ANÁLISE DA PROPOSTA DE SUSTENTABILIDADE NO MODELO DE CIDADE INTELIGENTE DO CENTRO DE OPERAÇÕES DA PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO

RESUMO

De acordo com o primeiro relatório do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas o Brasil experimentará, nas próximas décadas, sérias crises devido às alterações no clima e seus centros urbanos 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 usam as tecnologias de informação e comunicação (TICs) para melhorar o fornecimento e gerenciamento de serviços e infraestruturas públicas, recorrendo à inovação para incrementar suas capacidades de desenvolvimento sustentável e resiliência. Esse estudo investiga a eficiência de uma implementação brasileira de cidade inteligente, verificando se o conceito vêm contribuindo significativamente com a realização das suas políticas urbanas voltadas à sustentabilidade 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 nas dimensões ambiental, social, econômica, institucional e cultural; (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, determinando sua capacidade de materialização pelas redes de atores que a promove e suporta politicamente. A análise evidencia o estreitamento das articulações entre instituições governamentais e atores do setor público e privado 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 contribuem com a elevação da eficiência estratégica, aprimorando a capacidade de entrega de serviços de sustentabilidade em todas as dimensões. O arcabouço elaborado nessa pesquisa auxilia no processo de adequação de políticas de C,T&I para CIs propondo uma ferramenta útil para orientá-las a soluções duradouras, apoiadas por tecnologias adequadas ao contexto regional e mais abrangentes nas perspectivas da sustentabilidade. Também pode ser um excelente complemento aos *rankings* de cidades inteligentes, tornando-os um instrumento de colaboração em oposição à competição incongruente que instigam entre cidades de perfis distintos. Finalmente, o *framework* contribui com a formulação de políticas para CIs sintonizadas com as estratégias estaduais e nacionais, o que já se pratica nos modelos europeus e asiáticos e que o Brasil começa a estruturar.

1. 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 documento destaca, ainda, que os centros urbanos brasileiros serão as áreas mais vulneráveis aos incidentes decorrentes da mudança climática.

As mesmas perspectivas estendem-se a outras nações ao redor do planeta (IPCC, 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).

Dentre essas perturbações provocadas pelas regiões metropolitanas e megacidades estão: a emissão de mais de 70% do total de gases do efeito estufa no planeta, o consumo de mais de 60% de toda a sua água potável, a apropriação de outros recursos naturais, renováveis ou não, gerando rejeitos em enorme volume, que não são devidamente tratados e a intensificação da aglomeração populacional urbana, implicando carências nos sistemas de saúde, educação e segurança, desemprego, pobreza e exclusão social, congestionamentos nas vias de transporte e outras deficiências em logística, afetando a qualidade de vida dos cidadãos e a economia local. E o quadro tende a agravar-se, uma vez que as populações urbanas crescerão em mais de 2 bilhões de pessoas nos próximos 40 anos, estimando-se que o planeta abrigará cerca de 9 bilhões de habitantes até lá, com 70% deles vivendo em cidades (ONU, 2015; ONU, 2014).

Reside aí, portanto, uma sinalização de urgência em endereçar todos esses desafios. Uma saída é a implantação de políticas públicas eficazes, viabilizadas pelo uso da ciência e da tecnologia. É nesse contexto que vem se estabelecendo o conceito das cidades inteligentes (*smart cities)*, que fazem uso das tecnologias de informação e comunicação (TICs) para melhorar o fornecimento e gerenciamento de serviços e infraestruturas públicas, recorrendo à inovação para incrementar, agilmente, suas capacidades de desenvolvimento sustentável (CADENA et al, 2012).

Este artigo tem por objetivo analisar a eficiência de uma implementação atual de cidade inteligente brasileira quanto à sua contribuição com a realização das políticas urbanas voltadas à sustentabilidade. Ele busca, como objetivo complementar, criar um método simples de apoio à rápida identificação e correção das lacunas na formulação e execução dessas políticas.

Considerando que o modelo do Centro de Operações do Rio de Janeiro (COR) vêm se sobressaindo como um caso de sucesso internacionalmente reconhecido na inteligência urbana (JUNQUEIRA, 2014) inclusive no alinhamento com os ideais da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável (NERY, 2014), o arcabouço de avaliação para as cidades inteligentes proposto neste artigo focaliza o contexto desse subsistema urbano: construindo uma representação virtual da cidade monitorada, ele é suposto a oferecer ao modelo um conjunto representativo de elementos para formar exemplos de aplicação e critérios de verificação.

A ferramenta resultante pode ser também administrada a outras cidades brasileiras ou quaisquer outros centros urbanos, com a proposta de tornar suas arquiteturas mais robustas e cada vez mais

inteligentes na resposta aos impactos que já começam a desencadear-se, ampliados em decorrência da tese acerca do aquecimento global (DE AMORIM et al., 2014).

Para elaborar o modelo de avaliação, este artigo desenha e experimenta uma primeira versão do arcabouço de análise de capacidade das cidades inteligentes em entregar serviços sustentáveis por intermédio da:

- utilização da teoria de Sistemas Tecnológicos de Inovação (STIs) para caracterizar o ambiente em que vêm se desenvolvendo o COR, analisando as redes de atores em destaque e determinando sua competência tática-operacional em criar círculos virtuosos para suportar sua plataforma tecnológica de *smart city* (MUSIOLIK & MARKARD, 2010) e
- especificação de critérios para classificação de serviços oferecidos pelo COR nas diferentes perspectivas da sustentabilidade, utilizando a taxonomia incorporada pelo *Dashboard* de Sustentabilidade, um dos sistemas de indicadores reconhecidos por especialistas como dos mais completos atualmente empregados (BELLEN, 2007)

Assim, o artigo começa com uma breve revisão da teoria sobre STIs e sobre o *Dashboard* de Sustentabilidade, esboçando o *framework* que aqui servirá de base para a análise da proposta de sustentabilidade da plataforma COR de cidade inteligente.

Em seguida a esse refinamento metodológico, o STI da solução de cidade inteligente do COR é caracterizado e os dados colhidos, analisados sob a ótica do mecanismo de verificação definido. Os resultados são, então, interpretados por meio dos diagramas que consolidam o desempenho do subsistema *smart* examinado nos eixos de performance estratégica e tática-operacional.

Finalmente, o artigo conclui que o bom desempenho da recente implementação de cidades inteligentes carioca estudada está alicerçado sobre o estreitamento das articulações entre instituições governamentais e atores do setor público e privado formando círculos virtuosos em redes de instituições locais de diversos portes e setores. Além disso, a conexão com redes internacionais comprometidas com a sustentabilidade e resiliência das cidades frente aos desafios da mudança climática eleva o COR à qualidade de difusor e multiplicador de conhecimento local e global sobre experiências em desenvolvimento sustentável.

Essas constatações se comprovam na trajetória de amadurecimento tático-operacional desse SI edificado em torno das soluções tecnológicas incorporadas pelo COR, que contribuem com a elevação da sua eficiência estratégica, aprimorando a capacidade de entrega de serviços de sustentabilidade em todas as dimensões. O arcabouço elaborado nessa pesquisa auxilia no processo de adequação de políticas de C,T&I para CIs propondo uma ferramenta útil para orientá-las a soluções duradouras, apoiadas por tecnologias adequadas ao contexto regional e mais abrangentes nas perspectivas da sustentabilidade.

O Brasil, que começa a estruturar políticas em *smart cities*, pode aproveitar muitas dessas lições aprendidas para implantar cidades inteligentes mais eficientes e voltadas ao desenvolvimento sustentável. Sistemas de análise como o produzido neste artigo podem ajudar nessa tarefa, diagnosticando a situação atual dos ecossistemas urbanos, estabelecendo metas futuras e planos de ação para monitorar e controlar o progresso rumo à sustentabilidade mais ampla.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As subseções 2.1. e 2.2. sintetizam conceitos-chave sobre a teoria dos STIs e sobre o *Dashboard* de Sustentabilidade, essenciais para a arquitetura do modelo de avaliação da proposta de sustentabilidade das cidades inteligentes delineado na seção 3.

2.1. Framework para análise de STIs

O Sistema Tecnológico de Informação (STI) é uma rede de agentes interagindo numa área econômica ou industrial específica sob uma infraestrutura institucional particular (ou conjunto delas) envolvida na geração, difusão e utilização de tecnologia. 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, esses agentes 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, eles transformam tais elementos e/ou criam artefatos novos, chamados, então, de fatores tecnológicos, inerentes ao novo ambiente induzido pela inovação (BERGEK & SANDEN, 2008a; BERGEK et al, 2008b).

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, criando um círculo virtuoso para o desenvolvimento da nova tendência tecnológica. Ou seja, a aglomeração de agentes 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 agentes em rede é crucial para que esses círculos multiplicadores de externalidades positivas existam (BERGEK & SANDEN, 2008a; BERGEK et al, 2008b).

As redes de inovação, portanto, são alianças formais ou informais entre atores para obter sinergia na influência que exercem sobre os elementos de um STI. Correspondem a formas intermediárias de organização entre o mercado e hierarquias institucionais. Por exemplo, 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. (BERGEK & SANDEN, 2008a; BERGEK et al, 2008b; MUSIOLIK & MARKARD, 2010).

Finalmente, a atividade (ou, melhor, a interatividade) dos atores organizados na rede de inovação sensibiliza as funções do STI, que são sub-processos críticos importantes para a coesão e operação do sistema, bastante úteis para mensurar seu desempenho (BERGEK & SANDEN, 2008a; BERGEK et al, 2008b; MUSIOLIK & MARKARD, 2010).

A Tabela 1 lista as funções de sistema corriqueiramente encontradas na literatura sobre STIs, complementadas pelos indicadores que monitoram a performance dos sistemas na execução delas. Esses indicadores serão empregados na seção 3 para justificar a capacidade de um modelo de cidade inteligente em estabelecer-se e prosperar no ecossistema de uma municipalidade: se o STI que o suporta é robusto (i.e., possui alta perfomance tática-operacional), a plataforma tecnológica correspondente tende a ganhar o mercado (MUSIOLIK & MARKARD, 2010), ainda que não seja a mais adequada à comunidade-alvo ou cuja proposta esteja aderente apenas à vertente econômica da sustentabilidade (HOLLANDS, 2008).

Quadro 1: Revisão do conceito e indicadores de desempenho para funções de STIs.

Função	**Definição**	**Indicadores para monitorar o desempenho do STI**
Atividades empreendedoras (**F1**)	Presença de empreendedores ativos como uma indicação primária do desempenho de um STI. 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 (*learn by searching, learn by doing,* etc)	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 *learn by interacting* e *learn by using* em redes	Número de conferências e *workshops*, 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 que contribuem com a criação de demanda (*demand pull*) 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 de dificuldades e problemas no acesso a recursos básicos
Criação de legitimidade (**F7**)	Atividades que combatem a resistência a mudanças ou ao menosprezo na manutenção da imagem da tecnologia	Número de novos grupos de interesse ascendentes e em crescimento, número de ações efetivas de lobby
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 de 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)

2.2. Seleção de indicadores contemplados no *dashboard* de sustentabilidade

O *dashboard* de sustentabilidade é um dos sistemas de indicadores de sustentabilidade mais recomendados por especialistas, representando o consenso entre vários organismos internacionais cooperando na elaboração de um sistema robusto e de fácil entendimento. Ele se destaca pela aglomeração do maior número de indicadores num conjunto mais amplo de perspectivas da sustentabilidade: ambiental, social, econômica, institucional e cultural. Outros dois sistemas de indicadores, também bastante utilizados, cobrem apenas subconjuntos desse espectro mais diversificado: a Pegada Ecológica preocupa-se mais com os prismas ambiental e econômico e o Barômetro de Sustentabilidade, com as esferas ambiental e social (BELLEN, 2007).

Todos os sistemas de indicadores apresentam críticas pelas suas aproximações em escalas e nas priorizações ou pesos atribuídos a cada indicador para formar um índice final de sustentabilidade. 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 conhecidas, atribui o mesmo peso a todas as visões da sustentabilidade, considerando-as igualmente importantes. Essa mesma abordagem será adotada aqui, mas nada impede que derivações desse estudo introduzam priorizações diferenciadas ou mesmo reduzam ou multipliquem as listas de indicadores, de acordo com as questões mais relevantes para cada tipo de pesquisa (LAZAROIU & ROSCIA, 2012).

O Quadro 2 evidencia a decomposição dos índices do *dashboard* em sub-índices e indicadores correspondentes para cada uma das quatro perspectivas da sustentabilidade. A lógica dessa decomposição será utilizada para associar serviços oferecidos pelas cidades inteligentes às respectivas dimensões da sustentabilidade na seção 3, fundamentando a análise estratégica do STI: para que o desenvolvimento sustentável se materialize, não basta que os STIs sejam robustos, mas também que atendam a um número maior de vertentes da sustentabilidade.

Quadro 2: Decomposição dos índices do dashboard de sustentabilidade em sub-índices e indicadores para cada uma das perspectivas da sustentabilidade

Índice na dimensão da sustentabilidade	**Sub-índices e indicadores derivados**
Ecológica/ Ambiental	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
Social	Índice de pobreza, igualdade de gênero, padrão nutricional, saúde, mortalidade, condições sanitárias, água potável, nível educacional, alfabetização, moradia, violência, população
Econômica	Performance econômica, comércio, estado financeiro, consumo de materiais, consumo de energia, geração e gestão de lixo, transporte
Institucional	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

Fonte: BELLEN (2007), p. 135

3. METODOLOGIA

O arcabouço de análise da capacidade tática-operacional dos STIs detalhado na subseção 2.1 e o modelo de avaliação de capacidade em sustentabilidade das cidades inteligentes refinado na subseção 3.2 foram alimentados com dados representativos obtidos, de março a agosto de 2015, de entrevistas semi-abertas e pesquisa bibliográfica, incluindo artigos, teses, notícias e sites na internet mantidos pelas redes de atores participantes da fronteira escolhida para o STI em estudo.

A subseção 3.1 traz a sequência de procedimentos aplicados sobre essa massa de dados, compondo o *framework* para análise de STIs explorado neste artigo, com ênfase no recorte da base de dados e ativação do mecanismo de avaliação da proposta de sustentabilidade na plataforma de *smart city* estudada.

3.1. Procedimentos para recorte de massa de dados e ativação do modelo analítico de capacidade na entrega de serviços sustentáveis pelas cidades inteligentes

1. Em primeiro, com base na finalidade do trabalho em analisar exemplares destacados em *smart cities* e num refinamento sobre propriedades da plataforma tecnológica em foco, efetuou-se a delimitação da fronteira de estudo: A solução de cidade inteligente do Centro de Operações da Prefeitura do Rio de Janeiro (COR).
2. Após a demarcação das fronteiras do sistema, procedeu-se, em paralelo, à
   - 2.1. identificação dos demais atores e redes formais e informais constantes do STI 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 concebidos e/ou modificados por esses atores,
     - 2.2.1. verificando as funções de sistema por eles afetadas
     - 2.2.2. analisando as forças de *technology push* e *demand pull* que derivaram, moldando a constituição das redes no STI e demais elementos do sistema
     - 2.2.3. em se tratando de fatores agregando valor como funcionalidades oferecidas pela plataforma de cidade inteligente diagnosticada, eles foram submetidos ao mecanismo de avaliação da capacidade de entrega sustentável dos serviços correspondentes, descrito na Tabela 1.
3. Por fim, com a base de dados reformulada conforme os passos anteriores, foi possível, para o modelo de cidades inteligente em análise, identificar suas competências
   - 3.1. <u>tático-operacional</u>: reconhecendo as funções de sistema mais invocadas pelos movimentos estratégicos impostos ao STI pelas redes de atores do COR e, claro, as menos estimuladas. Com o recurso adicional da visualização gráfica dessas tendências, disponibilizou-se um mecanismo de apoio ao monitoramento e controle do equilíbrio na capacidade do STI em sustentar o modelo tecnológico de mercado sob a configuração atual do ecossistema de cidade inteligente que o COR suporta.
   - 3.2. <u>estratégica</u>: aferindo o nível de maturidade na capacidade da instalação de cidade inteligente do COR em concretizar o desenvolvimento sustentável. Tal medida consolidada

de desempenho também foi representada graficamente em seus diferentes vetores, compondo um mecanismo adicional de monitoramento e controle, agora também para o equilíbrio entre as funcionalidades da *smart city* amparando cada dimensão da sustentabilidade, com uso cada vez mais inteligente das TICs no processo.

Esse roteiro serviu de entrada para a conclusão deste exercício e pode ser usado para auxílio na tomada de decisão objetiva das redes de atores coordenadores do sistema ou representantes do poder público

- orientando 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)
- auxiliando a criar *rankings* para colaboração e não competição entre municipalidades, encorajando planos para aprimorar, incrementalmente, as implementações das cidades inteligentes de maneira a atingir níveis de maturidade superiores na capacidade de entrega a serviços em cada vez mais áreas da sustentabilidade

3.2. Desenho do modelo de avaliação da capacidade das cidades inteligentes em implementar políticas de sustentabilidade

As várias definições encontradas na literatura sobre cidades inteligentes vêm convergindo para implementações mais voltadas a atingir resiliência e maior eficiência em todas as vertentes da sustentabilidade, o que nem sempre implica recorrer às TICs (WOLFRAM, 2012). De fato, as TICs não são o fator crítico para a inteligência das cidades na concretização da sustentabilidade, mas um instrumento que, se bem estruturado e instituído, alinhado às particularidades de cada ambiente, levará ao melhor desempenho e aceleração na conquista das estratégias de sustentabilidade (NAM & PARDO, 2011).

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 determinados 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 cadeia de valor 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.

Assim, o modelo aqui idealizado atribui níveis de capacidade 0, 1, 2 e 3 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 níveis 1, 2 e 3 de acordo com sua adequação aos respectivos itens enumerados na lista acima. Portanto,

quanto maior o nível, maior a capacidade e eficiência na entrega de serviços da cidade em análise para seus cidadãos.

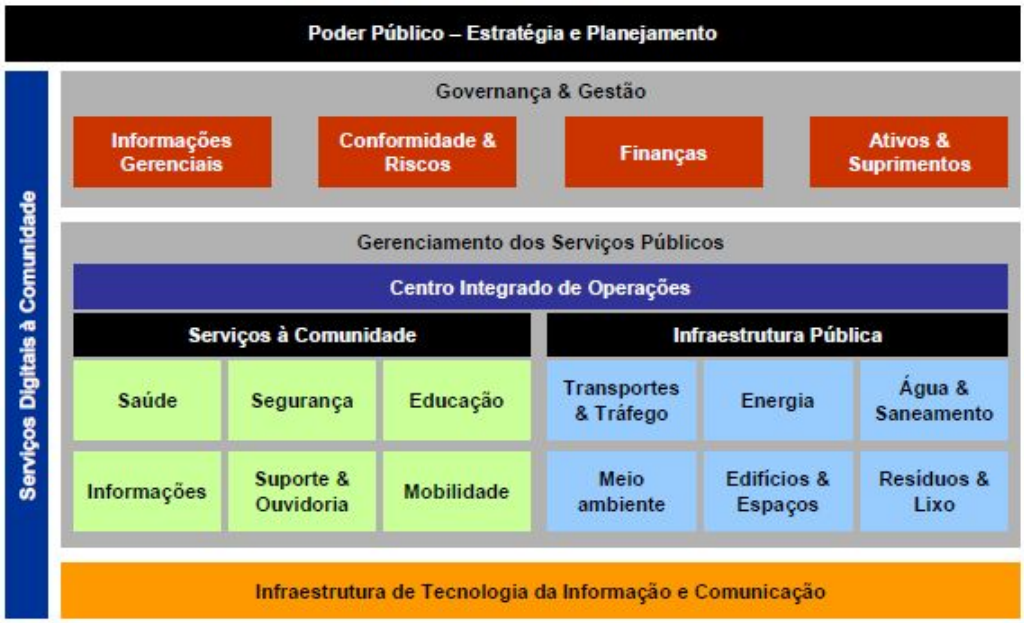
Continuando na linha das arquiteturas de cidades inteligentes orientadas a serviços (BIH, 2006; LEE & LEE, 2014), o próximo panorama a desvelar é o da variedade na oferta deles, segundo os requisitos comumente aceitos como relevantes para uma *smart city* típica. A Figura 1 sintetiza os serviços mais representativos suportados por arquiteturas de TICs na implementação de cidades inteligentes.

Relacionando esses serviços de TI com os indicadores de sustentabilidade do *Dashboard* do Quadro 2, 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 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 1) para uma solução de cidades inteligentes, maior sua eficiência e abrangência estratégica em realizar a questão da sustentabilidade plena.

Figura 1: Funcionalidades características de cidades inteligentes distribuídas em camadas de serviços suportados pelas estruturas de TICs



Fonte: WEISS (2013)

Tabela 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..3				
	Segurança	0..3				
	Educação	0..3				
	Informação				0..3	
	Suporte & Ouvidoria				0..3	
	Mobilidade				0..3	
Infraestrutura pública	Transportes & tráfego			0..3		
	Energia			0..3		
	Água & saneamento	0..3				
	Meio ambiente		0..3			
	Edifícios & espaços				0..3	
	Resíduos & lixo			0..3		
Governança & gestão do poder público	Informações gerenciais				0..3	
	Conformidade & riscos				0..3	
	Finanças				0..3	
	Ativos & suprimentos				0..3	
Outros	Moradia	0..3				
	Emprego			0..3		
	Proteção ao patrimônio cultural					0..3
	Turismo					0..3

Fonte: Elaboração própria classificando serviços da Figura 1 sob a lógica do Quadro 2, atribuindo nível 0 para serviço não disponível, 1 para serviço físico suportado, 2 para serviço incluindo aplicações básicas de TICs instaladas e 3 para serviços informatizados realmente integrados, agregando valor à cadeia funcional.

Entretanto, tais modelos amplamente sustentáveis de *smart cities* somente se materializam se apoiados pelo STI que os suporta, promovendo ecossistemas de inovação baseados nas TICs (PAROUTIS et al., 2014). Dessa forma, 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. Quanto maior o número de contribuições dos elementos de sistema com todas as suas funções (linhas da Tabela 1), maior o equilíbrio tático-operacional do STI e, consequentemente, 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.

4. RESULTADOS

Seguindo as diretrizes metodológicas adotadas neste artigo, esta seção traz uma exposição resumida da evolução do modelo de cidade inteligente proposto pelo COR, com os resultados da avaliação da capacidade tática-operacional de seu STI e de sua competência estratégica em sustentabilidade.

4.1. O histórico de amadurecimento do STI do COR

As feições geográficas e geológicas da cidade do Rio De Janeiro, localizada entre o mar e as montanhas e suscetível a chuvas intensas durante o verão sempre contribuíram com altos riscos em enchentes, deslizamentos de terra e desabamentos nesta época do ano (MOTTA Et al, 2014). Entretanto, na madrugada de 05 de abril de 2010, esses incidentes repetiram-se sob a maior tempestade registrada na história do município (BBC News, 2010), paralisando a cidade e prejudicando a atuação dos agentes da defesa civil e outros órgãos no socorro à população e no restabelecimento da normalidade operacional urbana (BARRIONUEVO, 2010).

O incidente confirmou a fragilidade da estrutura de gerenciamento de crises da metrópole e levou o prefeito e sua equipe a dispararem uma série de iniciativas para elevar a capacidade de resiliência da comunidade, reduzindo as vulnerabilidades na governança de prevenção e tratamento a desastres. A principal delas foi a construção de um centro integrado de operações similar ao existente para a gestão de crises na cidade de Nova Iorque (SINGER, 2015).

Assim, em maio de 2010, a prefeitura do Rio, apoiada pelo Instituto de Planejamento Municipal (IPLANRio), convidou a IBM, que trazia experiência prévia na implantação desse centro americano e de outros centros inteligentes de controle, para arquitetar a solução e gerir o projeto de implementação do Centro de Operações Rio (COR) (IBM NEWS ROOM, 2011). 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). A construtora RJZ Cyrella foi envolvida na edificação da sede e a Samsung, no fornecimento de monitores (ROMAR, 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 e implementar interfaces customizadas para o monitoramento georeferenciado em tempo real de vários cenários virtuais da cidade, como trânsito, condições meteorológicas, etc. Para isso, a IPNet, parceira da Google, foi incorporada ao projeto para auxiliar no desenvolvimento ligado ao Google Maps.

Dessa forma, após a publicação do Decreto Municipal n° 33.322, de 23/12/2010, que estabelece o Centro Integrado de Controle Operacional - Centro de Operações Rio, o COR foi inaugurado, em 31/12/2010, totalizando um investimento de R$ 25 milhões: consolidava-se a configuração inicial do subsistema de inovação do COR, interconectando informações entre 400 representantes de 30 órgãos municipais, revezando-se ininterruptamente no monitoramento e controle da cidade em três turnos (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2010).

Além de gerenciar o trânsito na cidade e prover serviços de compartilhamento de informações com os cidadãos e visitantes, emitindo boletins diários e extraordinários sobre meteorologia e outros aspectos do cotidiano usando as redes sociais, o COR assumiu papel central na coordenação do Sistema Alerta Rio, ativando preventivamente os protocolos de emergência da Defesa Civil para proteger as comunidades mais vulneráveis dos riscos de enchentes e outras situações críticas. Além disso, funciona como centro de planejamento e acompanhamento de grandes eventos, bem como de sala de guerra para tomada de decisão em situações de crise (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. Seus protocolos foram sendo aprimorados pela experiência na resposta a incidentes de diversas categorias e criticidades, como controle de passeatas, greves, operações policiais nas comunidades dominadas pelo crime organizado, explosões de prédios e bueiros e epidemias de dengue, entre outras. E o saldo de vítimas fatais em virtude de fortes chuvas atingiu nível zero (VASCONCELLOS, 2011).

Entretanto, nesta primeira fase de seu ciclo de vida, apesar de engajar mais eficientemente o cidadão por meio das redes sociais e favorecer a formação de parcerias público-privadas entre grandes empresas, SMEs e o governo local, estimulando as práticas de *learn by doing* (MUSIOLIK & MARKARD, 2010) com arranjos tecnológicos em torno de soluções de *smart cities* como *Internet Of Things*, georeferenciamento, *big data* e aplicações móveis (ISO, 2014), o COR assumiu uma característica notadamente digital (COCCHIA, 2014), isto é, suportando fortemente as modernas tendências em TICs, mas apenas iniciando a estruturação de uma estratégia holística para o desenvolvimento sustentável da cidade. É na segunda etapa de sua jornada de amadurecimento que o COR conquista uma postura mais *smart*, ou seja, aproveita a infraestrutura tecnológica para traçar e materializar planos alinhados à resiliência e à sustentabilidade (WOLFRAM, 2012).

Esse novo ciclo do COR, mais estratégico, tem como um marco chave a instituição do Grupo Pensa, em junho de 2013, responsável pela exploração da nuvem de dados formada pelos diversos sistemas integrados pelo COR para desenhar ações pró-ativas empregando algoritmos analíticos e descobrindo, por exemplo, as regiões da cidade mais expostas à dengue e mais carentes de linhas de transporte coletivo em determinadas ocasiões e horários (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2013a).

Outros dois acontecimentos relevantes para a ascenção do COR a uma postura mais *smart* foram a seleção do município, em dezembro de 2013, como uma das 32 cidades a participarem da primeira rodada do 100RC e, no início de 2014, sua nomeação como líder do grupo C40, convertendo a metrópole em gerente da Rede de Avaliação de Risco Climático, dedicada, principalmente, às questões da resiliência climática nas cidades (NERY, 2014).

Tais eventos levaram o COR, então já acreditado como central de inteligência e tomada de decisão na cidade, a transformar-se na sede para a elaboração dos trabalhos dedicados à resiliência procedentes dos vínculos às redes 100RC e C40. Para revestí-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*). 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. Parte dessa equipe também ficou responsável por acompanhar todas as fases do ciclo de vida do programa de resiliência, compreendendo implementação, monitoramento e avaliação das ações e projetos já em execução na metrópole relacionados à resiliência e sustentabilidade (NERY, 2014).

O novo grupo 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 pudessem ser empregadas nas etapas de identificação, classificação e definição de respostas a riscos, culminando na Estratégia de Resiliência da

Cidade. Uma vez ajustada a metodologia, 39 instituições foram convidadas a contribuir com o levantamento de riscos a que a cidade está exposta, avaliando-os qualitativamente e apontando ações correntes e futuras de resposta a eles (NERY, 2014).

O último passo desse processo de concepção da Estratégia de Resiliência da Cidade constituiu-se na apresentação ao público, convocando a imprensa, em janeiro de 2015, para um anúncio formal do Programa Rio Resiliente, cujos próximos movimentos serão

1. a continuidade da 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 (CUNHA, 2015; NERY, 2014).

Tais transformações, portanto, elevam o COR a uma condição mais inteligente, encaixando seu aparato tecnológico de última geração a uma estratégia abrangente da resiliência e do desenvolvimento sustentável de forma inclusiva aos cidadãos. Elas também modificam expressivamente o conjunto de atores conectados à rede que compõe o SI de que participa o COR, eventualmente conduzindo-o à situação de coordenador da rede, que agora inclui, além de representantes locais, também atores articulados em programas globais promovendo a causa da resiliência urbana e do desenvolvimento sustentável.

O quadro 3 pormenoriza a composição dessa rede nos dois momentos do amadurecimento do SI que o COR representa.

Quadro 3: Retrato da rede e principais propriedades do STI do COR

Agente coordenador	***Chief Resilience Officer* (CRO)**, representado pelo Chefe Executivo do COR
Objetivo	Monitorar e controlar o dia-a-dia da cidade, atuando na prevenção e reação a eventos disruptivos à sua capacidade operacional plena. **Influenciar na definição das estratégias de resiliência e desenvolvimento sustentável da cidade, gerenciando os programas para a sua concretização.**
Atores na rede	Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, IPLANRio, IBM, Cisco, RJZ Cyrella, Samsung, Equipe de informática do COR, CETRio, GeoRio, Defesa Civil, Rio Águas, Rioluz, Guarda Municipal, Comlurb, Secretarias Municipais da Ordem Pública, de Conservação, de Saúde, de Assistência Social, de Meio Ambiente, de Educação, de Habitação, Riotur, CEG, Cedae, Light, Metrô, Supervia, Rio Ônibus, Ponte Rio Niterói, Lamsa, Google, IPNet, cidadãos, visitantes, líderes comunitários, equipe de comunicação do COR, **Redes externas de colaboração urbana (Grupo C40, 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 Cooperação entre Cidades - Projeto AL-LAs), UFRJ, FGV, Accenture, Arup.**
Tipo de rede	**Formal, com recursos próprios, financiados e doações, com metas bem definidas comprometidas**

	sob o programa de resiliência e desenvolvimento sustentável e o ambiente operacional de monitoramento e controle da cidade. Há divisão de poder entre o CRO e os líderes dos órgãos governamentais e concessionárias que integram o COR. **A liderança sobre outras redes globais de colaboração (como a C40) é temporária. Como não existe coordenação formal de rede brasileira entre as cidades inteligentes, o compartilhamento de lições aprendidas e recursos em economia de escala tende a ser limitado.**
Plataformas tecnológicas	Serviços baseados em georeferenciamento, *internet of things*, *cloud computing*, *crowdsourcing*, algoritmos analíticos sobre *big data*, *mobile computing* e recursos de colaboração virtual em redes sociais.

Fonte: Elaboração própria utilizando dados referenciadas no texto e entrevistas. Propriedades pertinentes à fase smart do COR estão destacadas em negrito. Aquelas aplicáveis somente à fase digital do COR aparecem sublinhadas.

4.2. O modelo de avaliação de capacidade da cidade inteligente induzida pelo COR traduzida em níveis de maturidade

A Figura 2 mostra o resultado das análise de capacidade do STI do COR em consolidar a cadeia de valor organizada em torno da sua redes de atores (a) e em ofertar serviços em todas as perspectivas da sustentabilidade (b).

Os gráficos de teia de aranha da Figura 2 foram construídos empregando o arcabouço metodológico descrito na seção 3, ou seja, consolidando a somatória de pontos obtidos pela categorização de cada elemento e fator de sistema capturado do histórico de evolução do STI correspondente (a). Para os fatores de sistema classificados como serviços, adicionalmente aplicaram-se as regras de pontuação para a capacidade na entrega dos serviços nas dimensões apropriadas da sustentabilidade (b).

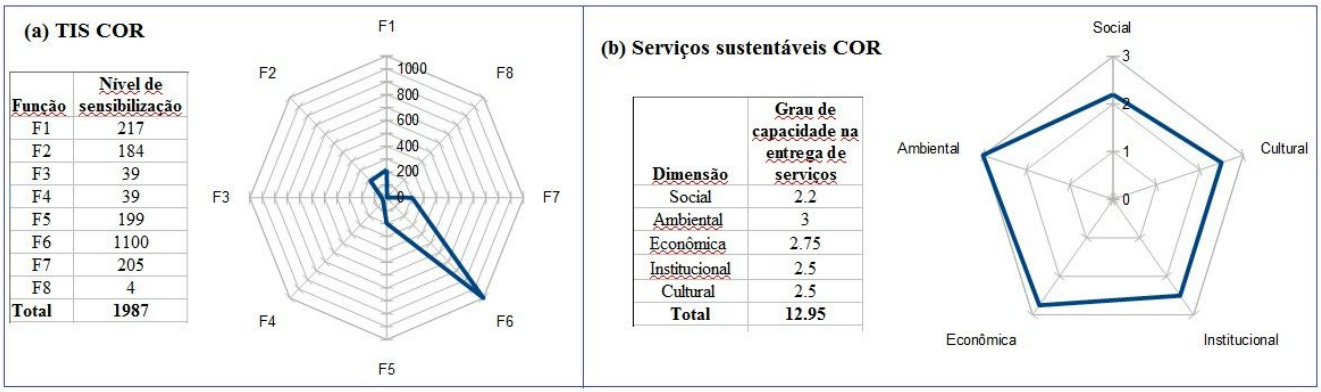
Interpretando os diagramas assim produzidos, tem-se a confirmação, pela figura 2(a), da destacada predominância na alocação de recursos (F6), típica dos investimentos iniciais numa arquitetura de cidades inteligentes e que é válida para o COR, dado que houve a construção de uma sede própria equipada com alta tecnologia e equipes capacitadas foram mobilizadas para implantá-la e operá-la em regime 24X7. O modelo de CI do COR também apresenta bom desempenho em atividades empreendedoras (F1), legitimadoras do modelo, combatendo a resistência à sua institucionalização (F7), criadoras de demanda (F5) e desenvolvedoras de conhecimento (F2). Essas forças do SI do COR são explicadas pelas oportunidades de *learn by doing* e *learn by using* em tecnologias de cidades inteligentes que os atores internos e externos ao COR agregaram no seu processo de concepção e implantação, no reforço à institucionalização da plataforma por instrumentos legais e oportunidades aproveitadas demonstrando as vantagens dos novos serviços ofertados aos cidadãos. Com isso, o COR também encorajou a formação de círculos virtuosos entre os atores da rede, proomovendo parcerias público-privadas entre instituições de diversos portes, locais e globais, incentivando arranjos de inovação aberta.

O COR também demonstra boa performance na disponibilização de serviços de sustentabilidade aos cidadãos, como se observa na Figura 2(b): muitos dos serviços já estão informatizados nas secretarias, concessionárias e outros órgãos públicos que fazem interface com o COR. Alguns deles, entretanto, não estão totalmente integrados, mas a perspectiva ambiental ganha destaque, principalmente pela

contribuição do Sistema Alerta Rio, contando com sensores pluviométricos automaticamente integrados à inteligência do COR, que ativa os protocolos de emergência utilizando mecanismos virtuais, móveis e capacidades de georeferenciamento.

Analisando os cenários (a) e (b) à luz dos compromissos que a cidade vem assumindo em relação à resiliência e ao desenvolvimento sustentável, é possível concluir que o COR induz um STI robusto, capaz de estabelecer círculos virtuosos entre seus atores, multiplicando as chances de materialização de suas políticas amplas em sustentabilidade. Manifesta características de modelos de cidades inteligentes que equilibram forças de *technology push* e o *demand pull* em favor do desenvolvimento urbano sustentável em todas as dimensões. É a posição oposta à das soluções deterministas tecnológicas de cidades inteligentes que alavancam o desenvolvimento não sustentável, isto é, o crescimento.

Figura 2: Resultado da análise das capacidades de consolidação do STI do COR nas capacidades de entrega de serviços de sustentabilidade de suas plataformas



Fonte: Elaboração própria.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recorrendo ao referencial teórico de STIs (MUSIOLIK & MARKARD, 2010) e ao arcabouço que estrutura o *Dashboard* de Sustentabilidade, um dos sistemas de indicadores mais robusto e completo na atualidade (BELLEN, 2007), o presente estudo esboçou um modelo de avaliação de capacidade

1. <u>tático-operacional</u>: do STI que abrange as plataformas tecnológicas das arquiteturas de cidades inteligentes em consolidar-se e expandir-se. Com isso, os círculos virtuosos formados são capazes de sustentar os respectivos modelos de negócio que suportam as cadeias de valor instituídas em torno das redes multidisciplinares das *smart cities*. Em conseqüência, multiplicam-se as probabilidades de que as estratégias dos atores realizem-se, incluindo as políticas desenhadas por agentes do poder público.
2. <u>estratégica</u>: da implementação de cidades inteligentes em entregar serviços alinhados a dimensões mais amplas da sustentabilidade: ambiental, social, econômica, institucional e cultural. Revisitando o conceito de cidade inteligente como aquela que aproveita as TICs para incrementar e agilizar infraestruturas já existentes, não necessariamente o mecanismo considera inteligente a presença das TICs isoladamente. Em lugar disso, valoriza a

disponibilidade dos serviços reais em primeiro plano e, a partir daí, a sobreposição de camadas de TICs até a integração pervasiva entre os serviços.

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 modelo de cidade inteligente concentrado no Centro de Operações da Prefeitura do Rio de Janeiro (COR).

O experimento confirmou uma elevada capacidade de entrega de serviços de sustentabilidade em todas as perspectivas para o SI do COR, em parte porque a maioria das secretarias, concessionárias e órgãos públicos com que ele faz interface já contava com infraestruturas reais que foram aprimoradas com a introdução do COR.

Outro resultado 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 e governos municipais, 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. Esses efeitos produzidos pelo STI do COR seriam mais intensos se houvesse uma coordenação nacional entre STIs de outras plataformas de *smart cities* em outras municipalidades brasileiras, criando economias de escala para o reaproveitamento de conhecimento e recursos.

Finalmente, o mecanismo aqui exercitado pode ser empregado para a composição de *rankings* 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 um paradigma em relação ao outro fazem do sistema de análise aqui esboçado um instrumento que mais estimula a ação para a maturidade e menos a competição entre municipalidades (PAROUTIS et al., 2014). 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 de sustentabilidade, explicando por que algumas plataformas de cidades inteligentes prosperam enquanto outras declinam,
3. auxilia a tomada de decisão objetiva das redes de atores coordenadores dos TICs das *smart cities*, incluindo agentes do poder público, levando-os à escolha de configurações de plataformas de cidades inteligentes mais voltadas ao desenvolvimento sustentável amplo,
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 em 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 (DE AMORIM et al., 2014), além do legado metodológico, este artigo oferece o testemunho de que, apesar das particularidades de cada cidade, os modelos de *smart cities* são mais eficientes quando o STI que os sustenta está alinhado a estratégias de sustentabilidade regional, também sintonizadas com políticas estaduais e nacionais. Aí se concentra uma oportunidade que pode ser perseguida por um padrão brasileiro na área.

6. REFERÊNCIAS

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

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

Bellen, H. M. van. (2007), Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: Editora FGV.

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. In Ubiquity publications of the ACM. Disponível em http://ubiquity.acm.org/article.cfm?id=1159403

Cadena, A.; Dobbs, R.; Remes, J. (2012), The Growing Economic Power of Cities. Journal of International Affairs, v. 65, n. 2

Cunha, A. B. (2015), Prefeito apresenta o programa Rio Resiliente. Disponível sob http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?id=5173167 com acesso em maio de 2015.

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. *Sociedade & Natureza*, *26*(3), 519-534.

Cocchia, A. (2014), Smart and digital city: A systematic literature review. In*Smart City* (pp. 13-43).

Springer International Publishing.

Hasselbring, W. (2000), Information System Integration**,** in Communications of the ACM, Volume 46, Issue 6, June 2000.

Hollands, R. G. (2008), Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial?. *City* 12, no. 3: 303-320.

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 sob http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/35945.wss com acesso em maio de 2015.

IPCC - Intergovernmental Pannel on Climate Change (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. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. 28 p. Disponível sob http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf com acesso em junho de 2015.

ISO (2014), Smart Cities Preliminary Report. Disponível sob http://www.iso.org/iso/smart_cities_report-jtc1.pdf com acesso em agosto de 2015.

Johnson, B. (2008), Cities, systems of innovation and economic development. Innovation: Management, Policy & Practice. v. 10, n. 2-3

Junqueira, P. (2014), Por dentro do centro de operações da prefeitura do Rio de Janeiro. Cadernos FGV Projetos, Ano 09, n. 24, pp. 76-85, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Kemp R. and Soete L. (1992), The greening of technological progress: An evolutionary perspective, in Futures, Volume 24, Issue 5, June, pp. 437-457.

Lazaroiu, G. C., & Roscia, M. (2012), Definition methodology for the smart cities model, *Energy*, *47*(1), 326-332.

Lee, J., & Lee, H. (2014), Developing and validating a citizen-centric typology for smart city services. *Government Information Quarterly*, *31*, S93-S105.

Leminen, S., & Westerlund, M. (2015), "11. Cities as Labs: Towards Collaborative Innovation in Cities" IN: Orchestrating Regional Innovation Ecosystems – Espoo Innovation Garden, pp. 167-175. Finlândia: Pia Lappalainen & Markku Markkula & Hank Kune

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. (2010), Creating and shaping innovation systems: Formal networks in the innovation system for stationary fuel cells in Germany, in Energy Policy, Volume 39, pp. 1909-1922.

Nam, Taewoo and Pardo, Theresa A. (2011), Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions, in The Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research, 2011

Nery, L. A. (2015), Rio resiliente - Diagnóstico e áreas de foco. Disponível para download sob http://www.centrodeoperacoes.rio.gov.br/assets/PEF-0112-14-LVR-210x280-Resiliencia-43.pdf com acesso em agosto de 2015.

ONU – Organização das Nações Unidas (2014), World Urbanization Prospects, The 2014 revision. Disponível para download sob http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf com acesso em junho de 2015.

ONU – Organização das Nações Unidas (2015), World Population Prospects, The 2015 revision. Disponível para download sob http://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf com acesso em agosto de 2015.

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.

PBMC - Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (2013), Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas - Sumário Executivo do GT2. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil. Disponível para download sob http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/MCTI_PBMC_sumario_executivo_impactos_vulnerabilidades_e_adaptacao_WEB_3.pdf com acesso em junho de 2015.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO (2010), Centro de Operações Rio chega para integrar 30 órgãos municipais. Disponível sob http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?article-id=1419835 com acesso em maio de 2015.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO (2013a), Um time jogando pelo Rio. Disponível sob http://www.rio.rj.gov.br/web/portaldoservidor/exibeconteudo?id=4461732 com acesso em maio de 2015.

Quigley, J.M. (2009), Urbanization, agglomeration and economic development. In: SPENCE, M. et al.

Urbanization and growth. Washington, DC: Commission on Growth and Development

ROMAR, JULIANA (2010), Prefeitura apresenta as instalações do Centro de Operações Rio, considerado o mais moderno do mundo. Disponível sob http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?article-id=1410657 com acesso em maio de 2015.

SINGER, NATASHA (2012), Mission Control, Built for Cities. The New York Times. Disponível sob http://www.nytimes.com/2012/03/04/business/ibm-takes-smarter-cities-concept-to-rio-de-janeiro.html?_r=0 com acesso em abril de 2015.

VASCONCELLOS, PAULO (2011), Rio já computa resultados com nova operação. Disponível sob http://informacoesmunicipais.com.br/abre_documento.cfm?arquivo=_repositorio/_oim/_documentos/4ED85BF2-C941-9613-ED8F6075EB34E11D27092012102011.pdf&i=2066 com acesso em maio de 2015.

Weiss, Marcos Cesar (2013), Cidades inteligentes como uma nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestrutura urbanos: estudo de caso da cidade de Porto Alegre, Tese de Mestrado em Administração de Empresas com concentração em Gestão da Inovação, FEI

Wolfram, M. (2012), Deconstructing smart cities: an intertextual reading of concepts and practices for integrated urban and ICT development. In Proceedings REAL CORP 2012