USEN&htmlfid=GQS12351USEN&attachment=GQS12351USEN.PDF](http://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?subtype=SP&infotype=PM&appname=SWGE_GQ_GQ_USEN&htmlfid=GQS12351USEN&attachment=GQS12351USEN.PDF)  
Acesso em 20/06/2016.

IBM (2015) "IBM Intelligent Operations Center". Disponível, com acesso em 29/09/2015, sob

[http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/smarter\\_cities/solutions/solution/T787701D56248U89.html](http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/smarter_cities/solutions/solution/T787701D56248U89.html)

IBM News Room (2011) “City of Rio de Janeiro and IBM Collaborate to Advance Emergency Response System; Access to Real Time Information Empowers Citizens”. Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/35945.wss>

IESE Business School (2016). IESE Cities In Motion Index 2016. Disponível, com acesso em 25/07/2016, sob <http://www.iese.edu/research/pdfs/ST-0396-E.pdf>

Institute for Business Value, I. B. M. (2009). How smart is your city? Helping cities measure progress. IBM Global Business Services Government, executive report. New York: IBM Institute for Business Value.

International Standards Organization (ISO) (2014). ISO 37120:2014 – Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life.

IPLANRIO (2010). "PLANRIO VIABILIZA TECNICAMENTE O CENTRO DE OPERAÇÕES DA PREFEITURA". Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www.rio.rj.gov.br/web/iplanrio/exibeconteudo?id=1421982>

Irani, L. (2015). Hackathons and the making of entrepreneurial citizenship. *Science, Technology & Human Values*, 40(5), 799-824.

ISO (2015). IEC JTC 1 ISO/IEC JTC1 Information Technology - Smart City Preliminary Report 2014. Disponível, com acesso em 21/07/2016, sob [http://www.iso.org/iso/smart\\_cities\\_report-jtc1.pdf](http://www.iso.org/iso/smart_cities_report-jtc1.pdf)



ITU - International Telecommunications Union (2014). Overview of key performance indicators in smart sustainable cities. Disponível, com acesso em 17/08/2016, sob <http://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Pages/default.aspx>

Jacobsson, S., & Bergek, A. (2011). Innovation system analyses and sustainability transitions: Contributions and suggestions for research. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 41-57.

Jänicke, M., Schreurs, M., & Töpfer, K. (2015). The potential of multi-level global climate governance. Martin Jänicke.

JOHNSON, B. (2008) "Cities, systems of innovation and economic development. " *Innovation: Management, Policy & Practice*, Volume 10, Issue 2-3.

Jucevičius, G., & Grumadaitė, K. (2014). Smart development of innovation ecosystem. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 156, 125-129.

Kemp, R., & Martens, P. (2007). Sustainable development: how to manage something that is subjective and never can be achieved?. *Sustainability: Science, Practice, & Policy*, 3(2).

Kemp, R., Schot, J., & Hoogma, R. (1998). Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management. *Technology analysis & strategic management*, 10(2), 175-198.

Kim, Y. Z., & Lee, K. (2009). Making a technological catch-up in the capital goods industry: barriers and opportunities in the Korean case. *Sectoral Systems of Innovation and Production in Developing Countries*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 259-86.

Kitchin, R. (2014). The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*, 79(1), 1-14.

Chicago

Kline, S. J., & Rosenberg, N. (1986). "An overview of innovation." *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth.*

Komninos, N. (2006). *The architecture of intelligent cities: integrating human, collective and artificial intelligence to enhance knowledge and innovation.* IEEE 2nd IET International Conference on Intelligent Environments (pp. 13–20). IEEE Xplore.

Komninos, N. (2011). *Intelligent cities: variable geometries of spatial intelligence.* *Intelligent Buildings International*, 3(3), 172-188.

Komninos, N. (2014). *The Age of Intelligent Cities: Smart Environments and Innovation-for-all Strategies.* Routledge.

LAPAGESSE, GABRIELA (2014) "Prefeitura lança plataforma para dar informações sobre assuntos que vão de incêndio à falta de luz

". Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <<http://oglobo.globo.com/rio/prefeitura-lanca-plataforma-para-dar-informacoes-sobre-assuntos-que-vaio-de-incendio-falta-de-luz-14152878>>

Larrea, M., Aranguren, M. J., & Karlsen, J. (2012). 6. *New policy approaches to develop innovative territories: developing trust and behavioral additionality in Gipuzkoa.* List of contributors viii Preface xi Introduction, 150.

Larsen, K. (1999). *Learning cities: the new recipe in regional development.* Organisation for Economic Cooperation and Development. *The OECD Observer*, (217/218), 73.

Latour, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society.* Harvard university press.

Lazaroiu, G. C., & Roscia, M. (2012). Definition methodology for the smart cities model. *Energy*, 47, 326–332.

Le Deist, F. D., & Winterton, J. (2005). What is competence?. *Human resource development international*, 8(1), 27-46.

Lee, J. H., Hancock, M. G., & Hu, M.-C. (2013). Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco. *Technological Forecasting & Social Change*, 89, 80–99.

Lee, J. H., Phaal, R., & Lee, S. H. (2013). An integrated service-device-technology roadmap for smart city development. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(2), 286-306.

Lee, J., & Lee, H. (2014). Developing and validating a citizen-centric typology for smart city services. *Government Information Quarterly*, 31, S93-S105.

Leitão, Leslie & Ritto, Cecília (2013) "Rio terá um dia de segurança 'padrão Fifa'". Disponível, com acesso em 29/09/2015, sob <http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/copa-das-confederacoes-rio-tera-um-dia-de-seguranca-padrão-fifa/>

Leydesdorff, L., & Deakin, M. (2011). The triple-helix model of smart cities: A neo-evolutionary perspective. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 53-63.

Lindsay, Greg (2010). Building a Smarter Favela: IBM Signs Up Rio. Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <https://www.scientificamerican.com/article/the-social-nexus/related-content/building-a-smarter-favela-ibm-signs-up-rio-greg-lindsay-in-fast-company/>

Lombardi, P., & Vanolo, A. (2015). Smart city as a mobile technology: critical perspectives on urban development policies. In *Transforming city governments for successful smart cities* (pp. 147-161). Springer International Publishing.

Lombardi, P., Giordano, S., Farouh, H., & Yousef, W. (2012). Modelling the smart city performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 25(2), 137-149.

Lundvall, B. Å. (1985), *Product Innovation and User-Producer Interaction*, Aalborg: Aalborg University Press.

Lundvall, B. Å. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter Publishers, London.

Lundvall, B. Å., Johnson, B., Andersen, E. S., & Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *Research policy*, 31(2), 185-190.

Lundvall, B. Å., Joseph, K. J., Chaminade, C., & Vang, J. (Eds.). (2009). *Handbook of innovation systems and developing countries*. Edward Elgar Publishing.

Magro, E., & Wilson, J. R. (2013). Complex innovation policy systems: Towards an evaluation mix. *Research Policy*, 42(9), 1647-1656.

Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research policy*, 31(2), 247-264.

Markard, J., Hekkert, M., & Jacobsson, S. (2015). The technological innovation systems framework: Response to six criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 16, 76-86.

Marsal-Llacuna, M. L., Colomer-Llinàs, J., & Meléndez-Frigola, J. (2015). Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, 611-622.

McCormick, K., Anderberg, S., Coenen, L., & Neij, L. (2013). Advancing sustainable urban transformation. *Journal of Cleaner Production*, 50, 1-11.

MERRIAM-WEBSTER (2014) "Merriam-Webster Dictionary". Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www.merriam-webster.com/dictionary/war%20room>

Metaxas, T. (2010). Cities competition, place marketing and economic development in South Europe: The Barcelona case as FDI destination. *Theoretical and empirical researches in urban management*, (14), 5.

Metcalf, J. S., & Miles, I. (2000). Introduction, overview and reprise. In *Innovation Systems in the Service Economy* (pp. 1-12). Springer US.

Michael, F. L., Noor, Z. Z., & Figueroa, M. J. (2014). Review of urban sustainability indicators assessment—Case study between Asian countries. *Habitat International*, 44, 491-500.

Mori, K., & Christodoulou, A. (2012). Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI). *Environmental Impact Assessment Review*, 32(1), 94-106.

Morozov, E. (2014). *To save everything, click here: The folly of technological solutionism*. PublicAffairs. Chicago

MOTTA, M., ABELHEIRA, M., GOMES, O., FONSECA, W., & BESEN, D. (2014). Rio de Janeiro Community Protection Program. *Procedia Economics and Finance*, 18, 128-135.

Musiolik, J., & Markard, J. (2011). Creating and shaping innovation systems: Formal networks in the innovation system for stationary fuel cells in Germany. *Energy Policy*, 39(4), 1909-1922.

Næss, P., & Vogel, N. (2012). Sustainable urban development and the multi-level transition perspective. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 4, 36-50.

Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In *Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times* (pp. 282-291). ACM.

Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38, 25-36.

Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1977). In search of useful theory of innovation. *Research policy*, 6(1), 36-76.

Nelson, R.R. (1993). *National Systems of Innovation. A Comparative Analysis*. Oxford University Press, Oxford.

NERY, L. A. (2014). RioResiliente: Diagnóstico e Áreas de Foco. Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www.centrodeoperacoes.rio.gov.br/assets/PEF-0112-14-LVR-210x280-Resiliencia-43.pdf>

Nesbitt, P. (2012). IBM Intelligent Operations Center for Smarter Cities. IBM Red Paper. Disponível sob <http://www.redbooks.ibm.com/redpapers/pdfs/redp4939.pdf>. Acesso em 20/06/2016.

Nijkamp, P., Lombardi, P., Giordano, S., Caragliu, A., Del Bo, C., Deakin, M., Kourtit K. & Farouh, H. (2012). An advanced triple-helix network model for smart cities performance. *Green and Ecological Technologies for Urban Planning: Creating Smart Cities*. IGI Global, 59-73.

NYS - New York State - (2014). Homeland Security Strategy 2014-2016. Disponível, com acesso em 25/07/2016, sob <http://www.dhses.ny.gov/media/documents/NYS-Homeland-Security-Strategy.pdf>

O'Brien, A. (2015). Government Crowdsourcing: the role of trust and community in creating public value. In *Electronic Government and Electronic Participation: Joint Proceedings of Ongoing Research, PhD Papers, Posters and Workshops of IFIP EGOV and EPart 2015* (Vol. 22, p. 287). IOS Press.

OECD - Organization for Economic Cooperation and Development/Eurostat (2005). *Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data — The Oslo Manual*, 3rd edn. Paris: OECD.

OECD - Organization for Economic Cooperation and Development (2014). *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014*, OECD Publishing. Disponível, com acesso em 23/06/2015, sob [http://dx.doi.org/10.1787/sti\\_outlook-2014-en](http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-en)

OECD - Organization for Economic Cooperation and Development (2010): *Green Cities Programme*. Disponível, com acesso em 28/09/2016, sob <http://www.oecd.org/regional/greening-cities-regions/46811501.pdf>

ONU – Organização das Nações Unidas (2012), *World Urbanization Prospects, The 2011 revision*. Disponível, com acesso em 23/06/2015, sob

[http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/WUP2011\\_Report.pdf](http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/WUP2011_Report.pdf)

ONU - Organização das Nações Unidas (2014a). Synthesis report of the Secretary-General on the post-2015 sustainable development agenda. General Assembly, 2014. Disponível, com acesso em 23/06/2015, sob [http://www.un.org/disabilities/documents/reports/SG\\_Synthesis\\_Report\\_Road\\_to\\_Dignity\\_by\\_2030.pdf](http://www.un.org/disabilities/documents/reports/SG_Synthesis_Report_Road_to_Dignity_by_2030.pdf)

ONU – Organização das Nações Unidas (2014b), World Urbanization Prospects, The 2014 revision. Disponível, com acesso em 23/06/2015, sob <http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf>

ONU – Organização das Nações Unidas (2015), World Population Prospects, The 2015 revision. Disponível, com acesso em 18/06/2015, sob [http://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key\\_Findings\\_WPP\\_2015.pdf](http://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf)

ONU – Organização das Nações Unidas (1992). Agenda 21. United Nations Sustainable Development, United Nations Conference on Environment & Development. 1992 United Nations.

ONU – Organização das Nações Unidas (2016) "Sustainable Development Goals - Goal 11: Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable - Facts and Figures". Disponível, com acesso em 01/08/2016, sob <http://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>

Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., ... & van Vuuren, D. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.



Pacione, M. (2009). *Urban geography: A global perspective*. Routledge.

Parker, P. (1998). The multi-function Polis 1987-97: an international failure or innovative local project?. Disponível, com acesso em 03/11/2015 sob <https://digitalcollections.anu.edu.au/handle/1885/40467>"

Paroutis, S., Bennett, M., & Heracleous, L. (2014). A strategic view on smart city technology: The case of IBM Smarter Cities during a recession. *Technological Forecasting and Social Change*, 89, 262-272.

Chicago

Parunak, H. V. D., & Odell, J. J. (2001). Representing social structures in UML. In *International workshop on agent-oriented software engineering*(pp. 1-16). Springer Berlin Heidelberg.

Paskaleva, K. A. (2011). The smart city: A nexus for open innovation?. *Intelligent Buildings International*, 3(3), 153-171.

PBMC (2013): Executive Summary: Impacts, Vulnerability and Adaptation to Climate Change. Contribution from Grupo de Trabalho 2 (GT2 – acronym for the Working Group 2) to the Primeiro Relatório de Avaliação Nacional sobre Mudança Climáticas (RAN1) of the Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC). [Assad, E.D., Magalhães, A. R. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 28 pp."

Pinch, Trevor J., & Wiebe E. Bijker. "The social construction of facts and artifacts: Or how the sociology of." *The Social Constructions of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology* 17 (1987).

Potts, L. (2008). Diagramming with Actor Network Theory: A method for modeling holistic experience. In 2008 IEEE International Professional Communication Conference (pp. 1-6). IEEE.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO (2010). "Centro de Operações Rio chega para integrar 30 órgãos municipais". Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?article-id=1419835>

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO (2011). "Prefeito lança o 1746: Central Única de Teletendimento". Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?article-id=1646117>

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO (2013a). "Um time jogando pelo Rio". Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www.rio.rj.gov.br/web/portaldoservidor/exibeconteudo?id=4461732>

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO (2013b). "Conexão com o trânsito em tempo real". Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www.rio.rj.gov.br/web/portaldoservidor/exibeconteudo?id=4286496>

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO (2013c). "Funcionalidade do Twitter chega ao Brasil pelo Centro de Operações Rio". Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?id=4519354>

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO (2015). "Órgãos municipais". Disponível, com acesso em 29/09/2015, sob <http://www.rio.rj.gov.br/orgaos-municipais>

Preissl, B. (2000). Service innovation: what makes it different? Empirical evidence from Germany. In Innovation systems in the service economy (pp. 125-148). Springer US.

Project Management Institute (PMI) (2013). A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), fifth edition.

QUIGLEY, J.M. (2009). "Urbanization, agglomeration and economic development." In: SPENCE, M. et al. Urbanization and growth. Washington, DC: Commission on Growth and Development

RIOTOUR (2013). "Verão 2014 atrairá milhares de Turistas para o Rio". Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www.rio.rj.gov.br/web/riotur/exibeconteudo?id=4473555>

ROMAR, JULIANA (2010). "Prefeitura apresenta as instalações do Centro de Operações Rio, considerado o mais moderno do mundo". Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?article-id=1410657>

Rossi, Fábio (2013). "Rio ganha quartel-general contra a dengue". Disponível, com acesso em 29/09/2015, sob <http://oglobo.globo.com/rio/rio-ganha-quartel-general-contra-dengue-7298534>

Sadoway, D., & Shekhar, S. (2014). (Re) Prioritizing Citizens in Smart Cities Governance: Examples of Smart Citizenship from Urban India. *The Journal of Community Informatics*, 10(3).

Schaffers, H., Komninos, N., Pallot, M., Aguas, M., Almirall, E., Bakici, T., ... & Hielkema, H. (2012). Smart cities as innovation ecosystems sustained by the future internet.

Schreiner, C. (2016). Estudos de casos internacionais de cidades inteligentes: Rio de Janeiro, Brasil. IDB Discussion Paper (Institutions for Development Sector. Fiscal and Municipal Management Division); IDB-DP-447.

Schuler, D. (2002). Digital cities and digital citizens. In: M. Tanabe, P. van den Besselaar, T. Ishida (Eds.), *Digital cities II: computational and sociological approaches*. LNCS vol. 2362, (pp. 71–85). Berlin: Springer.

Schultz, S. K., & McShane, C. (1978). To engineer the metropolis: sewers, sanitation, and city planning in late-nineteenth-century America. *The Journal of American History*, 389-411.

Schuurman, D., Baccarne, B., De Marez, L., & Mechant, P. (2012). Smart ideas for smart cities: investigating crowdsourcing for generating and selecting ideas for ICT innovation in a city context. *Journal of theoretical and applied electronic commerce research*, 7(3), 49-62.

SCI - Sustainable Cities International (2012). Indicators for Sustainability: How cities are monitoring and evaluating their success. Disponível, com acesso em 25/07/2016, sob [http://www.mayorsinnovation.org/images/uploads/pdf/2\\_-\\_International\\_Case\\_Studies.pdf](http://www.mayorsinnovation.org/images/uploads/pdf/2_-_International_Case_Studies.pdf)

SELLITZ, C. et. all. (1975), “Métodos de Pesquisa nas Relações Sociais” São Paulo: EPU e EDUSP, cap.3 e 4.

Selltiz, C. (1974). Métodos de pesquisa nas relações sociais. EPU.

Shelton, T., Zook, M., & Wiig, A. (2015). The ‘actually existing smart city’. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8(1), 13-25.

Shen, L. Y., Ochoa, J. J., Shah, M. N., & Zhang, X. (2011). The application of urban sustainability indicators—a comparison between various practices. *Habitat International*, 35(1), 17-29.

Silva, T. H., de Melo, P. O. V., Viana, A. C., Almeida, J. M., Salles, J., & Loureiro, A. A. (2013a). Traffic condition is more than colored lines on a map: characterization of waze

alerts. In *International Conference on Social Informatics* (pp. 309-318). Springer International Publishing.

Silva, T. H., de Melo, P. O. V., Almeida, J. M., & Loureiro, A. A. (2013b). Challenges and opportunities on the large scale study of city dynamics using participatory sensing. In *2013 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)* (pp. 528-534). IEEE.

Singer, N. (2012). *Mission Control, Built for Cities*. The New York Times. Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob [http://www.nytimes.com/2012/03/04/business/ibm-takes-smarter-cities-concept-to-rio-de-janeiro.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2012/03/04/business/ibm-takes-smarter-cities-concept-to-rio-de-janeiro.html?_r=0)

Singh, R. K., Murty, H. R., Gupta, S. K., & Dikshit, A. K. (2009). An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological indicators*, 9(2), 189-212.

Smith, A., Voß, J. P., & Grin, J. (2010). Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research policy*, 39(4), 435-448.

Söderström, O., Paasche, T., & Klauser, F. (2014). Smart cities as corporate storytelling. *City*, 18(3), 307-320.

Soini, K., & Birkeland, I. (2014). Exploring the scientific discourse on cultural sustainability. *Geoforum*, 51, 213-223.

Sundbo, J., & Gallouj, F. (2000). Innovation as a loosely coupled system in services. *International Journal of Services Technology and Management*, 1(1), 15-36.

Tanguay, G. A., Rajaonson, J., Lefebvre, J. F., & Lanoie, P. (2010). Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators. *Ecological Indicators*, 10(2), 407-418.

Tironi, M., & Criado, T. S. (2015). Of Sensors and Sensitivities. Towards a Cosmopolitics of “Smart Cities”?. *TECNOSCIENZA: Italian Journal of Science & Technology Studies*, 6(1), 89-108.

Toppeta D. (2010). *The Smart City Vision: How Innovation and ICT Can Build Smart, "Liveable", Sustainable Cities*. The Innovation Knowledge Foundation. Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob [https://www.inta-aivn.org/images/cc/Urbanism/background%20documents/Toppeta\\_Report\\_05\\_2010.pdf](https://www.inta-aivn.org/images/cc/Urbanism/background%20documents/Toppeta_Report_05_2010.pdf)

Tsolakis, N., & Anthopoulos, L. (2015). Eco-cities: An integrated system dynamics framework and a concise research taxonomy. *Sustainable Cities and Society*, 17, 1-14.

Türkeli, S., & Wintjes, R. (2014). Towards the societal system of innovation: The case of metropolitan areas in Europe (No. 040). United Nations University-Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT).

UML - Unified Modelling Language - Site da linguagem na internet. Disponível, com acesso em 17/09/2016, sob <http://www.uml.org/>

UN-HABITAT. (2014). *State of the world's cities 2012/2013*. Disponível, com acesso em 17/08/2016, sob <http://mirror.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=3387>

Vanolo, A. (2013). Smartmentality: The smart city as disciplinary strategy. *Urban Studies*, 0042098013494427.

VASCONCELLOS, PAULO (2012). “Rio já computa resultados com nova operação”. Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob [http://informacoesmunicipais.com.br/abre\\_documento.cfm?arquivo=\\_repositorio/\\_oim/\\_documentos/4ED85BF2-C941-9613-ED8F6075EB34E11D27092012102011.pdf&i=2066](http://informacoesmunicipais.com.br/abre_documento.cfm?arquivo=_repositorio/_oim/_documentos/4ED85BF2-C941-9613-ED8F6075EB34E11D27092012102011.pdf&i=2066)

VÀZQUEZ, ÀLVAR (2013), “Rio conquista o prêmio de World Smart City 2013”. Disponível, com acesso em 26/05/2015, sob <http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?id=4469969>

Veeckman, C., & van der Graaf, S. (2014, June). The city as living laboratory: A playground for the innovative development of smart city applications. In Engineering, Technology and Innovation (ICE), 2014 International ICE Conference on (pp. 1-10). IEEE.

Veloso, Thássius (2012) "Visitamos o Centro de Operações do Rio de Janeiro". Disponível, com acesso em 29/09/2015, sob <<<https://tecnoblog.net/108550/centro-de-operacoes-rio/>>>

Vreeker, R. (2009). Sustainable Urban Development The Case of Mixed and Compact Land Use. Sustainable Urban Development Volume 3: The Toolkit for Assessment.

Walravens, N. (2015). Qualitative indicators for smart city business models: The case of mobile services and applications. *Telecommunications Policy*,39(3), 218-240.

Washburn, D., Sindhu, U., Balaouras, S., Dines, R. A., Hayes, N., & Nelson, L. E. (2009). Helping CIOs understand “smart city” initiatives. *Growth*, 17(2).

Weiss, M. C., Bernardes, R. C., & Consoni, F. L. (2013). Cidades inteligentes: a aplicação das tecnologias de informação e comunicação para a gestão de centros urbanos. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 9(18).

Wiewel, W., & Knaap, G. (2005). Partnerships for smart growth: university-community collaboration for better public places. ME Sharpe.

Wolfram, M. (2012). Deconstructing smart cities: an intertextual reading of concepts and practices for integrated urban and ICT development. na.

Yusuf, S. (2014). The Road to Innovation in East Asia. Oxford Handbooks Online.

Zhao, J. (2011). Brief Review of Sustainable City. In *Towards Sustainable Cities in China* (pp. 1-13). Springer New York.

Zucaro, A., Ripa, M., Mellino, S., Ascione, M., & Ulgiati, S. (2014). Urban resource use and environmental performance indicators. An application of decomposition analysis. *Ecological Indicators*, 47, 16-25.

Zygiaris, S. (2013). Smart city reference model: Assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems. *Journal of the Knowledge Economy*, 4(2), 217-231.



## **APÊNDICE A - Mapas ilustrativos e detalhes da aplicação do *framework* analítico da competência tática-operacional e estratégica no caso do COR**

O capítulo 3 retrata as cidades como ecossistemas de inovação complexos, abertos e dinâmicos, sujeitos à interação entre atores de interesses conflitantes cujas articulações ora privilegiam, ora criam obstáculos ao atingimento de metas das administrações locais para o desenvolvimento sustentável.

Avaliar a contribuição das soluções de cidades inteligentes com a materialização dos planos estratégicos voltados à sustentabilidade urbana nesses ambientes torna-se, portanto, uma provocação adicional aos governos municipais e a seus cidadãos: envolve, como recomendam os especialistas, o domínio de teorias como a de sistemas adaptativos complexos e metodologias sistêmicas multiniveladas e evolucionárias híbridas.

Esses arcabouços, entretanto, encontram-se ainda em sua infância, assim como as próprias experiências com as *smart cities* e sua adoção prática exige mais tempo e recursos do que dispõem as municipalidades diante de metas agressivas como aquelas celebradas pelos prefeitos em pactos como os da Agenda 21 e da Convenção dos Prefeitos das cidades européias.

Assim, esse apêndice apresenta os detalhes da implementação do *framework* elaborado no capítulo 4 e que se propõe, como alternativa às abordagens adaptativas complexas, a analisar qualitativamente as competências tática-operacional e estratégica das soluções de cidades inteligentes, auxiliando no planejamento, monitoramento e controle da alavancagem bem-sucedida dessas soluções com direcionamento não apenas à dimensão econômica da sustentabilidade, mas também à sua amplitude nas perspectivas ambiental, social, institucional e cultural.

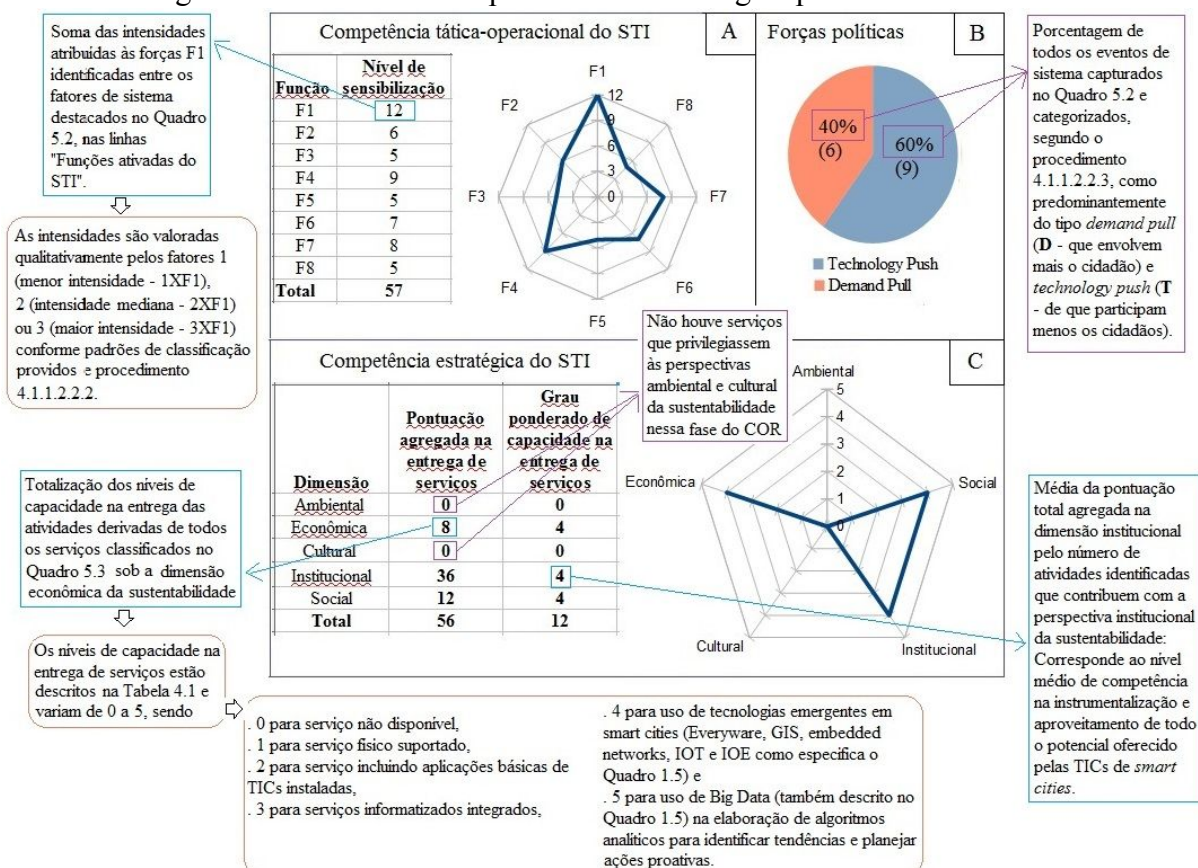
Apesar da proposta desafiadora, o modelo analítico foi desenhado sob o requisito principal da simplicidade no uso, adaptabilidade e extensibilidade, valendo-se de ferramentas corriqueiras como planilhas eletrônicas para consolidar dados sob operações matemáticas básicas e apresentá-los em diagramas populares.

Essa exposição visual do resultado das análises está organizada em três componentes interpretativos compilados nas seções a seguir.

### **A.1. Implementação dos quadros analíticos da competência tática-operacional e estratégica dos ecossistemas das soluções de cidades inteligentes**

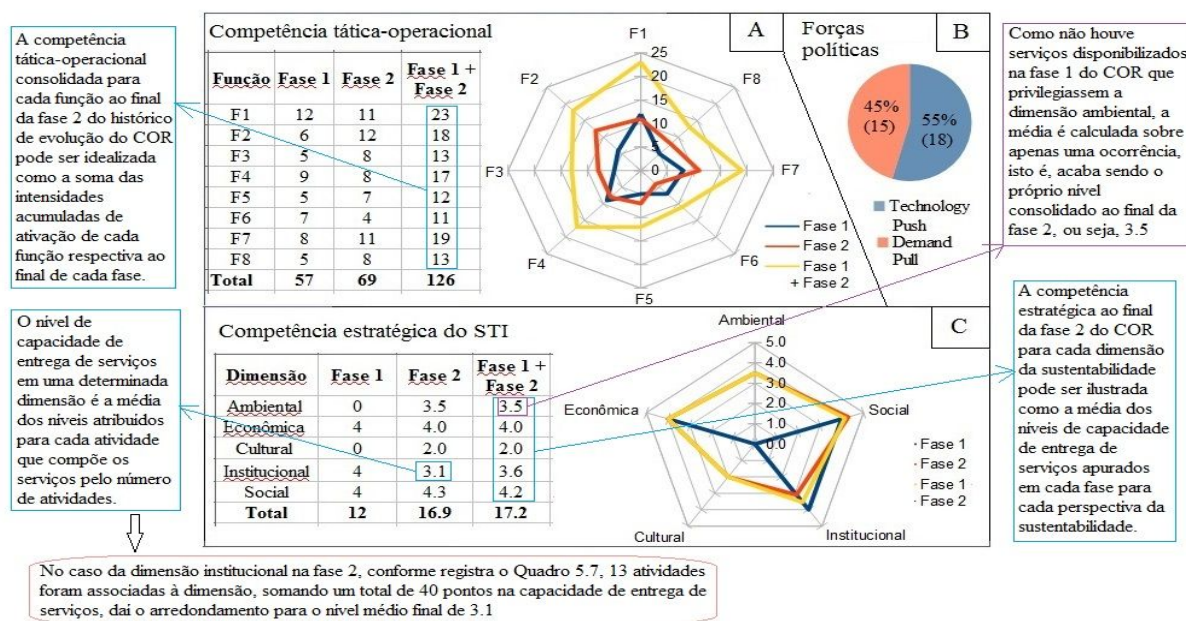
O primeiro componente visual do *framework* constitui-se na combinação dos quadros analíticos das competências tática-operacional e estratégica do STI que suporta o ecossistema de inovação aberta de uma solução de cidade inteligente. A Figura A.1 demonstra, num mapa explicativo, todos os pormenores da elaboração desse componente para a fase 1 do ciclo de vida do COR, conforme o algoritmo proposto na seção 4.1.1., sub-itens de 1 a 3. Esse mapa corresponde à Figura 5.2 acompanhada dos pormenores de cálculo para a ilustração gráfica dos resultados. Como a mesma lógica descomplicada se aplica à fase 2 do histórico do COR, exibida na Figura 5.5, um novo mapa explanatório não foi necessário aqui. Mesmo porque as imagens presentes na Figura 5.5. repetem-se na Figura 5.6, que superpõe os diagramas das etapas 1 e 2 da evolução do COR, para uma apreciação comparativa entre os dois estágios. O mapa que elucida os detalhes das operações ligadas à construção desse gráfico consolidado localiza-se na Figura A.2.

Figura A.1: Mapa explicativo dos cálculos empregados na elaboração dos diagramas da Figura 5.2: análise tática-operacional e estratégica para a fase 1 do COR



Fonte: Elaboração própria com base na Figura 5.2 e na planilha eletrônica utilizada para a consolidação dos dados dos Quadros 5.2 e 5.3 sob os procedimentos especificados na subseção 4.1.1.

Figura A.2: Mapa explicativo dos cálculos empregados na elaboração dos diagramas da Figura 5.6: consolidação comparativa da análise tática-operacional e estratégica para as fases 1 e 2 do COR



Fonte: Elaboração própria com base na Figura 5.6 e na planilha eletrônica utilizada para a consolidação dos dados dos Quadros 5.2, 5.3 (fase 1) e 5.6, 5.7 (fase 2), sob os procedimentos especificados na subseção 4.1.1.

## A.2. Implementação do mecanismo de análise da maturidade tática-operacional e estratégica dos ecossistemas das soluções de cidades inteligentes

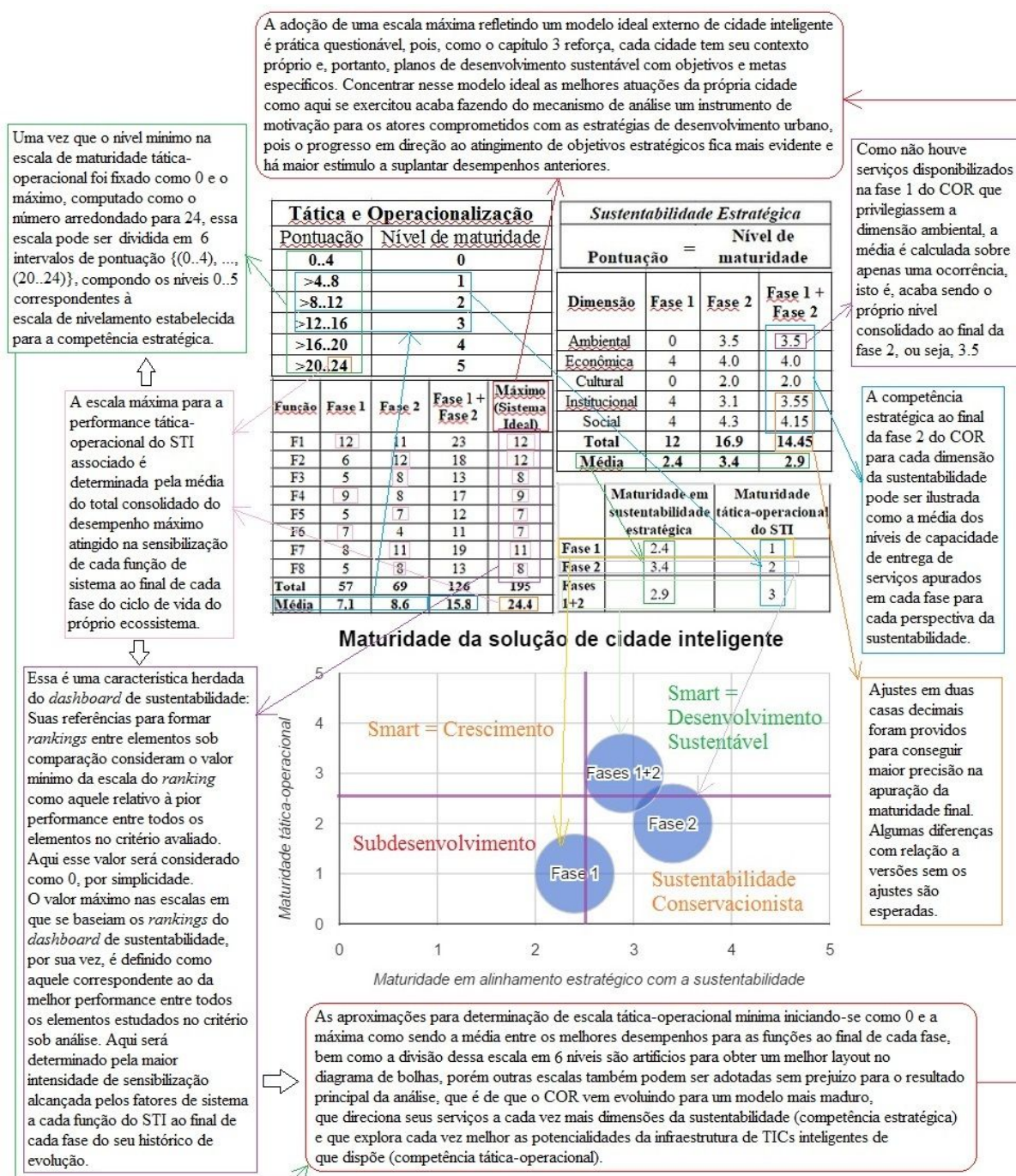
O segundo componente interpretativo do *framework* reorganiza os resultados obtidos nas consolidações das análises isoladas do componente anterior num diagrama de bolhas que permite caracterizar o nível de maturidade da solução de cidade inteligente numa escala de 6 níveis compatibilizados entre as competências tática-operacional e estratégica, variando do grau 0 ao 5: quanto maior o grau de competência tática-operacional e estratégica, mais maduro se encontra o ecossistema que apoia a solução de *smart city*, isto é, melhor está seu desempenho em alavancar e difundir as TICs inteligentes, aproveitando ao máximo as potencialidades delas para contemplar um maior número de perspectivas da sustentabilidade.

Os passos para a estruturação desse diagrama estão sintetizados no mapa da Figura A.3. Em linhas gerais, eles envolvem

1. a especificação de escalas para os eixos vertical e horizontal, estipulando seus limites inferiores e superiores de maturidade: por simplicidade, o grau zero (0) foi assinalado aos limites inferiores e, para a maturidade estratégica, o nível máximo de maturidade foi estabelecido como o maior grau (5) de competência na entrega de serviços por soluções de cidades inteligentes, como registra a Tabela 4.1. Já à maturidade tática-operacional o nível superior pode ser conferido a partir da média entre as melhores performances nas intensidades de ativação das funções F1..F8 apuradas entre todos os instantes de tomadas de avaliação da competência tática-operacional do STI, segundo a metodologia delineada em 4.1.1.3.1. Dessa forma, o desempenho do ecossistema que alavanca a solução não é comparado ao de um modelo externo de cidade inteligente ideal, que não reflete a realidade local, como ressalva o capítulo 3. Em lugar disso, a performance destacada do próprio STI numa oportunidade anterior funciona como referência de uma capacidade conquistada e que pode ser suplantada no futuro, o que tende a encorajar os atores no cumprimento e superação de metas.
2. a compatibilização entre escalas: a conversão da escala de maturidade tática-operacional para o intervalo padrão simplificado {0..5} da escala de maturidade estratégica pode ser, então, arranjada dividindo o limite máximo computado para a competência tática-operacional em 5 intervalos
3. o cálculo da maturidade consolidada em cada eixo do diagrama num dado instante do ciclo de vida do ecossistema que promove a solução:
  - a. para a vertente estratégica, a maturidade consolidada é a média do total de pontuações atribuídas às atividades derivadas dos serviços analisados sob cada dimensão da sustentabilidade, conforme descreve o procedimento 4.1.1.3.2. O nível de maturidade final (dentre todas as fases verificadas) é a média dentre os níveis de maturidade estratégicos consolidados para cada fase.

- b. para a vertente tática-operacional, a maturidade consolidada é a média das intensidades de sensibilização das funções do STI no período, traduzida para o número de ordem correspondente ao intervalo que ocupa na escala de equiparação à estratégica. O nível de maturidade final (dentre todas as fases verificadas) é a soma entre os níveis de maturidade tática-operacional consolidados para cada fase, pois o efeito das funções de sistema que contribuem com a evolução do STI e se manifestam no contexto tático-operacional é acumulativo.

Figura A.3: Mapa explicativo dos cálculos empregados na elaboração dos diagramas da Figura 5.7: consolidação da performance tática-operacional e estratégica do COR em níveis de maturidade



Fonte: Elaboração própria com base na Figura 5.7 e na planilha eletrônica utilizada para a consolidação dos dados dos Quadros 5.2, 5.3 (fase 1) e 5.6, 5.7 (fase 2), sob os procedimentos especificados na subseção 4.1.1 e A.2.

### **A.3. Implementação do mecanismo de análise do nível de inteligência das soluções de cidades inteligentes**

O terceiro e último componente visual do *framework* revela o nível de inteligência da solução de *smart city* separando o aspecto instrumental do sinalizador de direção estratégica que convivem no nível de competência estratégica da metodologia analítica (itens 4.1.1.3.2, Figuras 5.2C, 5.5C, 5.6C e eixo horizontal da Figura 5.7): como a maturidade estratégica representa o nível de competência em entregar serviços extraíndo todo o potencial das tecnologias inteligentes e favorecendo o maior número possível de dimensões da sustentabilidade, é preciso evidenciar o equilíbrio entre perspectivas do desenvolvimento sustentável atendidas pelos serviços inteligentes.

Esclarecendo com um exemplo, uma solução de cidade inteligente com nível de maturidade estratégica 5 que ofereça 3 serviços pode se configurar como ofertando

- (a) 1 serviço de nível 5 dedicado ao prisma ambiental da sustentabilidade, 1 para o social e 1 para o cultural
- (b) 1 serviço de nível 5 para a vertente ambiental e 2 para a social, mas também pode denotar
- (c) a entrega de 3 serviços de competência grau 5 voltados somente à perspectiva econômica da sustentabilidade.

Em todos esses casos as soluções são altamente competentes, mas aquelas dos cenários (b) e (c) não poderiam ser consideradas plenamente inteligentes, pois não estão em total conformidade com a definição de inteligência para soluções de *smart city* do Capítulo 1, que associa elevada competência instrumental com equilíbrio no alinhamento à sustentabilidade ampla, ou seja, a todas as dimensões do desenvolvimento sustentável (Quadro 1.6, Figura 1.3).

Dessa forma, é preciso, no cômputo do nível de inteligência de uma solução, criar um fator redutor do nível de maturidade em sustentabilidade estratégica para as oportunidades desperdiçadas em distribuir igualmente a capacidade potencializadora do elemento instrumental entre um maior número possível de perspectivas da sustentabilidade.



Existem várias alternativas para a composição de tal fator. Uma delas parte da observação de que a área interna aos diagramas de teia de aranha das Figuras 5.2C, 5.5C e 5.6C, que incorporam cada uma das 5 dimensões da sustentabilidade em seus vértices, pode ser considerada medida de maturidade estratégica da solução: quanto maior, mais competente estrategicamente e em um número mais diverso de vertentes da sustentabilidade é a solução. Para assegurar um equilíbrio na distribuição dessa competência entre as dimensões do desenvolvimento sustentável, o baricentro ou centro de gravidade da figura que abriga a área examinada deveria estar mais próximo do ponto 0 ou de origem de todos os eixos do diagrama. Quanto maior a distância a esse ponto central, maior seria o fator de redução da inteligência da solução de *smart city*, pois ela estaria concentrando sua competência instrumental num conjunto mais restrito de perspectivas da sustentabilidade.

Esse raciocínio trigonométrico, porém, não é sempre tão intuitivo e nem todas as ferramentas que disponibilizam planilhas eletrônicas suportam tais operações com facilidade. Assim, um algoritmo específico foi concebido para o cálculo do fator de redução a partir das pontuações relativas aos níveis totais de competência atribuídos a cada dimensão da sustentabilidade durante a análise dos serviços de uma solução de cidade inteligente, conforme o procedimento 4.1.1.3.2. A idéia central do procedimento, de empregar a média entre todos os graus de maturidade atribuídos aos serviços para determinar o nível de maturidade estratégica final, é reutilizada, mas assemelhando-se a uma média ponderada em que o fator de ponderação é o redutor.

Sob tais premissas o algoritmo simula a melhor distribuição possível da pontuação entre as perspectivas da sustentabilidade a cada iteração, reduzindo o nível de maturidade na proporção da porcentagem de pontos desviada da quantidade ideal indicada pela lógica do algoritmo na iteração imediatamente anterior.

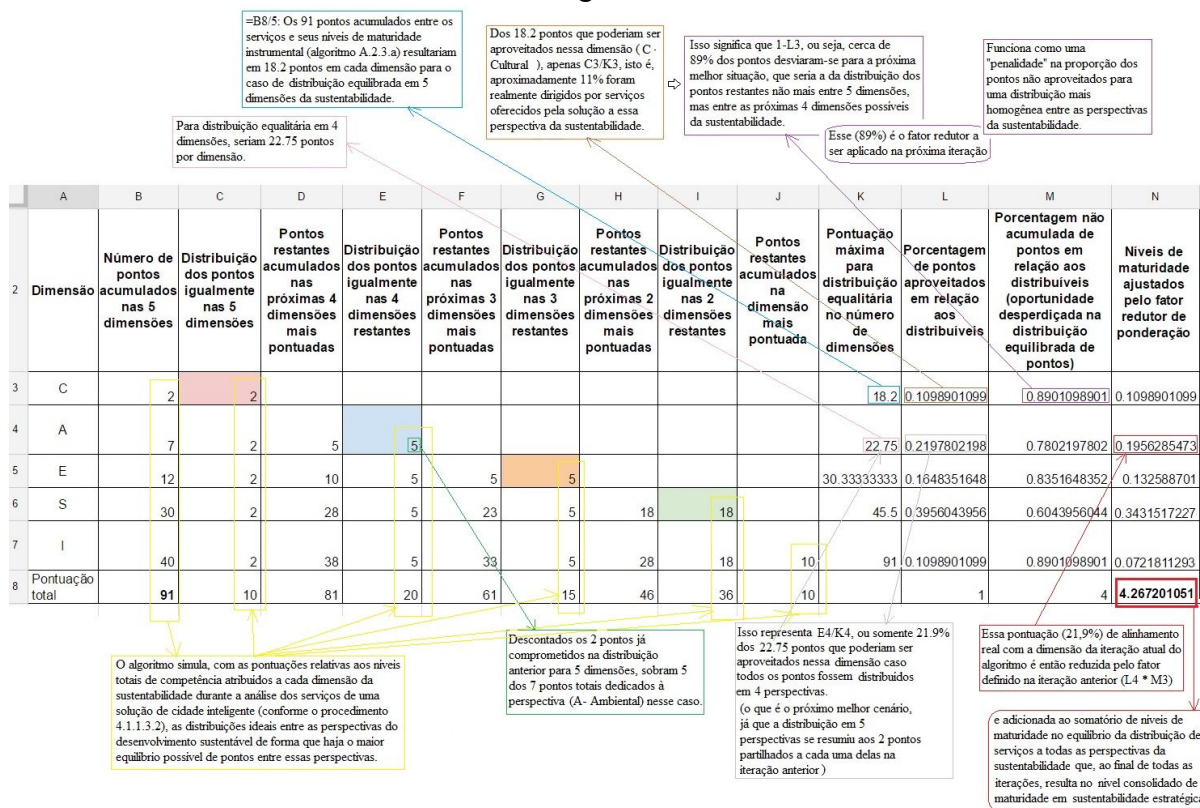
O mapa explicativo para o algoritmo encontra-se na Figura A.4, que demonstra seu funcionamento para a análise da fase 2 do ciclo de vida do COR, acompanhado da respectiva consolidação dos resultados no diagrama de bolhas que ressalta o nível de inteligência agregado ao final de todas as etapas do histórico de amadurecimento da solução, como segue:

1. para o eixo reservado ao grau de maturidade instrumental, a maturidade consolidada é a média do total de pontuações atribuídas às atividades derivadas dos serviços

analisados sob cada dimensão da sustentabilidade, conforme descreve o procedimento 4.1.1.3.2 (equivalente ao procedimento A.2.3.a e eixo horizontal do diagrama 5.7). O nível de inteligência final (dentre todas as fases verificadas) é a média dentre os níveis de maturidade instrumental consolidados para cada fase

2. para o eixo destinado ao grau de maturidade em sustentabilidade estratégica, a maturidade consolidada segue a lógica de uma média ponderada do total de pontuações atribuídas às atividades derivadas dos serviços analisados sob cada dimensão da sustentabilidade com o grau de ponderação definido pelo algoritmo proposto no mapa explicativo da Figura A.3. O nível de inteligência final (dentre todas as fases verificadas) é a média dentre os níveis de maturidade em sustentabilidade estratégica consolidados para cada fase.

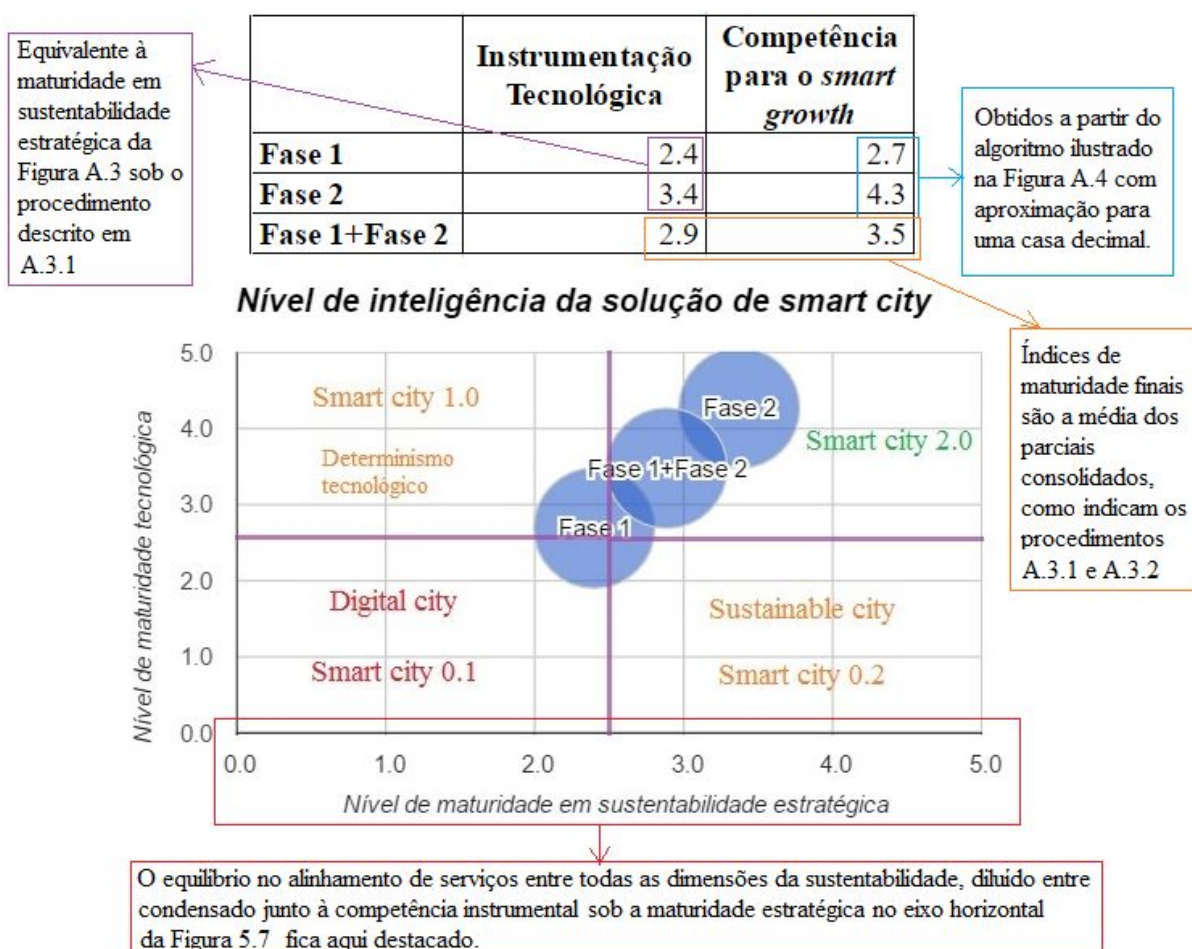
Figura A.4: Mapa explicativo do algoritmo criado para calcular o nível de inteligência de uma solução de cidade inteligente aplicado à fase 2 do COR, conforme resultados exibidos na Figura 5.8



Fonte: Elaboração própria com base na Figura A.3 e na planilha eletrônica utilizada para a implementação do algoritmo a partir dos dados dos Quadros 5.2, 5.3 (fase 1) e 5.6, 5.7 (fase 2), sob os procedimentos especificados na subseção 4.1.1 e A.3

Legenda: S: Dimensão social; A: Dimensão ambiental; E: Dimensão econômica; I: Dimensão Institucional; C: Dimensão Cultural

Figura A.5: Mapa explicativo dos cálculos empregados na elaboração do diagrama da Figura 5.8: consolidação do nível de inteligência do COR



Fonte: Elaboração própria com base na Figura A.3 e na planilha eletrônica utilizada para a consolidação dos dados dos Quadros 5.2, 5.3 (fase 1) e 5.6, 5.7 (fase 2), sob os procedimentos especificados na subseção 4.1.1. e A.3.

## APÊNDICE B - Roteiro para entrevistas sobre a solução de cidade inteligente do COR

Como ressalta o item (d) dos procedimentos metodológicos na Introdução e a seção 4.1, entrevistas semi-abertas foram conduzidas com atores-chave entre representantes do COR e provedores de solução que participaram do processo evolutivo do centro desde a sua inauguração.

A principal finalidade das entrevistas foi confirmar os eventos de sistema capturados a partir de pesquisa bibliográfica, incluindo artigos, teses, notícias e sites na internet mantidos pelas redes de atores participantes da fronteira de solução de *smart city* do COR. As entrevistas também auxiliaram nos julgamentos qualitativos (subseção 4.1.1) das intensidades na sensibilização de funções de sistema e na capacidade de entrega de serviços pelo COR .

Ao todo, 188 mídias<sup>17</sup>, dentre artefatos codificados em texto e vídeos foram selecionados e analisados no processo de preparação do questionário para as entrevistas e identificação dos atores críticos para elas.

As entrevistas foram realizadas de abril a agosto de 2015, gravadas em sistema de videoconferência e transcritas em seguida, sempre mantendo sigilo às informações sensíveis, isto é, qualquer outro dado que já não houvesse sido publicado abertamente na internet ou outros canais jamais foi divulgado.

A série de entrevistas terminou com uma visita presencial ao COR. As fotos e outros resultados decorrentes dessa visita também foram preservados do domínio público em respeito à imagem institucional e à dos representantes do COR fotografados.

Os mesmos critérios de confidencialidade foram mantidos com os demais participantes da pesquisa externos ao COR.

No período em que ocorreram as entrevistas a equipe do COR já trabalhava ativamente no planejamento e preparação aos Jogos Olímpicos e Paralímpicos de 2016 e, portanto, as seções foram adequadas às agendas atribuídas dos entrevistados-chave para um melhor aproveitamento do tempo: questões já respondidas por um entrevistado do COR corroborando informações obtidas da pesquisa bibliográfica não foram novamente submetidas

---

<sup>17</sup> A pesquisa bibliográfica completa abarcou 635 materiais em formato texto e 46 vídeos, incluindo o referencial teórico e aquele destinado especificamente ao caso do COR, que totalizou 188 mídias. Dessa coleção, apenas 267 foram eleitos para citação no texto da dissertação, como aponta a seção “Referências”.

a outros representantes do COR, poupando-lhes tempo. Também, o mapeamento prévio dos atores-chave permitiu cobrir os eventos críticos extraídos da bibliografia com apenas 5 entrevistados. Porém, para cumprir com o programa planejado para cada um desses atores, alguns tiveram de ser abordados em mais de uma sessão.

Eventos que não puderam ser corroborados pelos entrevistados foram descartados do processo de análise e movidos para uma lista de possíveis investigações futuras.

Dessa forma, a seção B.1 exibe o roteiro inicial básico de questões dirigidas aos integrantes-chave do COR entrevistados e também aos provedores de solução que participaram de algum instante do ciclo de vida do centro. Já a seção B.2 lista o conjunto de questões subsequentes, derivadas das entrevistas semi-abertas iniciais e algumas vezes direcionadas exclusivamente a determinados atores-chave ou reproduzidas a novos atores relevantes identificados ao longo das entrevistas.

### **B.1. Roteiro inicial básico para entrevistas aos representantes do COR e provedores de solução**

1. Identificação da organização e respondente da pesquisa
  - 1.1. Para qual organização trabalha?
  - 1.2. Qual a natureza da organização: (pública/privada/mista)/[(com/sem) fins lucrativos]
  - 1.3. Qual seu cargo/função na organização?
  - 1.4. Há quantos anos trabalha na organização?
2. Sensibilidade ao termo "*smart city*" e sua relação com as dimensões social, econômica, ambiental e institucional da sustentabilidade
  - 2.1. O que a organização para a qual você trabalha entende por cidade inteligente (*smart city*)?
  - 2.2. O que você acrescentaria ou removeria da definição que sua organização adota para *smart cities*? Se a sua organização não define formalmente o termo, qual a sua definição ou o que você entende por cidade inteligente (*smart city*)?

3. Modelo de negócios voltado especificamente para o "nicho" das cidades inteligentes e edificação de ecossistemas de inovação aberta em serviços
  - 3.1. Sua organização oferece soluções tecnológicas específicas para cidades inteligentes? Quais? (Exemplos de soluções: controladores de tráfego, monitores de segurança, etc)
  - 3.2. Qual é a configuração do modelo de negócio sob o qual as soluções são oferecidas? (Exemplos: como produtos de prateleira, como produtos construídos sob medida ou como serviços, desenvolvendo um relacionamento mais longo com o cliente e envolvendo-o em maior ou menor intensidade no processo de co-criação)
4. Levantamento de pacotes de soluções tecnológicas para cidades inteligentes e identificação de tecnologias de última geração e emergentes
  - 4.1. Caso soluções tecnológicas específicas para *smart cities* sejam ofertadas pela sua organização, que tipo de tecnologias abarcam suas arquiteturas? (Exemplos de tecnologias: *cloud computing*, *big data*, *RFID*, *Internet of Things*, etc)
5. Captura dos pacotes tecnológicos de *smart cities* oferecidas ao COR e lista relacionada de tecnologias de última geração e emergentes incorporadas ao centro, bem como delineamento do ecossistema de apoio à sua alavancagem, difusão e uso no COR
  - 5.1. Sua organização contribuiu com soluções tecnológicas ao COR? Em que fase do ciclo de vida de estabelecimento do COR (implantação/expansão/manutenção)?
  - 5.2. Em caso afirmativo, que soluções tecnológicas foram oferecidas? Quais tecnologias foram envolvidas?
  - 5.3. Como foi a experiência de implantação dessas soluções no COR e outros atores envolvidos?
  - 5.4. Como vem sendo a experiência de uso dessas soluções no COR e quais atores vêm participando dela?
6. Captura dos serviços implantados no COR e sua frequência de utilização

- 6.1. Quais serviços foram habilitados pela implantação dessas soluções tecnológicas? (Exemplos de serviços: detecção de desastres, gerenciamento de trânsito, prontuário médico digital, bilhetagem de estacionamento, algoritmos preditivos baseados em nuvens de dados, etc.)
- 6.2. Todos os serviços implantados continuam operacionais ou alguns foram abandonados?
- 6.3. Se alguns serviços foram abandonados, quais foram e por que?
- 6.4. Qual a frequência de utilização dos serviços ainda operacionais?
7. Apuração, no COR, do nível de integração entre serviços locais, regionais ou globais
  - 7.1. Há serviços integrados a outros serviços locais? Quais são e como se integram em termos funcionais e tecnológicos? (Exemplo de integração entre serviços: O serviço de detecção de enchente ativa automaticamente o serviço de mobilização da resposta ao evento. O serviço de receituário médico conecta-se ao serviço de controle de estoque de medicamentos prevenindo falta ou desperdício de remédios nos postos de saúde, etc.)
  - 7.2. Há serviços integrados a outros serviços em outras cidades? Quais são e como se integram em termos funcionais e tecnológicos?
8. Verificação da natureza das forças de *technology push* e *demand pull* na implantação do COR
  - 8.1. A iniciativa para a contribuição de sua organização com o COR partiu dele ou da sua organização?
  - 8.2. Os recursos financeiros para a contribuição de sua organização com o COR originaram-se dele ou de sua organização? Ou de ambos?
  - 8.3. Quem hospeda a solução com que sua organização contribuiu com o COR? Com recursos originados dele ou do hospedeiro? Ou de ambos?
  - 8.4. Qual o nível de acesso dos cidadãos e outros atores às tecnologias e informações suportadas pelo COR?
  - 8.5. Você conhece outros serviços ou iniciativas no COR que não sejam apenas baseados em tecnologia? Qual o envolvimento dos cidadãos e outros atores neles?



## B.2. Roteiro suplementar para entrevistas a representantes-chave do COR

1. Questões específicas principais dirigidas à gerência de resiliência
  - 1.1. Qual o histórico da inserção do COR em redes de colaboração globais entre cidades? Como se dá a contribuição do COR com as redes relacionadas à resiliência? Qual a frequência e forma de contato com essas redes? Há *sites*, comunidades virtuais e documentos gerados pelo COR, etc. como forma de participação nessas redes?
  - 1.2. Como a gerência de resiliência pretende coordenar a execução das ações identificadas no diagnóstico de ameaças decorrentes da mudança climática à cidade do Rio de Janeiro junto dos atores que participaram das sessões de levantamento e análise de riscos listados no documento Rio Resiliente - Diagnóstico e Áreas de foco (NERY, 2014)? Qual o papel das universidades e instituições de pesquisa no respaldo a essas ações? E o da iniciativa privada? E o dos órgãos públicos e cidadãos?
  - 1.3. Dadas as responsabilidades associadas à coordenação dos planos de resposta a riscos no longo prazo para garantir a resiliência e a implantação do novo organograma do COR enfatizando o empoderamento do *Chief of Resilience Office* (CRO) nas situações imediatas de crise, seria razoável afirmar que, na gerência de resiliência, o COR teria estabelecido a coordenação formal da rede de atores que o suporta? E que na gerência de resiliência teria se instituído a interface com os atores externos ao COR comprometidos com esses planos e, portanto, com os demais projetos que circundam o COR, não necessariamente tão apoiados em alta tecnologia?
2. Questões específicas principais dirigidas ao *Chief of Resilience Office* (Chefe de Operações do COR)
  - 2.1. Artigos e outros documentos levam a entender que o COR, em verdade, teria nascido na madrugada do 05 de abril de 2010, quando a então maior tempestade já enfrentada pelo Rio de Janeiro pressionou a estrutura de gerenciamento de crises da cidade e levou o prefeito a atuar junto à imprensa e

outros órgãos nas dependências da CET-Rio. Os representantes da mídia ali reunidos colaboraram com as ações de emergência daquela noite, trazendo imagens e notícias sobre os locais não acessíveis às câmeras da CET-Rio.

Isto é, o COR teria nascido dessa experiência e do confronto dela com os cenários mais avançados dos centros de inteligência em operações de Nova Iorque e outras cidades. Isso faz sentido? Os participantes dessa primeira *war room* concordam em que ali uma versão preliminar do COR teria se materializado?

- 2.2. Como se deu o histórico de evolução do COR até sua inauguração e após ela? Quais atores foram envolvidos e quais já não mais atuam no sistema de inovação do COR?
- 2.3. Durante a implantação do COR, 215 situações foram mapeadas para tratamento por suas equipes, gerando um protocolo que classifica cada uma delas em níveis de criticidade. Como funcionam esses processos (por exemplo, os critérios para classificação da criticidade das situações, as ações disparadas e seus responsáveis, etc) e como evoluíram (ou ainda permanecem idênticos aos originalmente definidos)?
- 2.4. Após a implantação do canal de atendimento único ao cidadão, o 1746 passou a incorporar mais de 1000 serviços municipais. Quais são eles? Como funciona a interface do COR com esse *call center* (como o COR é acionado para responder aos serviços, quais deles são ativados diretamente pelo COR e como o centro auxilia com informações sobre o andamento e após o fechamento dos chamados)?
- 2.5. Há sobreposição de funções entre a integração do COR com o aplicativo Olhos da Cidade e o *call center* do 1746? E entre o COR e outros órgãos internos e externos? Como funciona o relacionamento do COR com os demais centros de comando e controle que vêm operando na cidade? Por exemplo, o Centro Integrado de Comando e Controle (CICC) da segurança pública estadual?
- 2.6. Existem registros de visitas ao COR e de prêmios recebidos por ele desde sua inauguração? Há protocolos pré-estabelecidos para a realização das visitas de

- acordo com o perfil dos visitantes e lições aprendidas principais a compartilhar com cada um deles? Quais delas mais interessam a cada tipo de visitante?
- 2.7. Como têm funcionado as parcerias com provedores locais e globais de soluções baseadas em tecnologias inteligentes? Qual a participação do cidadão nos ecossistemas que se formam? Qual o posicionamento do COR diante da perspectiva de figurar como um acelerador no empreendedorismo local e na inovação apoiada em tecnologias inteligentes? Quais competências técnicas internas o COR deseja desenvolver para o futuro e quais pretende explorar por meio dessas parcerias externas ao centro?
  - 2.8. Existem patentes depositadas como resultado da implantação do COR por quaisquer atores de seu sistema de inovação, internos ou externos?
3. Questões específicas principais dirigidas ao Grupo Pensa
    - 3.1. Como se deu a formação do Grupo Pensa? Seu desenho é mesmo parecido com o do “*Geek Squad*” criado em Nova Iorque pelo prefeito Michael Bloomberg para encontrar padrões em nuvens de dados da cidade e, fundamentando-se neles, resolver problemas urbanos proativamente? Quais as semelhanças e diferenças entre o Pensa e o *Geek Squad* e o por que delas?
    - 3.2. Quais serviços o Pensa oferece no momento, quais deles são baseados em algoritmos analíticos de *big data* e quais pretende suportar no futuro? Que resultados esses serviços já produziram?
    - 3.3. Como funciona a parceria do Pensa com universidades e outras instituições para adquirir e compartilhar conhecimento em tecnologias inteligentes, particularmente em algoritmos preditivos?
    - 3.4. Como funcionou o Hackaton promovido pelo Pensa em 2013? Quais atores foram mobilizados, quais serviços foram disponibilizados a partir da experiência e quais deles ainda são utilizados? O grupo pretende lançar novas versões do evento? Sim ou não e por que?

## APÊNDICE C - Mapas ilustrativos para diagramas de classes e de atividades em UML

A *Unified Modeling Language* (UML) ou Linguagem Unificada de Modelamento é um padrão originalmente estabelecido em engenharia de sistemas para especificação e documentação de arquiteturas de *software*. Mas já vem sendo empregado em áreas de conhecimento como as ciências sociais, educação e outras, especialmente pela intuitividade e flexibilidade que proporciona ao modelamento de aspectos estruturais e comportamentais de sistemas complexos, facilitando a comunicação entre o pessoal técnico e os clientes e usuários dos produtos de *software* (BERGANDY, 2013, p. 81).

PARUNAK & ODELL (2001), BOMMEL & MÜLLER (2007), POTTS (2008) e BERGANDY (2013) são referências citadas no capítulo 2 sobre UML que comprovam essa disseminação da linguagem para outras comunidades que não apenas as ligadas à TI e desenvolvimento de software. Essas bibliografias também foram selecionadas pelo caráter didático que rapidamente facultará proficiência ao leitor para compreender os diagramas de classes e de atividades que se apresentam nesta dissertação, os quais figuram como os mais populares dentre todos os suportados pelo padrão.

Ainda assim, este apêndice procura complementar a introdução a tais recursos da UML por intermédio de mapas explicativos construídos a partir de diagramas representativos extraídos do próprio conteúdo, agilizando ainda mais o entendimento das abstrações adotadas no modelamento, como demonstram as subseções C.1 e C.2.

### C.1. Mapas explicativos para os diagramas de classes

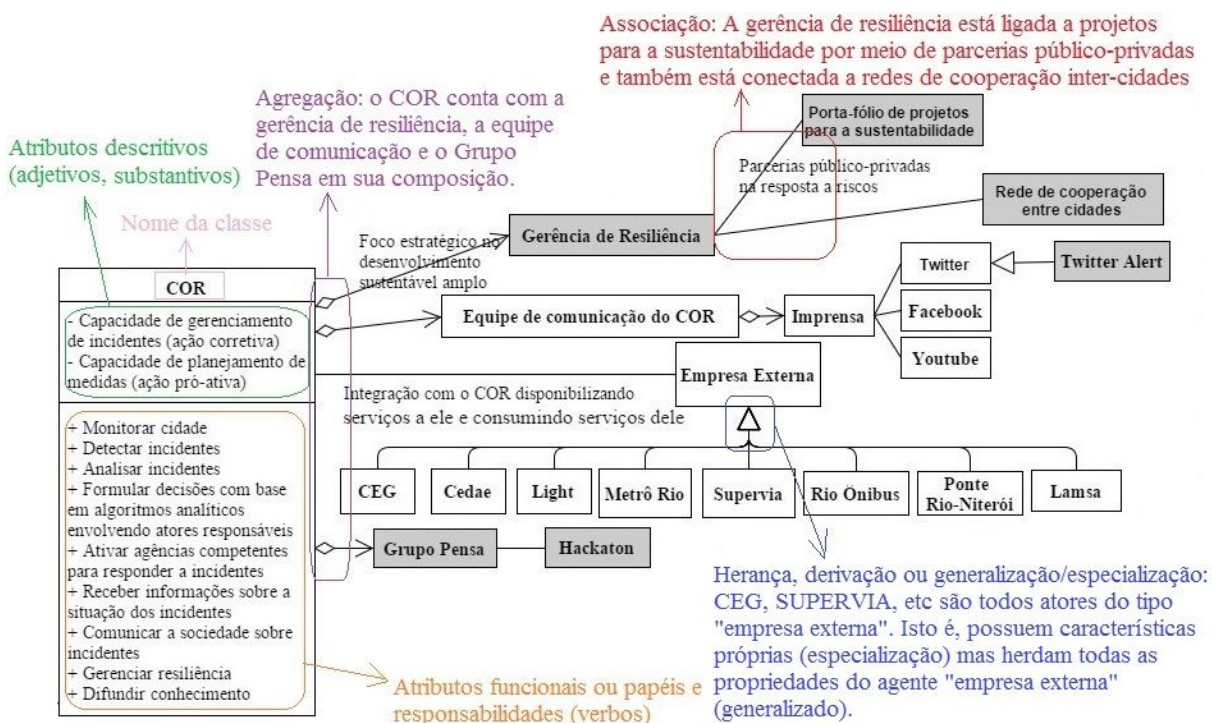
As Figuras 2.1, 2.2, 5.1 e 5.4 representam modelos de domínio em UML. Esses modelos são ontologias que, no contexto das ciências computacionais e engenharia de sistemas, fornecem descrições dos conceitos e relações entre agentes ou comunidades de agentes (BOMMEL & MÜLLER, 2007, p. 01). São detalhamentos das características estáticas dos atores participantes de um sistema, incluindo suas responsabilidades e que, em UML, estruturam-se em blocos declarativos conhecidos como “classes”.

As relações entre atores ou agentes são ilustradas como linhas entre as respectivas classes ou objetos que os descrevem. Esses relacionamentos podem ser de vários tipos, diferenciados graficamente, o que enriquece os diagramas UML, pois há maior quantidade e qualidade de informação classificando os elementos exibidos nos modelos visuais. Os tipos mais comuns de relacionamentos são a associação (uma ligação genérica entre objetos), a agregação (um objeto contém outros) e a generalização/especialização (um objeto, além de seus próprios atributos, herda propriedades de outro, mais genérico) (BERGANDY, 2013, p. 81).

A flexibilidade e diversidade de recursos que a UML suporta na qualificação de atores, sejam eles indivíduos, organizações ou mesmo agentes inanimados e sistemas e na exposição mais transparente e minuciosa de suas interdependências, entre outras utilidades, equipa os formuladores de políticas com uma ferramenta mais completa para a interpretação das estruturas dos sistemas de inovação e suas redes de atores, propiciando a articulação de estratégias mais efetivas: uma intervenção isolada num agente posicionado no topo de uma hierarquia de especialização em geral causa a propagação do efeito a todos os atores derivados. Para um sistema de grande porte com uma rede de elevada quantidade de atores, economias de escala em proporções vantajosas poderiam ser alcançadas sob tal manobra tática.

A Figura C.1 exemplifica, com base no modelo de domínio da fase de maturidade do COR, como interpretar algumas dessas qualificações de atributos e papéis entre os atores participantes do STI do COR e seus relacionamentos. Os mesmos mecanismos se aplicam às demais ontologias das figuras 2.1, 2.2 e 5.1.

Figura C.1: Mapa explicativo de trechos chave do diagrama de classes da Figura 5.4



Fonte: Elaboração própria com base na Figura 5.4 e na teoria sobre modelamento de classes em UML

Nota: Todos os retângulos representam classes. No caso do ator "COR" (retângulo mais à esquerda), todos os detalhes estruturais (atributos descritivos e funcionais) foram refinados no modelo. O mesmo pode ser repetido para os demais agentes caso o arquiteto julgue necessário.

## C.2. Mapas explicativos para os diagramas de atividades

As Figuras 4.2 e 4.3 representam diagramas de atividades em UML. Esses diagramas indicam a sequência de ações desencadeadas pelos atores em seu processo de interação com o sistema (POTTS, 2008, p.02). Também evidenciam relações de causa/efeito ao longo do tempo, paralelismo e dependência entre as atividades e atores (BERGANDY, 2013, p.81).

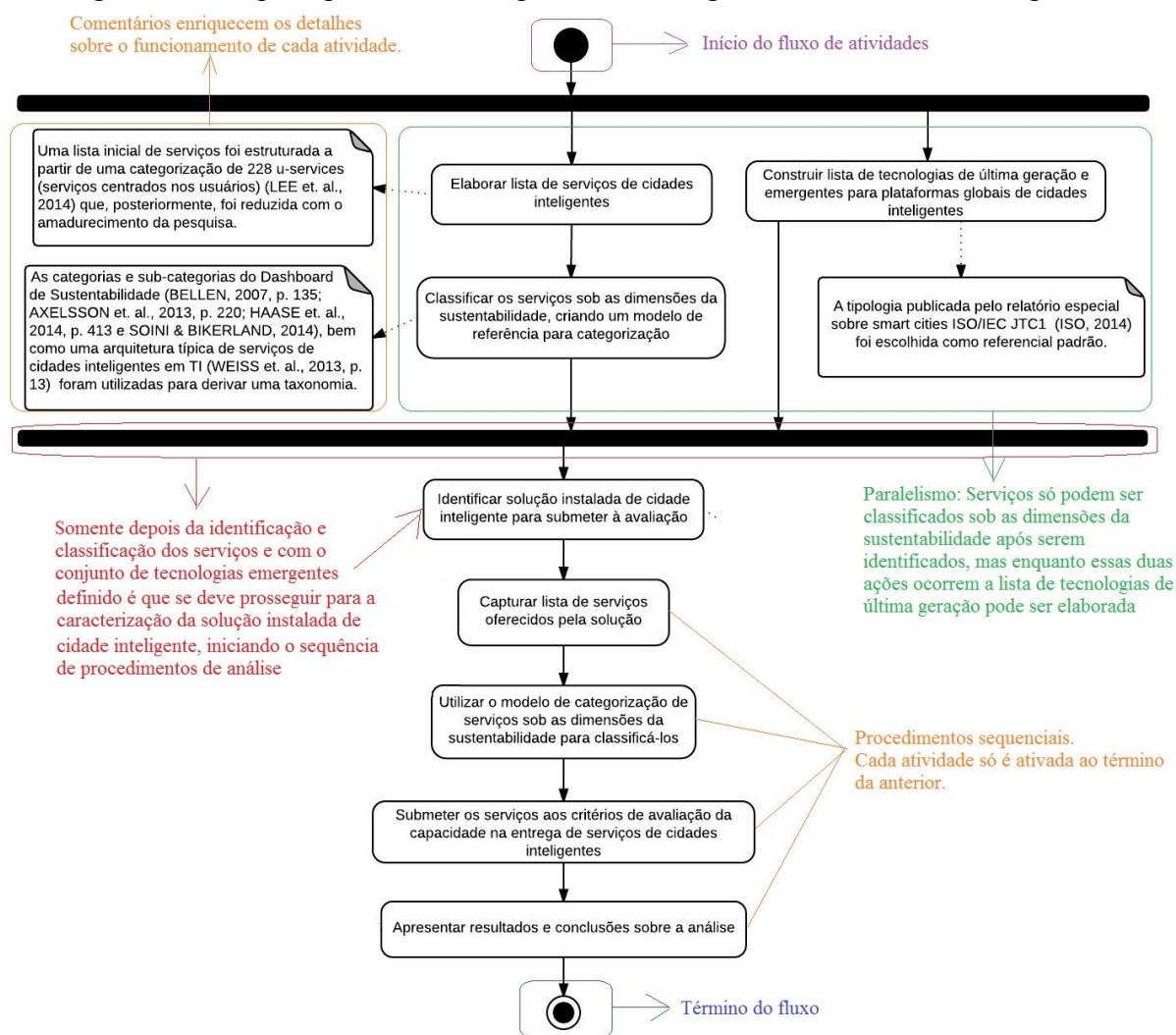
A Figura C.2 esclarece essas aplicações documentando a metodologia concebida especialmente para a análise estratégica dos serviços oferecidos pelo COR. Ela ressalta a possibilidade de paralelismo entre alguns procedimentos metodológicos iniciais.

Já a Figura C.3 destaca um caso de dependência no encadeamento lógico de ações a partir de cláusulas condicionais limitando os passos seguintes no fluxo procedural. Árvores de decisão podem ser, portanto, desenhadas com o apoio de tal ferramenta, que pode incluir, também, múltiplos atores em linhas de execução paralelas, explicitando os efeitos das

escolhas de certos agentes nos comportamentos de outros atores ou grupos deles, e as interdependências entre todos eles.

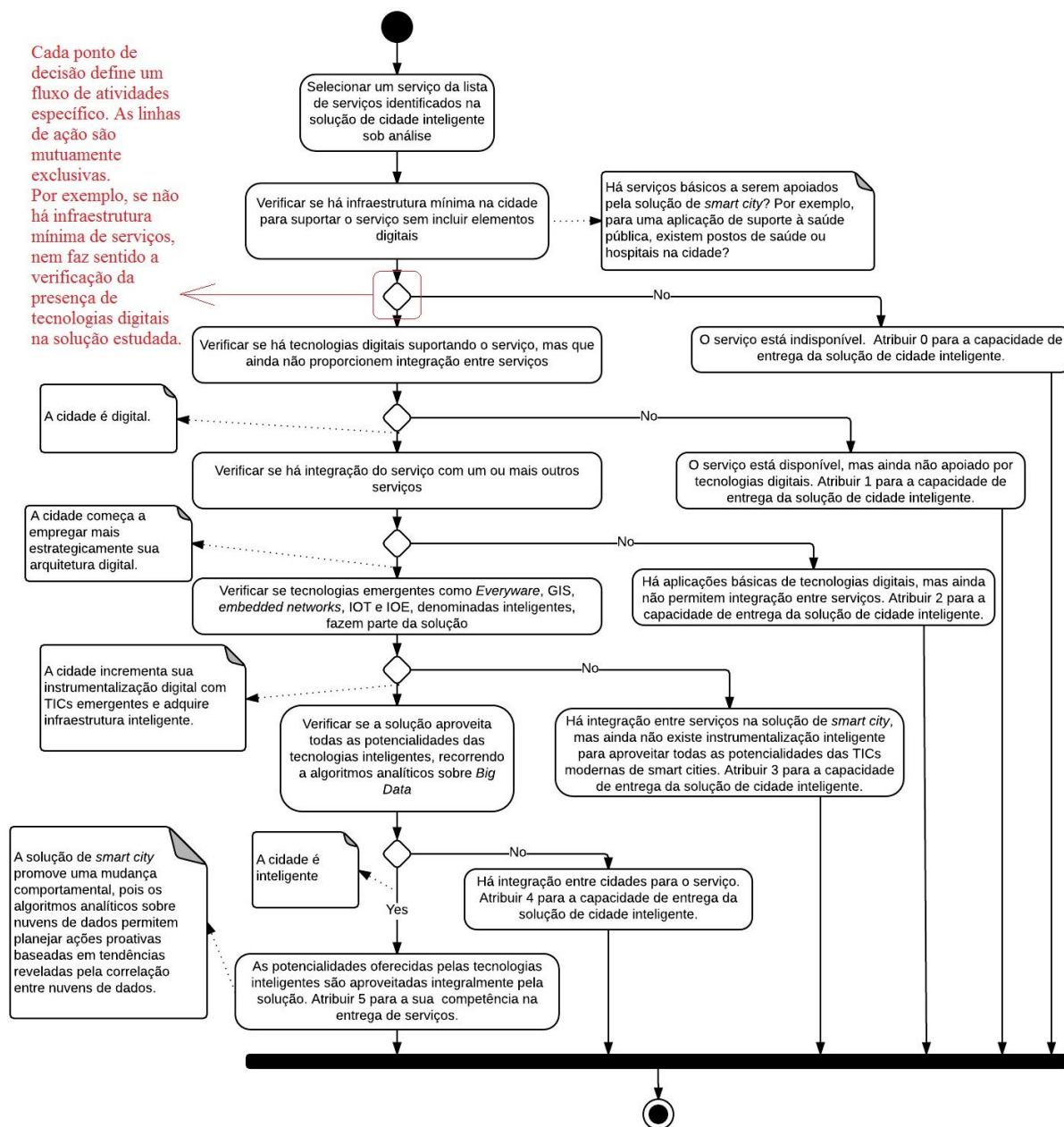
Dessa forma, os diagramas de atividades são uma das alternativas em UML para compor visões dinâmicas da interação entre estruturas ou atores estáticos modelados nos diagramas de classes.

Figura C.2: Mapa explicativo de fragmentos do diagrama de atividades da Figura 4.2



Fonte: Elaboração própria com base na Figura 4.2 e na teoria sobre desenho de diagramas de atividades em UML

Figura C.3: Mapa explicativo de fragmentos do diagrama de atividades da Figura 4.3



Fonte: Elaboração própria com base na Figura 4.3 e na teoria sobre desenho de diagramas de atividades em UML