

## ROTAS TECNOLÓGICAS EM SMART CITIES: UMA ANÁLISE DE INVENÇÕES PORTADORAS DE FUTURO

CLEONIR TUMELERO

Universidade de São Paulo - USP

[ctumelero@usp.br](mailto:ctumelero@usp.br)

ALEXSANDRO CARDOSO CARVALHO

Universidade Nove de Julho - Uninove

[alexsandroccarv@ccarvalho.net](mailto:alexsandroccarv@ccarvalho.net)

ROBERTO SBRAGIA

Universidade de São Paulo - USP

[rsbragia@usp.br](mailto:rsbragia@usp.br)

LUC QUONIAM

Universidade Nove de Julho - Uninove

[mail@quoniam.info](mailto:mail@quoniam.info)

### RESUMO

Este estudo apresenta as rotas tecnológicas originadas a partir de invenções patenteadas para Smart Cities. As teorias de Smart Cities, rotas tecnológicas e de patentes, compuseram os fundamentos de pesquisa. O estudo, do tipo exploratório e de enfoque quantitativo, utilizou interface de busca de dados de patentes de cinco países e dos escritórios WIPO e EPO. De um universo de 69 milhões de registros de patentes, a amostra resultou em 363 invenções registradas como tecnologias para Smart Cities, entre os anos de 2007 e 2014. Os dados foram tratados por meio de estatística descritiva. Três rotas tecnológicas foram indicadas pelos domínios das patentes. As duas principais são domínios das tecnologias da informação e da comunicação (TICs): de (i) infraestrutura de redes sem fio e de transmissão de informação digital, e (ii) de sistemas de controle geral e de tráfego, e de processamento de dados. A terceira rota tecnológica também possui necessariamente conexão digital com as TICs, emerge nos domínios de (iii) novos desenvolvimentos tecnológicos em: mitigação ou adaptação às mudanças climáticas, *Smart Buildings*, iluminação eficiente e *Smart Grids*. As rotas identificadas são de baixa maturidade tecnológica e portadoras de futuro. Demonstram que a interconexão digital e a sustentabilidade tecnológica e ambiental são as principais agendas de uma Smart City. Este estudo pode orientar políticas de investimentos público e privado no desenvolvimento tecnológico sustentável das cidades. Estudos futuros podem investigar as redes de cooperação tecnológica para PD&I abertos, em Smart Cities, a partir da relação governo, universidades e ICTs, empresas e cidadão. Outros estudos podem aprofundar a investigação das plataformas *Internet of Things*- IoT e do *Big Data* na conversão de inovações para a sustentabilidade das Smart Cities.

**Palavras chave:** Smart City, rota tecnológica, patente

## ABSTRACT

This study presents the technological routes generated from patented inventions for Smart Cities. The theories of Smart Cities, technological routes, and patent, composed the research foundations. The study, of exploratory and quantitative approach, used patent data search interface from five countries and the offices WIPO and EPO. From a universe of 69 million patent records, the sample resulted in 363 inventions registered as technologies for Smart Cities, between the years 2007 and 2014. The data were analyzed using descriptive statistics. Three technological routes have been indicated by the areas of patents. The main two are the fields of information and communication technologies (ICTs), of (i) wireless network infrastructure and digital information transmission, and (ii) general control systems, traffic control, and data processing. The third technological route also has necessarily digital connection with ICTs, emerges in the field of (iii) new developments technologies for: mitigation or adaptation to climate change, Smart Buildings, efficient lighting and Smart Grids. The identified routes are low technological maturity and lead to the future. It demonstrates that digital interconnection and technological and environmental sustainability are the main agendas of a Smart City. This study may guide policies in public and private investment in sustainable technological development of cities. Future studies may investigate the opened technological cooperation networks for open RD&I in Smart Cities, from the relation among government, universities and STIs, companies enterprises and citizens. Other studies can further research the platforms of Internet of Things (IoT) and Big Data, in the conversion of innovations to the sustainability of Smart Cities.

**Word keys:** Smart City, technological route, patent

## 1 INTRODUÇÃO

Embora utilizem apenas 2% da área do planeta, as cidades geram 80% dos recursos dos países e consomem 75% dos recursos totais. Muitas oportunidades de inovações surgem em resposta à capacidade tecnológica absorviva das cidades, o que permite a manutenção da atividade econômica e gestão das demandas sociais.

O tradicional modelo de cidade, enquanto aglomerado de pessoas e coisas, tem evoluído em humanidade e inteligência tecnológica. No centro desse modelo estão principalmente os cidadãos, as empresas, o governo, e outros *stakeholders*. Esses atores agora também se relacionam digitalmente buscando convergir comuns interesses na cidade. A plataforma que viabiliza essas relações são as tecnologias da informação e da comunicação (TICs), habilitando maiores níveis de inteligência por meio da interconexão. Essa é a realidade das Cidades Inteligentes, ou Smart Cities.

As Smart Cities são cidades digitalmente conectadas e que seguem os princípios da sustentabilidade. Essas cidades avançam tanto na interconexão digital quanto na consciência coletiva sobre a vida urbana e planetária. Muito além dos avanços tecnológicos, essas cidades também estão usando planejamento inteligente e de longo prazo. Há esforços para o envolvimento do cidadão na gestão dos recursos, para o bom uso dos recursos hídricos e do solo, para a manutenção da qualidade do ar, para a gestão dos resíduos, e para o acompanhamento das demandas sociais, políticas, econômicas, ambientais, e culturais.

Avanços em inteligência digital hoje são observados em cidades como Londres, Nova Iorque, Seul, Tóquio, São Paulo, Rio de Janeiro, Cingapura, Barcelona, Munique, Dubai, Boston, dentre outras. No nível do cidadão, essas cidades possuem em comum esforços de coesão social. No nível de gestão, apresentam avanços em governança pública. No nível econômico,

empresas competem globalmente a partir de investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) nas mais diferentes atividades estruturantes das cidades, a exemplo da saúde, educação, saneamento, transporte, cultura, infraestrutura, governança pública, dentre outras.

As inovações tecnológicas para Smart Cities emergem como uma nova indústria. A geração de novos negócios e capacitação de negócios atuais para o atendimento dessa gama de necessidades das cidades depende da observação das rotas tecnológicas para as quais o conjunto de empresas dessa indústria caminha. Rotas tecnológicas são caminhos estratégicos percorridos pelas empresas no atendimento das necessidades de consumo. Uma forma objetiva de identificar uma rota tecnológica é por meio do registro de patentes. O registro de patentes identifica qual é a fronteira de conhecimento dominada em diferentes áreas tecnológicas. Orienta empresas e sociedade na trajetória dependente (“*path dependence*”), uma vez que sinaliza a capacidade absorptiva de inovações nos diferentes ciclos tecnológicos.

A busca por publicações científicas que cruzam pesquisas em Smart Cities e patentes não retornou resultados nas bases Scopus e Web of Science. A ausência de resultados indicou lacunas de pesquisa a ser investigadas por meio do presente estudo. Dessa forma, pela emergência das Smart Cities, se justifica os objetivos de estudo das rotas tecnológicas indicadas pelo registro de patentes. Diante do exposto, os objetivos que orientam a pesquisa são de (i) identificar e analisar os registros de patentes em Smart Cities; e (ii) identificar e analisar a maturidade das rotas tecnológicas em Smart Cities.

A próxima seção apresenta os fundamentos de pesquisa relacionados à teoria das Smart Cities, das rotas tecnológicas e das patentes. Nas seções subsequentes são apresentados a metodologia, os resultados, e, por fim, as conclusões da pesquisa.

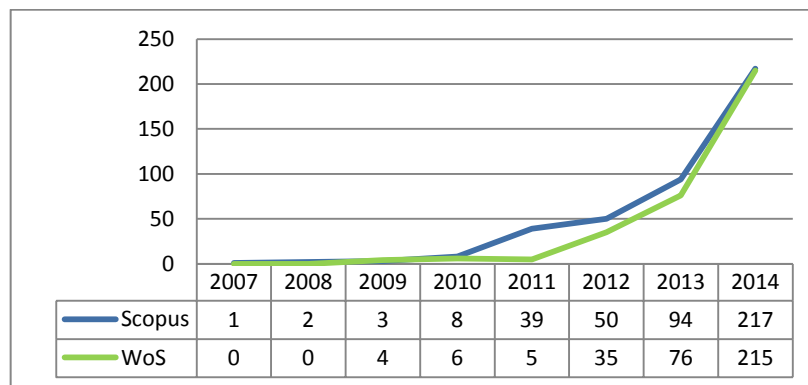
## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 A emergência das Smart Cities

Smart Cities é um tema emergente de pesquisa. Em uma busca por “Título”, “Resumo”, e “Palavra chave” nas bases científicas Scopus e Web of Science é possível observar o crescimento das publicações acadêmicas sobre Smart Cities, avaliadas por especialistas entre os anos de 2007 e 2014.

*Gráfico 1: Evolução das publicações acadêmicas em Smart Cities*

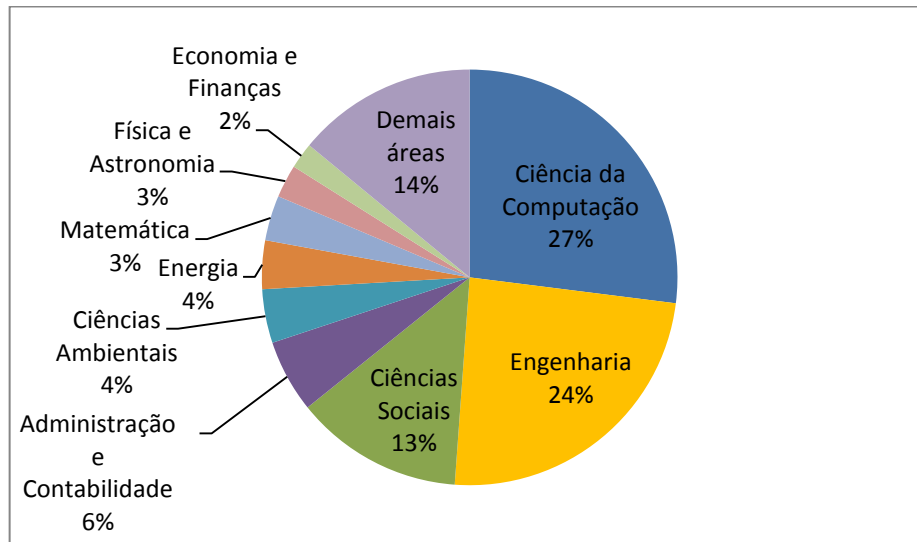
*Fonte: Scopus e Web of Science*



As publicações em Smart Cities têm sido realizadas em diferentes áreas do conhecimento, demonstrando a transversalidade que envolve o estudo das cidades (Gráfico 2).

Gráfico 2: Publicações em Smart Cities por área de conhecimento

Fonte: Scopus (2015)



De acordo com o Gráfico 2 é possível observar que 27% das publicações em Smart Cities são na área de Ciência da Computação. Em seguida, se destacam as Engenharias, com 24%; Ciências Sociais, com 13%; Administração e Contabilidade, com 6%; Ciências Ambientais e Energia, com 4%; Matemática, Física e Astronomia, com 3%; e, Economia e Finanças, com 2%; as demais áreas de conhecimento apresentam 14% das publicações.

A predominância das publicações no campo da Ciência da Computação e das Engenharias justifica um dos principais conceitos relacionados às Smart Cities, a função tecnológica da informação e da comunicação como plataforma de aumento da inteligência das cidades. Mais precisamente, a interconexão por meio de redes digitais. Todavia, as TICs devem possuir combinação inteligente com as realidades sistêmicas das cidades, ou seja, a econômica, de mobilidade, do meio ambiente, do capital humano, de qualidade de vida, e de governança pública (SHAPIRO, 2005; LAZAROIU e ROSCIA, 2012).

Inovações tecnológicas podem ser mais ou menos empregadas em uma cidade, de acordo com as peculiaridades de cada ambiente urbano. Podem, ainda, ser desenvolvidas ao longo do tempo e dependem muito dos contextos culturais, políticos, econômicos, ambientais, e sociais, nos quais a cidade está imersa. Uma tripla relação tecnológica é comum a todas as cidades mundiais que já avançam em inteligência: (i) atuação governamental, de criação de bases para a interação com o cidadão, empresas e demais *stakeholders*; (ii) atuação social do cidadão, enquanto agente digitalmente conectado à cidade; e (iii) atuação econômica e de inovação, a partir de empresas, de universidades, e institutos de ciência e tecnologia (ICTs) que realizam P&D de soluções tecnológicas para as cidades (NEIROTTI et al., 2014).

A plataforma tecnológica que une os agentes de uma Smart City é a interconexão via Internet, por meio de dispositivos móveis e fixos, além do uso de sensores. No uso de sensores, trata-se da chamada Internet das Coisas, ou *Internet of Things* (IoT). A emergência da IoT está sendo possível por meio da implantação de sensores em objetos, máquinas, vestimentas, automóveis, dentre outros sistemas com possibilidade de controle digital. O objetivo é a

criação de um ambiente virtualizado em que cognição e proximidade entre sensores são utilizados para uma solução automática e inteligente para a cidade (VLACHEAS et al., 2013).

O resultado da IoT é a geração e transmissão, via redes de Internet, de dados em massa, estruturados ou não, sobre a atividade de pessoas ou operação de tecnologias. Trata-se dos Mega Dados, ou *Big Data*. O *Big Data* possibilita que informações sobre atividades de locomoção/ trânsito, colaboração, monitoramento, segurança, educação, saúde, dentre outras que possam ser realizadas massivamente na cidade, sejam utilizadas enquanto inteligência preditiva para a gestão dos recursos da cidade (NEIROTTI et al., 2014).

Todos os *stakeholders* com redes tecnológicas estabelecidas na cidade têm a fundamental responsabilidade de desenvolver tecnologias agregadoras da inteligência das TICs, a fim de permitir a interconexão e a melhoria contínua dos padrões de sustentabilidade da vida nas cidades. É a sustentabilidade das cidades uma das notáveis Metas de Desenvolvimento Global (Sustainable Development Goals - SDG) propostas pela (UNSDSN, 2015).

Mensurando os esforços das Smart Cities, o ranking Cities in Motion (IESE, 2015) demonstra os avanços mundiais das cidades para se tornarem aglomerados sustentáveis, em níveis econômico, social, político, cultural e ambiental. Os esforços de mensuração do ranking são baseados em nove indicadores: governança, planejamento urbano, tecnologia, meio ambiente, impacto internacional, coesão social, transportes, capital humano e economia. Cada indicador é sensível a importantes princípios de sustentabilidade da vida. Devem auxiliar as cidades mundiais a assumirem a responsabilidade pela convergência da autossustentabilidade. Destacam-se experiências de Smart Cities como Londres, Nova Iorque, Seul, Tóquio, São Paulo, Rio de Janeiro, Cingapura, Barcelona, Munique, Dubai, Boston, dentre outras.

As Smart Cities respondem ao crescimento populacional mundial, e, por consequência, a super urbanização das cidades, uma realidade global. Existem hoje 20 megacidades no mundo e a expectativa é de que esse número praticamente dobre até 2025 (KPMG, 2013; UNPD, 2014). Assim, A partir de uma visão holística (SMUTS, 1927) e menos antropocêntrica, o homem das cidades está em busca da resolução dos problemas autogerados. O homem da cidade demanda o direito de se locomover, de participar das atividades sociais e democráticas, e de usufruir de humanizado nível de qualidade de vida (MARCONDES e BELLOTO, 2007; PUERTAS, 2009; BANCO MUNDIAL e CLIMATE WORKS FOUNDATION, 2014, WORLD BANK, 2002).

No Brasil, ao se considerar as regiões metropolitanas, as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro já entram na estatística das megacidades. Dados indicam que 85% da população já vive nas 5565 cidades brasileiras. A urbanização brasileira se acentuou nas últimas décadas e ultrapassa em muito a média mundial, que agora apresenta metade da população mundial vivendo em cidades. O crescimento sem planejamento adequado é o grande desafio da urbanização (UNPD, 2014).

A criatividade humana é a essência para a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação (PD&I) das tecnologias capazes de elevar o patamar da qualidade de vida do homem nas cidades. Na realidade das Smart Cities, as empresas, as universidades, e os ICTs lideram a agenda tecnocientífica em PD&I. O governo prepara as bases legais para a atuação de todos os agentes, e o cidadão passa a ser um agente digitalmente engajado no avanço tecnológico da cidade (IESE, 2015).

Políticas governamentais são fundamentais. Um bom argumento é a evidente necessidade de regulamentação de tecnologias de baixo carbono para as Smart Cities. É fundamental que os sistemas nacionais de inovação sejam preparados para o enfrentamento sistêmico da poluição das cidades. No Brasil, já são percebidos esforços estruturantes do Sistema Nacional de

Ciência, Tecnologia, e Inovação (SNCT&I) com os mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL), ou mecanismos de baixo carbono (CUNHA, 2005).

Os MDL também podem ser associados ao comércio de créditos carbono nas bolsas de valores especializadas. Os MDL e outras práticas sustentáveis demonstram o comprometimento organizacional rumo aos padrões de governança corporativa exigidos pelos atualizados e conectados *stakeholders* do século XXI. Governança corporativa, por sua vez, é agenda obrigatória para a competição em nível tecnoeconômico e deve considerar claros valores da empresa relacionados aos *stakeholders* e ao meio ambiente, notadamente aos padrões de qualidade do ar, da água, do solo e da flora das cidades (UNSDSN, 2015).

A melhor gestão do ambiente e do capital humano implica, por sua vez, na atividade econômica competitiva por meio da inovação tecnológica. A lógica econômica tem migrado da competitividade entre países para a competitividade entre cidades (MALECKI, 2002). É esse um notável impulso para a mudança das rotas tecnológicas da recente indústria das Smart Cities.

## 2.2 As rotas tecnológicas na indústria de Smart Cities

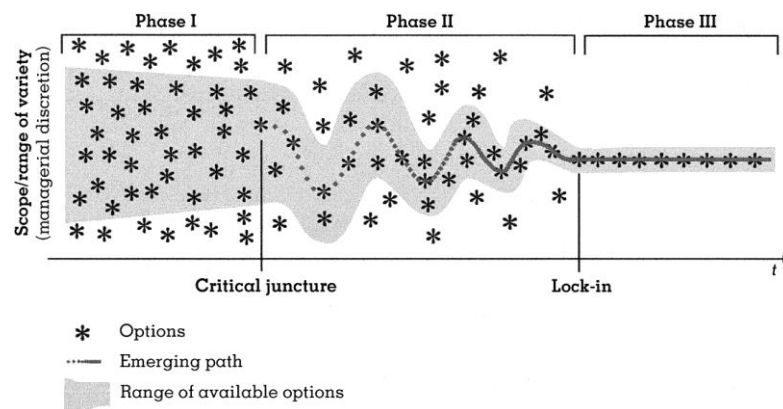
Rotas tecnológicas são caminhos a serem adotados a partir dos diversos domínios tecnológicos existentes nas indústrias. Essas rotas podem ser as tradicionais, nas quais as indústrias já operam, e novas, nas quais há comprovado potencial tecnológico futuro (COELHO *et al.*, 2005).

Aghion *et al.* (2014) definem que a rota tecnológica escolhida gera uma trajetória dependente (“*path dependence*”), na medida em que impactos históricos e geralmente de longo prazo são gerados a partir das rotas tecnológicas adotadas por empresas ou nações.

Dentre um conjunto de tecnologias disponíveis, caminhos sinalizados pela mais aceita viabilidade tecnológica começam a emergir, até criar o “*lock-in*” tecnológico (Figura 1) por meio do qual indústrias ou nações deverão ancorar suas políticas tecnológicas de longo prazo (SYDOW *et al.*, 2009).

Figura 1: *Path Dependence Tecnológico*

Fonte: Sydow *et al.*, 2009



Uma das formas de sistematizar as opções de rotas tecnológicas possíveis de serem adotadas são os mapas tecnológicos, ou *roadmaps* tecnológicos. Esses mapas são ferramentas utilizadas pelas indústrias desde a década de 1970, e podem incluir taxas de inovação, limitações de recursos, tendências de desenvolvimento, intenções da empresa, cadeia de valor e caminhos

para a evolução tecnológica do setor industrial associado. Como parte do processo de desenvolvimento de um novo produto, os *roadmaps* podem ser desenvolvidos a partir da abordagem *technology roadmapping* (TRM), conectando e buscando o alinhamento entre o mercado e a estratégia tecnológica, ou estratégia de inovação da empresa. (PHAAL et al., 2004; GALVIN, 2004; PETRICK e ECHOLS, 2004).

De acordo com o nível de maturidade tecnológica detido internamente e em sua cadeia de valor (OLIVEIRA & SBRAGIA, 2013), a empresa avalia estrategicamente a possibilidade de adoção de uma nova rota tecnológica. Nesse caso, tecnologias proprietárias com um determinado nível de maturidade são consideradas aptas à incorporação ao produto. Isso reduz significativamente os riscos tecnológicos para novos produtos, pois uma grande parcela das incertezas foi eliminada previamente.

Todavia, ainda que a empresa não domine a tecnologia que será a base para a adoção de uma nova rota tecnológica, também há possibilidade de desenvolvê-la. Nesse caso, os esforços de desenvolvimento podem ser tanto internos quanto externos, ou uma combinação desses. Nos desenvolvimentos externos, são realizados trabalhos de pesquisa colaborativa aberta, com universidades, institutos de ciência e tecnologia (ICTs), fornecedores e clientes (CHESBROUGH, 2003; TUMELERO et al., 2012).

Uma rota tecnológica pode ser estruturada a partir de mapas estratégicos, no modelo proposto por Kaplan e Norton (2004). Nos mapas estratégicos, há a proposição de gerenciar quatro processos de inovação: (i) identificar oportunidades de novos produtos e serviços; (ii) gerenciar o portfólio de pesquisa e desenvolvimento; (iii) projetar e desenvolver novos produtos e serviços; e (iv) lançar novos produtos e serviços no mercado. Com a rota tecnológica definida, a empresa está apta para decidir se mantém a estratégia tecnológica com a qual está operando ou adota inovações a partir de uma nova rota tecnológica.

Os *roadmaps* fornecem caminhos alternativos, de forma que a estratégia não precisa ser abandonada, caso algum dos caminhos se revele mais complicado ou inviável (COELHO et al., 2005). O que se busca é apoiar a gestão tecnológica, especialmente para explorar e comunicar os elos dinâmicos que existem entre recursos tecnológicos, objetivos organizacionais e mudanças no ambiente externo (RINNE, 2004). Esse método tem sido mais impulsionado pelo mercado (*market pull*), isto é, pelas inovações tecnológicas necessárias para as empresas atenderem a mercados futuros, do que impulsionado pela tecnologia em si mesma (*technology push*) (PHALL et al., 2004).

Na medida em que uma nova rota tecnológica vai se firmando, esforços em atividades inovativas vão sendo intensificados, notadamente em invenção, pesquisa e desenvolvimento. Do ponto de vista inventivo e da propriedade industrial, um *roadmap* tecnológico pode ser estruturado a partir da análise das patentes (LEE et al., 2008). Embora haja discordância sobre a utilização do parâmetro de patentes, devido à conhecida demora para a concessão da propriedade industrial na maioria dos países, estas representam – pelo menos em partes - o que está se firmando tecnologicamente em termos de pesquisa básica e aplicada para uma indústria (PHALL et al., 2004).

No nível dos aglomerados urbanos, o aumento da inteligência tecnológica é uma resposta à rota ou trajetória tecnológica (“*path dependence*”) que resolveu os problemas da cidade até o presente momento. As cidades agora vivenciam a migração para rotas tecnológicas sustentáveis, aquelas capazes de manter condições de vida digna da crescente população e condições econômicas atrativas para empresas com modelos de negócios alinhados à lógica sustentável de uma Smart City (UNSDSN, 2015). Nessa realidade, novas rotas tecnológicas passaram a ser indicadas pelas invenções e patentes em Smart Cities.

### 2.3 As patentes em Smart Cities

Um conjunto de fatores suporta a decisão de inventores – pessoas ou empresas – de registrar uma invenção por meio de uma patente. Dentre os principais fatores estão a liberdade criativa inerente ao processo evolutivo humano e a inteligência mercadológica das empresas (OLDHAM e CUMMINGS, 1996).

No nível da inteligência mercadológica, há a necessidade de uma observação cuidadosa acerca do futuro, por meio do qual deve ser observado o que o mercado de atuação tende a demandar e absorver em ciclos tecnológicos vindouros. A inteligência mercadológica orienta atividades sistemáticas de ampliação de conhecimentos técnicos por meio de patentes. Patentes podem ser utilizadas no desenvolvimento de produtos ou podem ser licenciadas ou vendidas, de acordo com o modelo de negócios de cada empresa (PITKETHLY, 1997).

Tecnicamente, patentes constituem direitos temporários de exploração tecnológica de uma propriedade industrial (PI) concedido pelo país ou região em que é realizada a aplicação (PITKETHLY, 1997; WIPO, 2015). São uma das mais importantes fontes de informação tecnológica e podem ser registradas em oito domínios tecnológicos: (1) Necessidades humanas; (2) Operações e transportes; (3) Química e metalúrgica; (4) Têxteis; (5) Construções fixas; (6) Engenharia mecânica, iluminação, motores, e aquecedores; (7) Física; (8) Eletricidade; e (9) Novos desenvolvimentos tecnológicos (USPTO, 2015).

A concessão de uma patente exige, como contrapartida do titular, - pessoa ou empresa - a disponibilização da informação necessária para a obtenção da tecnologia objeto da proteção. Ao depositar uma patente, o detentor deve descrever todo o processo para que o invento seja reproduzido com riqueza de detalhes e para que o conjunto dessas informações fique agrupado em bases de dados de acesso livre. Trata-se do processo de patenteamento, que permite a revelação segura de invenções que poderiam, de outra forma, ser mantidas em segredo (MYRUP e RACHLITZ, 2014).

Com o direito sobre a patente, o inventor, ou o detentor da patente tem o direito de impedir terceiros, sem o seu consentimento, de produzir, usar, colocar a venda, vender ou importar produto objeto de sua patente ou processo ou produto (PITKETHLY, 1997). Contudo, existem situações em que a patente perde a validade e torna possível a sua utilização por terceiros nas seguintes condições: (i) quando há anterioridade no processo inventivo, pois é condição necessária para o registro que o processo descrito seja inédito; (ii) quando não há realização do depósito no país; (iii) por término do prazo legal de vigência, que em geral é de 20 anos; e, (iv) quando o depositante fica inadimplente com as anuidades. Trata-se de importantes condições de uma patente, pois o fim da proteção exclusiva e a queda de seu objeto no domínio público é inexorável e incondicionado (BRASIL, Lei 9.279/1996).

No entanto, o registro da PI não significa que a tecnologia patenteada vá necessariamente se tornar uma inovação. Por ser uma atividade inovativa inicial, a PI precisa avançar para atividades de P&D básico, para em seguida avançar para o desenvolvimento tecnológico e para a prova de conceito, demonstrando que o produto evoluiu da ideia criativa e tomou forma. Sob o âmbito do processo de P&D, essas etapas são realizadas em escala laboratorial, comprovam que o produto possui base tecnológica e justificam investimentos no processo de P&D pré-competitivo (OLDHAM e CUMMINGS, 1996).

O P&D pré-competitivo antecede o escalonamento comercial (*scaling up*) e necessita de robustos investimentos para viabilização da inovação, ou seja, o momento em que a tecnologia chega ao mercado de consumo de pessoas ou empresas. Pelo fato de envolverem P&D, essas inovações podem apresentar alto conteúdo tecnológico e serem de ordem incremental ou disruptiva. Assim, podem orientar movimentos competitivos das empresas, a



partir do aumento do portfólio de produtos, da consolidação do mercado de atuação ou adoção de novas posições de mercado. Da invenção à inovação há um longo caminho tecnológico a ser percorrido por empresas e nações. São as atentas estratégias tecnológicas que orientam empresas e nações na competitividade dos ciclos econômicos (QUINTAS e GUYA, 1996).

### 3 METODOLOGIA

O estudo é do tipo exploratório e de enfoque quantitativo. O enfoque quantitativo permitiu a medição das variáveis por meio da técnica de análise estatística descritiva, a fim de se estabelecer os padrões de comportamento da amostra pesquisada (SAMPIERI et al., 2006).

A população é composta por 69 milhões de patentes. Os dados foram refinados por meio do software Patent Inspiration<sup>®</sup>, no período de maio de 2015. A busca semântica principal foi realizada pelo termo “Smart City”. As variações morfológicas do termo principal, - “Smart Cities”, “Smarter City”, e “Smarter Cities”, - também foram consideradas. Cinco filtros de busca avançada foram ativados: (i) Título, (ii) Resumo, (iii) Reivindicações, (iv) Descrição da patente, e (v) Data de publicação, de 01/01/2007 a 31/12/2014.

Bases de busca de seis países e de dois escritórios mundiais foram correlacionadas ao software Patent Inspiration<sup>®</sup> para a geração dos resultados: Estados Unidos, China, Espanha, Coreia do Sul, Japão, Reino Unido, World Intellectual Property Organization (WIPO), European Patent Office (EPO).

A amostra, não probabilística, resultou em 363 patentes registradas como invenções para Smart Cities entre os anos de 2007, primeiro registro, e 2014. O tratamento e análise gráfica dos dados foram realizados por meio do software Excel<sup>®</sup>.

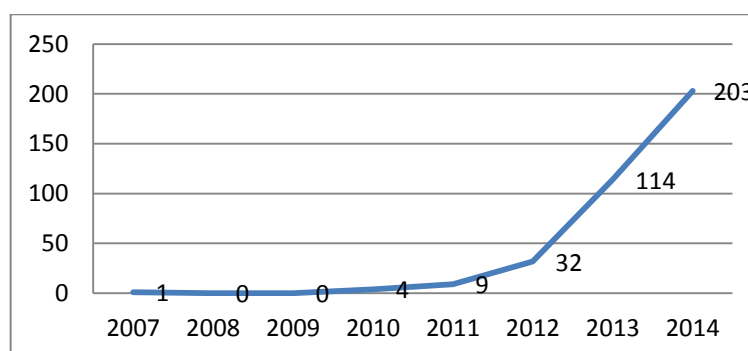
### 4 RESULTADOS

A partir da presente seção são apresentados os resultados da pesquisa. A primeira verificação realizada atende ao objetivo de “Identificar e analisar os registros de propriedade industrial em Smart Cities”.

#### 4.1 Panorama geral dos registros de patentes em Smart Cities

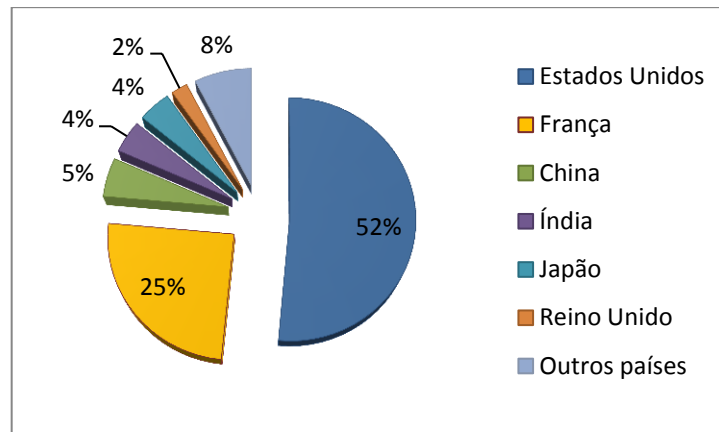
Por meio do Gráfico 3 é possível observar a evolução geral do registro de 363 patentes em Smart Cities. O primeiro registro de invenções para Smart Cities foi no ano de 2007. A partir do ano de 2010, até 2014, um aumento progressivo é verificado na taxa de registros.

Gráfico 3: Evolução geral do registro de patentes em Smart Cities



Os países nos quais os aplicantes de patentes em Smart Cities estão localizados podem ser observados por meio do Gráfico 4.

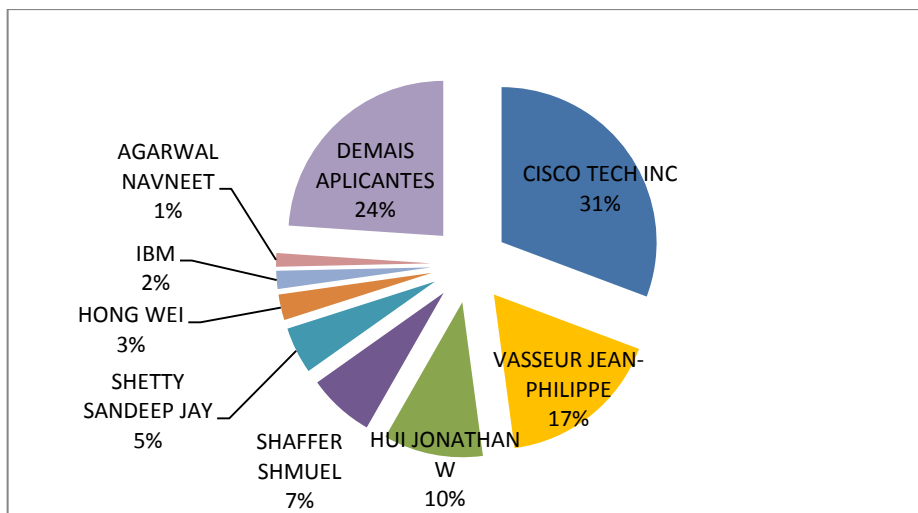
Gráfico 4: Patentes em Smart Cities por país onde o aplicante está localizado



Nos Estados Unidos estão localizados 52% dos aplicantes de patentes em Smart Cities; na França, 25%; na China, 5%; na Índia, 4%; no Japão, 4%; no Reino Unido, 2%; e, em outros países, 8%. No Brasil, são verificados três registros, contabilizados na faixa Outros países.

As empresas e inventores que mais aplicam patentes em Smart Cities podem ser verificados por meio do Gráfico 5.

Gráfico 5: Principais aplicantes de patentes em Smart Cities



Observa-se que o maior aplicante de patentes em Smart Cities é a empresa Cisco Tech Inc, com 31% (195) dos registros. Na sequência, os principais aplicantes são: Vasseur Jean-Philippe, com 17% (109); Hui Jonathan W, com 10% (66); Shaffer Shmuel, com 7% (44); Shetty Sandeep Jay, com 5% (31); Hong Wei, com 3% (17); IBM, com 2% (12); Agarwal Navneet, com 1% (9); e, Demais aplicantes, com 24% (152).

Nota-se que o registro para mais do que um aplicante, inventor ou empresa, pode constar em uma única patente. Por essa razão, a quantidade total de aplicantes de patentes de invenções

em Smart Cities é 635, de um total de 363 patentes, o que representa uma média de 1,7 aplicante por patente.

Os termos mais frequentes nos registros de patentes em Smart Cities podem verificados por meio da Figura 2 – Nuvem de Palavras.

Figura 2: Nuvem de Palavras – Termos mais frequentes no texto de patentes em Smart Cities  
 Processamento: Wordle®



50 palavras aparecem mais de 10 vezes no texto de patentes, numa frequência total de 1601 vezes. Das palavras com maior frequência, se destacam: “network”, com a frequência de 251 vezes (15,7%); “node”, 141 (8,8%); “response”, 85 (5,3%); “city”, 71 (4,4%); “traffic”, 68 (4,2%); “message”, 66 (4,1%); “graph”, 44 (2,7%), “path”, 42 (2,6%); “dag”, 41 (2,6%); e, “packer”, 41 (2,6%).

## 4.2 Panorama das rotas tecnológicas em Smart Cities

A presente seção atende ao segundo objetivo do estudo, de “Identificar e analisar a curva de maturidade das rotas tecnológicas formadas pelos registros de patentes em Smart Cities”.

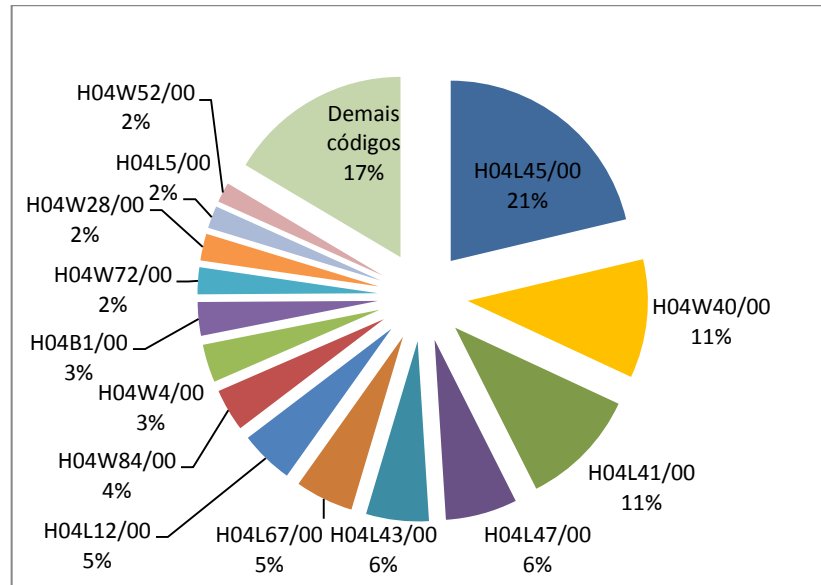
Os registros verificados na área de Smart Cities são relacionados a três domínios/ seções: H – Eletricidade (498); G – Física (121); e Y - Tecnologias da comunicação com impacto em outras áreas tecnológicas (51). Observa-se que um registro de patente pode conter mais do que um código de classificação.

Os códigos de patentes são classificados de acordo com a Cooperative Patent Classification (CPC), um esforço conjunto do European Patent Office (EPO) e do United States Patent & Trademark Office (USPTO) para unificar seus sistemas de classificação.

### 4.2.1 Rota tecnológica em Eletricidade

Os códigos da seção H – Eletricidade são verificados por meio do Gráfico 6.

Gráfico 6: Principais patentes para Smart Cities em Eletricidade



A descrição dos principais códigos da seção H-Eletricidade é verificada por meio do Quadro 1.

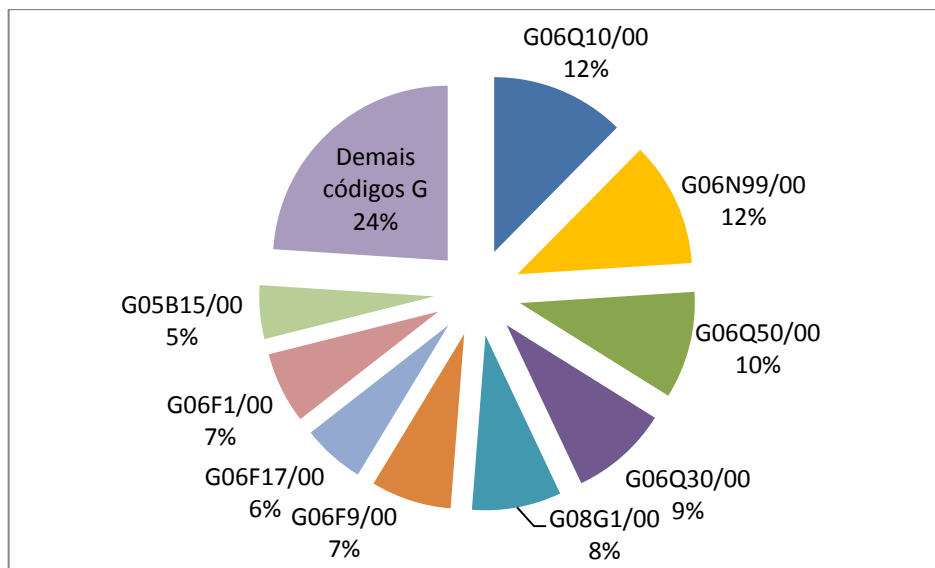
Quadro 1: Descrição das principais patentes em Eletricidade para Smart Cities

Seção H – Eletricidade		
Subclasse	Grupo	Descrição
H04L - Transmissão de informação digital	H04L5/00	Disposições permitindo utilizações múltiplas da trajetória de transmissão
	H04L12/00	Redes caracterizadas pela função de comutação
	H04L41/00	Arranjos para manutenção ou administração ou gestão de redes de comutação
	H04L43/00	Arranjos para monitoramento ou teste de redes de comutação de pacotes
	H04L45/00	Roteamento ou busca de pacotes em redes de comutação de dados
	H04L47/00	Regulação de tráfego em redes de comutação de pacotes
	H04L67/00	Arranjos específicos de rede ou protocolos de comunicação de suporte a
H04B –	H04B1/00	Detalhes de sistemas de transmissão
H04W – Redes de comunicação sem fio	H04W4/00	Serviços ou facilidades especialmente adaptadas para redes de comunicação
	H04W28/00	Gerenciamento de tráfego ou recurso de rede
	H04W40/00	Roteamento de comunicação ou busca de caminho para comunicação
	H04W52/00	Gerenciamento de potência
	H04W72/00	Gerenciamento de recurso local
	H04W84/00	Topologia de rede

### 4.2.2 Rota tecnológica em Física

Os códigos pertencentes à seção G – Física (38) são verificados por meio do Gráfico 7.

Gráfico 7: Principais patentes para Smart Cities em Física



A descrição dos principais códigos da seção G – Física é observada por meio do Quadro 2

Quadro 2: Descrição das principais patentes em Física para Smart Cities

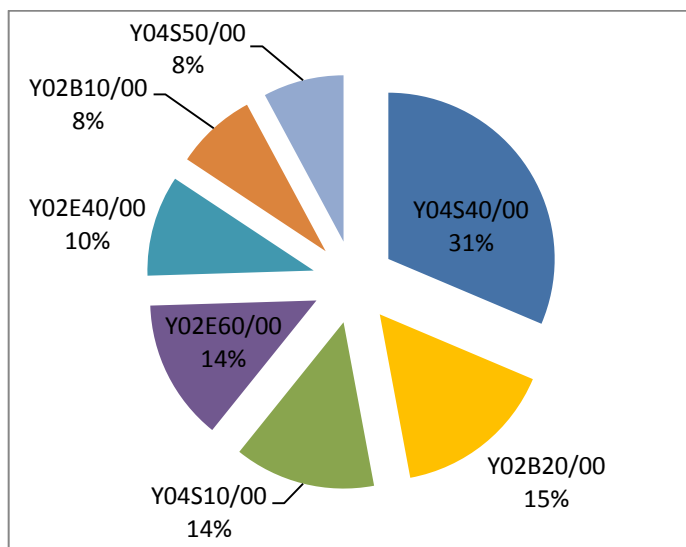
Seção G – Física			
Classe	Subclasse	Grupo	Descrição
G05 - Controle e Regulagem	G05B – Sistemas de controle ou regulação em geral	G05B15/00	Sistemas controlados por um computador
G06 - Cômputo, Cálculo, Contagem	G06F – Processamento elétrico de dados digitais	G06F1/00	Detalhes de equipamento para processamento de dados não abrangidos por outros grupos
		G06F9/00	Disposições para controle por programas
		G06F17/00	Equipamentos ou métodos de computação digital ou de processamento de dados
	G06Q – Sistemas ou métodos de processamento de dados	G06Q10/00	Administração, gerenciamento
		G06Q30/00	Comércio (e-commerce)
		G06Q50/00	Sistemas ou métodos especialmente adaptados para um setor de negócios específico
	G06N – Sistemas de computador baseados em modelos computacionais específicos	G06N99/00	Sistemas de computador baseados em modelos computacionais

G08 Sinalização	–	G08G – Sistemas de controle de tráfego	G08G1/00	Sistemas de controle do tráfego de veículos rodoviários
-----------------	---	----------------------------------------	----------	---------------------------------------------------------

### 4.2.3 Rota tecnológica em Novos Desenvolvimentos Tecnológicos

Os códigos pertencentes à seção Y – Novos Desenvolvimentos Tecnológicos são observados por meio do Gráfico 8.

Gráfico 8: Principais Patentes para Smart Cities em Novos Desenvolvimentos Tecnológicos



A descrição dos principais códigos da seção Y – Novos Desenvolvimentos Tecnológicos é observada por meio do Quadro 3.

Quadro 3: Descrição das Principais Patentes em Novos Desenvolvimentos Tecnológicos Aplicados a Smart Cities

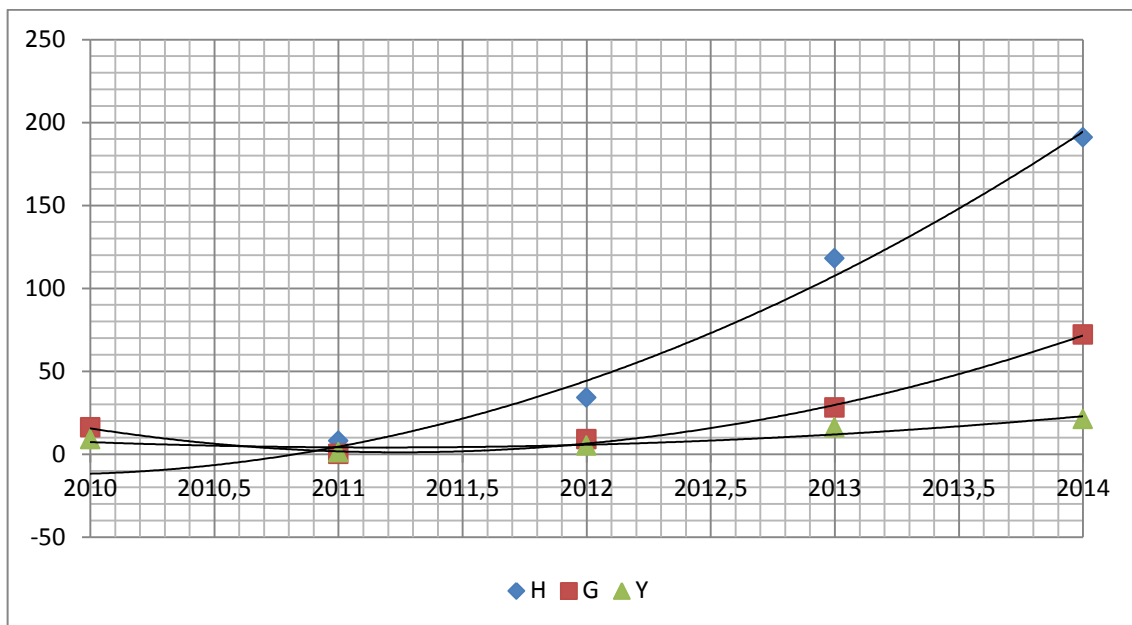
Seção Y - Novos Desenvolvimentos Tecnológicos			
Classe	Subclasse	Grupo	Descrição
Y02 – Tecnologias ou aplicações para mitigação ou adaptação às mudanças climáticas	Y02B – Tecnologias de mitigação de mudanças climáticas	Y02B10/00	Integração de fontes de energia renováveis em edifícios
		Y02B20/00	Tecnologias de iluminação eficiente
	Y02E – Redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) em geração, transmissão e	Y02E40/00	Tecnologias para geração, transmissão ou distribuição eficiente de energia elétrica
		Y02E60/00	Tecnologias facilitadoras, com potencial, ou com contribuição indireta para a mitigação das emissões de GEE
Y04	Y04S – Sistemas	Y04S10/00	Sistemas de suporte à geração, transmissão ou distribuição de energia elétrica

Tecnologias da informação ou da comunicação com impacto em outras áreas tecnológicas	de integração de tecnologias, relacionados à operação de redes elétricas, ou tecnologias da informação ou da comunicação	Y04S40/00	Aspectos específicos de tecnologia da informação ou da comunicação, de apoio à geração, transmissão, ou distribuição de energia elétrica, ou gerenciamento de aplicações para o usuário final
		Y04S50/00	Atividades de mercado relacionadas à operação de tecnologias de integração de sistemas, relacionadas à operação da rede de energia e tecnologias da informação ou comunicação

#### 4.2.4 Maturidade das rotas tecnológicas em Smart Cities

Por meio do Gráfico 9 é possível verificar a evolução sintética dos registros e avaliar a Curva S de maturidade das rotas tecnológicas de Smart Cities.

Gráfico 9: Maturidade das rotas tecnológicas em Smart Cities



A maior curvatura de crescimento é verificada no registro de tecnologias Smart Cities em Eletricidade (H) - Transmissão de informação digital; Transmissão de sinais portadores de informações; e Redes de comunicação sem fio – entre os anos de 2011 e 2014.

A segunda maior curvatura de crescimento é verificada no registro de tecnologias Smart Cities em Física (G) - Sistemas de controle e regulação em geral; Sistemas de processamento de dados; e Sistemas de controle de tráfego – entre 2012 e 2014.

A terceira maior curvatura de crescimento é verificada no registro de tecnologias Smart Cities em Novos desenvolvimentos tecnológicos (Y) - Tecnologias ou aplicações para mitigação ou adaptação às mudanças climáticas; e Tecnologias da informação ou da comunicação com impacto em redes elétricas (Smart Grid), entre 2011 e 2014.

Por fim, de acordo com a Curva S, se observa que as três rotas tecnológicas identificadas por meio dos patentes em Smart Cities estão em fase inicial de crescimento. No geral, é possível afirmar que as três rotas tecnológicas estão na fase de superar os obstáculos iniciais de absorção tecnológica pelo mercado. De outro modo, significa dizer que as tecnologias em

Smart Cities estão na fase de baixa maturidade tecnológica, ainda avançando para a estabilização da trajetória dependente.

## 5 CONCLUSÕES

As conclusões são orientadas pelos objetivos deste estudo, de “Identificar e analisar os registros de patentes em Smart Cities” e de “Identificar e analisar a maturidade das rotas tecnológicas em Smart Cities”.

O primeiro registro de patente em Smart City foi realizado no ano de 2007, contudo, a emergência dos registros é verificada a partir do ano de 2011. É possível caracterizar tal trajetória como recente. Nesse contexto, é notável a liderança dos Estados Unidos, com mais da metade dos patentes. Essa liderança pode ser relacionada aos esforços de patenteamento realizados pela multinacional norte americana Cisco, empresa com alto nível de internacionalização e que lidera mundialmente o design, a fabricação e a venda de equipamentos para rede de Internet. A liderança da Cisco nos patentes, por sua vez, lança as primeiras evidências sobre a predominância de patentes em TICs. A maior repetição das expressões “rede”, “nó” e “resposta”, dentre outras correlatas, nos textos dos registros de patentes também evidencia a relação dos patentes em TICs.

Em uma análise mais aprofundada destacaram-se três rotas tecnológicas a partir do registro de patentes em Smart Cities. A principal rota é em infraestrutura de redes sem fio e de transmissão de informação digital. A segunda rota emerge em sistemas de controle e de processamento de dados. Em sistemas de controle emergem desenvolvimentos em controle de tráfego. A terceira rota tecnológica emerge nos domínios de novos desenvolvimentos tecnológicos, mais precisamente, de aplicações para mitigação ou adaptação às mudanças climáticas, e TICs com impacto em redes elétricas inteligentes, os Smart Grids. Há em comum nas três rotas, tecnologias da informação e da comunicação com baixa maturidade tecnológica, o que demonstra oportunidades para desenvolvimento, uma vez que as tecnologias ainda avançam para o nível de maturidade.

As rotas evidenciam que o atual paradigma em soluções para Smart Cities passa necessariamente pelos avanços nas TICs e pela consciência da sustentabilidade em nível urbano e planetário. Nota-se que as rotas tecnológicas originadas a partir das Smart Cities formam uma das primeiras indústrias do século XXI concebida sob os auspícios da inteligência digital e da sustentabilidade. Isso se deve à capacidade das TICs transitarem por todos os sistemas complexos de conhecimento, o que implica análise sistêmica da relação das partes com o todo. O fato das TICs permearem tantos ramos de conhecimento é o que lhes confere o status de paradigma tecnológico. Por essa versatilidade e alcance, soluções em mobilidade, segurança, saúde, energia, educação, dentre tantas outras áreas em que cidades suscitam soluções, são dependentes das TICs.

Genericamente, as invenções em TICs convergem para soluções de Internet, sistemas e hardware. É, portanto, das TICs a responsabilidade pelos princípios da multiconexão entre pessoas, sensores, equipamentos, máquinas, dentre outras plataformas, nas Smart Cities. Por meio das TICs, inovações potencializam a eficiência de gestão pública das cidades, viabilizam a governança executiva, serviços públicos digitais e a atividade produtiva das cadeias de valor. Todavia, muito além da multiconexão, as TICs também emergem como plataforma de interface com outras tecnologias desenvolvidas sob os princípios da sustentabilidade urbana. Tais tecnologias respondem aos esforços de uso racional da mobilidade urbana, de pessoas e coisas. Por consequência, também podem favorecer a eficiência energética, tanto da movimentação de automóveis à combustão fóssil quanto da iluminação da cidade.



Em mobilidade, rotas tecnológicas sustentáveis elevam indicadores de humanização, na medida em que se facilita a interdependência entre os transportes e o direito das pessoas de ir e vir na cidade. Muito além, também permitem a baixa emissão de gases poluentes e de efeito estufa (GEE). Podem ser chamadas de tecnologias “limpas”, “verdes”, “neutras”, de “uso racional”, ou de “baixo carbono”.

A partir das tecnologias de baixo carbono, espera-se que rotas tecnológicas de Smart Cities possam rapidamente avançar para o “carbono nulo”. A ação tecnológica antrópica transformou as cidades nas maiores emissoras de Dióxido de Carbono e demais gases poluentes e causadores do efeito estufa, comprovadamente alterando a temperatura global. Significa dizer que as rotas tecnológicas com altas emissões de gases que fizeram o homem prosperar até o momento, devem dar imediato lugar a tecnologias holisticamente pensadas sob os auspícios da sustentabilidade tecnoeconômica, social, e ambiental.

De forma geral, se observa por meio das rotas tecnológicas evidenciadas neste estudo que as empresas e inventores estão desempenhando notáveis esforços em tecnologia e inovação. Em outras palavras, estão fazendo sua parte, na medida em que invenções se transformam em inovações e na medida em que novos conhecimentos continuam sendo desenvolvidos. Note-se, contudo, que nenhum cidadão de uma Smart City pode ser apático a esse esforço das instituições rumo a real inteligência humana, da consciência de consumo.

A incorporação de atributos de sustentabilidade em uma tecnologia pode educar o usuário quanto à consciência de consumo. Todavia, há um considerável trabalho governamental a ser feito. A Smart City também tem a responsabilidade de educar os seus cidadãos nessa travessia para a cidade mais inteligente. Educando os cidadãos espera-se que a cultura de sustentabilidade acolha os milhões de outros cidadãos que estão saindo do campo e chegando às cidades de todo o planeta. Será da Smart City a responsabilidade pela promoção da produção e do consumo sustentáveis. Os excessos do consumo humano, notadamente sobre os combustíveis estão direcionalmente contra a lógica de uma cidade mais inteligente. Isso aumenta em muito a responsabilidade das empresas de avançarem para a adoção das rotas tecnológicas sustentáveis apontadas neste estudo.

Quanto mais os governos demorarem a agir, maior será o custo das externalidades em nível de doenças oriundas da poluição e dos demais impactos ambientais. Se o custo das externalidades fosse imediatamente contabilizado, a mudança para rotas tecnológicas sustentáveis seria economicamente viável desde já. Isso, se o cálculo governamental dos impactos fosse holisticamente observado. Em outras palavras, sabe-se que o custo da inação é maior do que o custo da imediata ação.

Assim, o conjunto de contribuições deste estudo pode direcionar pesquisas básicas e aplicadas futuras, tanto acadêmicas quanto em setores empresariais de alto conteúdo tecnológico. Além do mais, podem orientar políticas públicas capazes de investir na inteligência das cidades, e, por consequência, na melhoria dos serviços públicos e qualidade de vida do cidadão. A clareza das rotas tecnológicas evidenciadas por este estudo também pode orientar governo, universidades e empresas na criação de um ambiente de cooperação para o desenvolvimento de soluções inteligentes aplicáveis em cidades. O próprio licenciamento ou parcerias com as empresas ou inventores detentores dos conhecimentos patenteados em Smart Cities seria uma opção para o alinhamento entre esses atores.

Complementarmente, se observa que a cidade é o local em que os atores que formam o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCT&I), governo, universidade e empresas, se encontram. Seguramente, a dotação de inteligência nas cidades é um tema capaz

de integrar esses atores, fazer convergir ciência, tecnologia e inovação. No centro desse movimento tecnológico das Smart Cities está o capital humano.

Reforça-se que o registro de uma patente não necessariamente implica em uma inovação. Ao se considerar que o ciclo de inovação se fecha a partir do uso da tecnologia, ou do momento em que esta chega ao mercado, se observa que há um longo caminho entre a patente e a inovação. A complexa proteção de conhecimentos por meio da patente não significa que o aplicante terá condições para avançar para a atividade inovativa de desenvolvimento. É no desenvolvimento que os desafios de prototipagem devem ser vencidos. Após esse caminho, ainda há o desafio da P&D pré-competitiva, em que é preciso iniciar o escalonamento da tecnologia.

Por outro lado, sabe-se, é claro, que o aplicante pode já ter percorrido todo esse caminho, apenas está garantindo seus direitos de propriedade industrial sobre a tecnologia. Tendo se transformado ou não em inovação, a patente é um importante direcionador da fronteira do conhecimento na qual a sociedade está. Por isso, em se tratando de inteligência das cidades, esses organismos tão complexos, é fundamental considerar com cuidado as rotas tecnológicas nas quais avançam as invenções.

Contudo, há que se considerar que as patentes são indicadores das trajetórias tecnológicas potenciais. A implementação de uma trajetória tecnológica dependerá do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCT&I) ao qual empresas e cidades estão vinculadas, o que permite assumir que toda rota tecnológica deve ser alicerçada por políticas públicas e por um ambiente econômico social e ambiental de consumo.

Por fim, limitações e sugestões de pesquisas futuras encerram as conclusões do presente estudo. Nota-se que os resultados são limitados a rotas tecnológicas baseadas em invenções. Estudos futuros poderiam complementarmente investigar em que medida invenções para Smart Cities de fato convergem em inovações, ou seja, a chegada da tecnologia ao mercado. Também parece ser razoável que estudos futuros investiguem a influência da “Internet das Coisas” e do “*Big Data*” nas invenções, patentes e inovações para Smart Cities.

## REFERÊNCIAS

AGHION, P.; HEPBURN, C.; TEYTELBOYM, A.; ZENGHELIS, D. (2014), Path dependence, innovation and the economics of climate change. The New Climate Economy. Disponível em <<http://newclimateeconomy.report/wp-content/uploads/2014/11/Path-dependence-and-econ-of-change.pdf>>.

Acesso em abril de 2015.

BANCO MUNDIAL e CLIMATE WORKS FOUNDATION. (2014), Climate-Smart Development: adding up the benefits of actions that help build prosperity, end poverty and combat climate change. Washington. Disponível em <<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/18815/889080WPOv10RE0Smart0Development0Ma.pdf?sequence=1>>. Acesso em março de 2015.

BRASIL, Lei nº 9.279. (1996). Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Presidência da República. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9279.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm)>. Acesso em maio de 2015.

CHESBROUGH, H. W. (2003), Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology. Boston: Harvard Business School Press.

COELHO, G. M.; SANTOS, D. M.; SANTOS, M. M.; FILHO, L. F. (2005), Caminhos para o Desenvolvimento em Prospecção Tecnológica: Technology Roadmapping – um Olhar sobre Formatos e Processos. Parcerias Estratégicas, n. 21.

CUNHA, K. B. (2005), Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: evolução do instrumento e perspectivas. Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Dissertação de Mestrado. Disponível em <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000359621&fd=y>. Acesso em maio de 2015.

GALVIN, R. (2004), Roadmapping: a Practitioner's Update. *Technological Forecasting & Social Change*, n. 71, p. 101-103.

IESE BUSINESS SCHOOL. (2015), Cities in Motion Index 2015. Disponível em <http://citiesinmotion.iese.edu/indicecim/?lang=en>. Acesso em março de 2015.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. (2004) Mapas Estratégicos – Balanced Scorecard: convertendo ativos intangíveis em resultados tangíveis. 9. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier.

KPMG. (2015), O Estado Futuro 2030: As megatendências globais que moldam os governos. Disponível em [http://www.kpmg.com/BR/PT/Estudos\\_Analises/artigosepublicacoes/Documents/Future-State-port.pdf](http://www.kpmg.com/BR/PT/Estudos_Analises/artigosepublicacoes/Documents/Future-State-port.pdf). Acesso em fevereiro de 2015.

LAZAROIU, G. C.; ROSCIA, M. (2012), Definition methodology for the smart cities model. *Energy*. n. 47, p. 326-332.

LEE, S.; LEE, S.; SEOL, H.; PARK, A. (2008), Using patent information for designing new product and technology: keyword based technology roadmapping. *R&D Management*, n. 38, v. 2, p. 169-188.

MALECKI, E. J. (2002), Hard and Soft Networks for Urban Competitiveness. *Urban Studies*, n. 5-6, v. 39, p. 929-945.

MARCONDES, N.; BELLOTO, M. (Orgs.). (2007), Cidades: Histórias, Mutações, Desafios. São Paulo: Arte e Ciência.

MYRUP, B.; RACHLITZ, M. (2014), Patenting Products, Processes, and Apparatuses. *Encyclopedia of Meat Sciences*, p. 42-49.

NEIROTTI, P.; DE MARCO, A.; CAGLIANO, A. C.; MANGANO, G.; SCORRANO, F. (2014), Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities*. n. 38, p. 25-36.

OLDHAM, G. R.; CUMMINGS, A. (1996), Employee Creativity: Personal and Contextual Factors at Work. *Academy of Management Journal*, n. 3, v. 39, pp. 607-634.

OLIVEIRA, S. R. M.; SBRAGIA, R. (2013), Multi-Model for Planning High Complexity Spectrum. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, v. 2, n. 4.

PETRICH, I. J.; ECHOLS, A. E. (2004), Technology Roadmapping in Review: a Tool for Making Sustainable New Product Development Decisions. *Technological Forecasting & Social Change*, n. 71, p. 81-100.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. (2004), Technology Roadmapping: a Planning Framework for Evolution and Revolution. *Technological Forecasting & Social Change*, n. 71, p. 5-26.

PITKETHLY, R. (1997), The valuation of patents: A review of patent valuation methods with consideration of option based methods and the potential for further research. Oxford Intellectual Property Research Centre. Disponível em <http://users.ox.ac.uk/~mast0140/EJWP0599.pdf>. Acesso em Maio de 2015.

PUERTAS, J. A. (Coord.) (2009), Ciudades de América Latina en la sociedad del conocimiento: experiencias de investigación, innovación y creatividad. Bogotá: Colciencias.

QUINTAS, P.; GUYA, K. (1995), Collaborative, pre-competitive R&D and the firm. *Research Policy*, n. 3, v. 24, p. 325-348.

RINNE, M. (2004), Technology Roadmaps: Infrastructure for Innovation. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 71, n. 3, p. 67-80.

SAMPIERI, R. H. *et al.* (2006), Metodologia de pesquisa. 3. Ed. São Paulo: Mcgraw-Hill.



SHAPIRO, J. M. (2005), Smart Cities: quality of life, productivity, and the growth effects of human capital. National Bureau of Economic Research, n. 11615.

SMUTS, L. C. (1927), Holism and evolution. 2. Ed. Londres: Macmillan and Co.

SYDOW, J.; SCHREYÖGG, G.; KOCH, J. (2009), Organizational Path Dependence: Opening the Black Box. Academy of Management Review, no. 4, v. 34, p. 689-709.

TUMELERO, C.; SANTOS, S. A.; PLONSKI, G. A. (2012), Inovação tecnológica em empresas intensivas na utilização de conhecimentos técnico e científico: um estudo a partir da visão baseada em recursos (RBV). Revista de Administração e Inovação, n. 4, v. 9, p. 202-220.

UNITED NATIONS POPULATION DIVISION (UNPD). (2014), World Urbanization Prospects. Disponível em <http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf>. Acesso em Maio de 2015.

UNITED NATIONS SUSTAINABLE DEVELOPMENT SOLUTIONS NETWORK (UNSDSN). (2015), Indicators and a Monitoring Framework for the Sustainable Development Goals: Launching a data revolution for the SDGs. Disponível em <<http://unsdsn.org/wp-content/uploads/2015/05/FINAL-SDSN-Indicator-Report-WEB.pdf>>. Acesso em maio de 2015.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE (USPTO). (2015), Cooperative Patent Classification (CPC). Disponível em <http://www.uspto.gov/web/patents/classification/cpc.html>. Acesso em maio de 2015.

VLACHEAS, P.; STAVROULAKI, V.; KELAIDONIS, D.; FOTEINOS, V.; POULIOS, G.; DEMESTICHAS, P.; SOMOV, A.; BISWAS, A. R. (2013), Enabling Smart Cities through a Cognitive Management Framework for the Internet of Things. IEEE Communications Magazine. p. 102-111.

WORLD BANK. (2002), Cities on the move: a World Bank urban transport strategy review. Washington.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). (2015), Patents. Disponível em <http://www.wipo.int/patents/en/>. Acesso em Maio de 2015.