

Cidades Inteligentes: prospecção tecnológica para semáforos inteligentes no Brasil e no mundo

Smart Cities: technological prospection for smart traffic lights in Brazil and the world

Carla Pontes Cavalcante Gomes¹, Fernando Selleri Silva¹, Stela Regina Ferrari²

¹Universidade do Estado de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil

²Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil

Resumo

Os semáforos inteligentes (SI) representam uma tecnologia promissora para o controle de tráfego, capazes de ajustar o sinal de acordo com o trânsito em tempo real, com potencial de melhorar a mobilidade urbana. Para nortear o desenvolvimento de novas tecnologias no setor e definir estratégias de implementação, é importante realizar um levantamento de patentes, comparando o cenário brasileiro com outros países, como proposto neste estudo. A metodologia compreendeu a busca de patentes nas bases de dados do INPI e Orbit Intelligence. A análise quantitativa revelou a China como líder em depósitos de patentes, com 185 registros, seguida pela Coreia do Sul, com 143 depósitos e os Estados Unidos, com 69 depósitos. Ocupando a 13ª posição, o Brasil ainda apresenta um número relativamente baixo de depósitos de patentes para SI, o que evidencia a necessidade de aumentar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento para impulsionar esta tecnologia.

Palavras-chave: Patentes; Controle de Tráfego; Prospecção Tecnológica.

Áreas Tecnológicas: Cidades Inteligentes. Prospecção Tecnológica. Inovação.

Abstract

Smart traffic lights (TS) represent a promising technology for traffic control, capable of adjusting signals according to real-time traffic flow, with the potential to improve urban mobility. To guide the development of new technologies in the sector and define implementation strategies, it is important to conduct a patent survey, comparing the Brazilian scenario with other countries, as proposed in this study. The methodology involved searching for patents in the INPI and Orbit Intelligence databases. The quantitative analysis revealed China as the leader in patent filings, with 185 registrations, followed by South Korea with 143, and the United States with 69. Ranking 13th, Brazil still has a relatively low number of patent filings for TTS, highlighting the need to increase investment in research and development to advance this technology.

Keywords: Patents; Traffic Control; Technological Perspective.

1 Introdução

Em um mundo cada vez mais tecnológico, a proteção da propriedade intelectual se torna crucial, especialmente no contexto das cidades inteligentes, que se baseiam em inovações e soluções tecnológicas para melhorar a qualidade de vida da população. Cidades Inteligentes são ambientes urbanos que utilizam Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) para otimizar os serviços públicos, promover a sustentabilidade e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos.

A proteção da Propriedade Intelectual é fundamental na sociedade moderna, já que a maioria das criações possui um detentor de direitos que merece ser recompensado por suas inovações (Lemos, 2011). Na legislação brasileira, a Constituição Federal de 1988 apresenta, no artigo 5º, incisos XXVII a XXIX, as diretrizes principais para a proteção dessa propriedade. No entanto, a regulamentação da propriedade intelectual em âmbito mundial remonta a 1967, quando foi criada, em Estocolmo, a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), o principal fórum regulador das políticas de proteção da propriedade intelectual (Pontes *et al.*, 2008). No contexto de cidades inteligentes, que se baseiam em tecnologias avançadas de informação e comunicação, a PI assume papel crucial, abrangendo desde *software* e algoritmos até dispositivos e infraestrutura de comunicação. A crescente demanda por SI, impulsionada pelo rápido crescimento populacional urbano, aumento da expectativa de vida e redução da população jovem e produtiva, exige investimentos em tecnologias que melhorem a qualidade de vida da população, promovendo a produtividade, a eficiência e a sustentabilidade. Para Pereira *et al.* (2023), devido a muitas mudanças nas áreas tecnológicas e ambientais, somadas ao crescimento populacional, é necessário discutir sobre as soluções sustentáveis e eficientes, tendo como base a qualidade de vida da população, com isso, a criação de cidades inteligentes torna-se necessária para o enfrentamento desses desafios.

Lemos (2013) destaca que os projetos para cidades inteligentes devem priorizar melhorias na economia, mobilidade urbana e meio ambiente, além de promover a participação cidadã e a governança eficiente. Nesse cenário, a cidade se transforma em um “organismo informacional” que se adapta e evolui continuamente, com o “cidadão inteligente” atuando como produtor de informações e beneficiando-se de um conhecimento mais acessível e próximo às suas necessidades. As cidades precisam ser mais eficientes e acessíveis, com isso, o conceito de cidades inteligentes tem se tornado mais frequente, como cidades conectadas, semáforos inteligentes, redes de saúde interligadas, entre tantas outras formas de tornar as cidades mais acessíveis e eficientes. Os desafios relacionados

à propriedade intelectual em cidades inteligentes, especialmente no que se refere à mobilidade urbana e ao controle de tráfego, são cruciais para impulsionar o avanço tecnológico e a interconexão das soluções inteligentes.

Com o intuito de analisar o desenvolvimento de tecnologias para cidades inteligentes no Brasil, este trabalho realizou um levantamento patentário sobre semáforos inteligentes, comparando o cenário nacional com o internacional. O presente trabalho tem como objetivo analisar o cenário de patentes de semáforos inteligentes no Brasil e no mundo, compreendendo a importância da proteção da propriedade intelectual nesse contexto e as implicações para o desenvolvimento de cidades inteligentes no país.

1.1 Cidades Inteligentes

Segundo Depiné e Teixeira (2021), a evolução histórica das cidades inteligentes ocorreu em fases (ou ondas): a primeira chamada “Desarticulada”, ocorrida entre as décadas de 1980 e 1990, na qual ocorreu a “convergência de teorias e políticas no urbanismo e propagação das TICs em cidades”. A segunda, chamada “Corporativista”, ocorreu entre as décadas de 2000 e meados de 2010, “dirigida pelos interesses de grandes empresas de tecnologia”. E a terceira, chamada de “Humanizada”, que está ocorrendo no período atual e é “dirigida pelas necessidades e anseios das pessoas e comunidades”.

Para Kim, Ramos e Mohammed (2017), cidades inteligentes são aquelas que possuem um alto grau de integração da tecnologia de informação, sendo aplicadas de forma abrangente nos diversos setores, como indústria, serviços e gestão. A inteligência deve permear todos os aspectos do desenvolvimento estrutural e estratégico da cidade, incluindo o modo de vida dos cidadãos. Diversos fatores podem indicar uma cidade inteligente: i) semáforos interligados para melhorar a fluidez do trânsito; ii) aplicativos que facilitam o acesso da população a serviços públicos de forma remota; e iii) responsabilidade social, ambiental e fiscal são necessários para a formação de uma cidade inteligente (Iseki; Figueiredo, 2021).

Anthopoulos (2017) destacou que o termo “inteligente”, no contexto de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), ainda carece de uma definição consensual. Apesar da falta de consenso, o autor reconhece o potencial das TICs para promover o desenvolvimento econômico, social e ambiental das cidades. Para que uma cidade seja considerada inteligente, ela deve se adequar a seis dimensões: pessoas, economia, governança, mobilidade, meio ambiente e vida. Com isso, de acordo com o desempenho das cidades em cada uma dessas dimensões, define-se o formato particular de cidade inteligente, tornando o conceito inerente às necessidades específicas de cada município.

Verde *et al.* (2023) acreditam que as cidades inteligentes devem priorizar soluções tecnológicas que promovam a economia de recursos e a sustentabilidade, aumentando a eficiência com a utilização de inovações em Tecnologia, Infraestrutura e Logística. A gestão, o planejamento e o engajamento dos cidadãos são elementos cruciais nesse processo, pois são eles que se beneficiam diretamente da melhoria da qualidade dos serviços públicos e do bem-estar social.

A “*Carta Brasileira para Cidades Inteligentes*”, criada em dezembro de 2020 pela Coordenação-Geral de Apoio à Gestão Regional e Urbana da SMDRU/MDR, define o conceito de cidades inteligentes no contexto brasileiro (Brasil, 2020). Segundo a Carta, as cidades inteligentes são aquelas que se comprometem com o desenvolvimento urbano sustentável, promovendo a transformação digital, o letramento digital, a governança colaborativa e a utilização de tecnologias para solucionar problemas, criar oportunidades e melhorar a qualidade de vida da população (Brasil, 2020). Os autores dessa carta, apesar de não terem um consenso sobre uma definição do termo “Cidades Inteligentes”, consideram que ele pode ser utilizado em cidades que utilizam a inovação e a tecnologia como formas de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, melhorando a gestão, a sustentabilidade e a facilidade de acesso da população a serviços públicos.

1.2 Cidades Inteligentes e Mobilidade Urbana

A mobilidade urbana é um dos grandes desafios enfrentados pelas cidades, especialmente em centros urbanos com alta densidade populacional. O congestionamento, a baixa qualidade do transporte público e os altos índices de poluição atmosférica impactam negativamente a qualidade de vida dos cidadãos. As cidades inteligentes, por sua vez, surgem como uma solução para enfrentar esses problemas, buscando integrar tecnologias e políticas públicas para promover a eficiência, a sustentabilidade e o bem-estar social. Koglin (2021) destaca a importância de o governo estar atento às necessidades da sociedade, pois os cidadãos serão os principais beneficiados como uma cidade mais conectada. Para o autor, essa conectividade gera maior participação da sociedade nas decisões municipais envolvendo segurança, bem-estar e sustentabilidade (Koglin, 2021). A transformação das cidades exige adaptações e melhorias constantes, sem necessariamente precisar de uma reconstrução completa da estrutura urbana. É fundamental investir em soluções que atendam às necessidades da população, como otimização dos espaços públicos, aumento das áreas verdes para melhorar o conforto térmico e a estabilidade da umidade do ar, revitalização das praças e espaços públicos. Faria (2022) complementa a discussão afirmando que a mobilidade urbana está atrelada ao bem-estar social, reconhecendo

que as necessidades de mobilidade variam de acordo com fatores como raça, sexo, classe social. Apesar do foco em inovação e tecnologia, o planejamento urbano muitas vezes ignora os problemas reais da comunidade local, comprometendo o objetivo principal de melhorar o bem-estar social. As cidades inteligentes devem ir além da mera implementação de tecnologias, buscando integrar soluções que atendam às necessidades sociais, ambientais, de infraestrutura e financeiras, de forma personalizada e específica para cada local.

Cidade inteligente deve englobar muito mais que simplesmente uma cidade que implementou tecnologias, buscando integrar soluções que atendam às necessidades sociais, ambientais, de infraestrutura e financeiras, de forma personalizada e específica de cada local. Ou seja, essas melhorias devem ser pautadas nas necessidades e nas demandas de cada local tornando o tema cidade inteligente algo particular e específico da cidade, que busca melhorar a qualidade de vida de todos se preocupando com as classes sociais, o local de moradia, o trabalho, a etnia, etc. (Bianchi *et al.*, 2018). Ainda, segundo os autores, os problemas são resultado do crescimento acelerado e sem um planejamento adequado da população, e, para contornar esses problemas, é necessário criar soluções inovadoras, que visem melhorar a gestão e o planejamento municipal.

A tecnologia é uma ferramenta importante para o desenvolvimento de cidades inteligentes, mas o sucesso depende da implementação de políticas públicas eficazes, com metas de longo prazo, ações integradas entre diferentes órgãos e setores e o engajamento da sociedade (Souza, 2020).

Uma das áreas cruciais para a construção de cidades inteligentes é a gestão do tráfego. Para Araújo (2006), uma forma inteligente de controlar o tráfego veicular é por meio de uma gestão eficiente dos semáforos, que, quando bem implantados e com estudos adequados, podem contribuir significativamente no controle do tráfego, interferindo diretamente no movimento dos veículos, organizando o trânsito, diminuindo conflitos e aumentando a fluidez.

Uma forma de fazer esse controle e a gestão é a utilização de semáforos inteligentes que monitoram o volume de carros em cada sentido e ajustam o tempo de sinalização de acordo com o fluxo. O trânsito tem se tornado cada vez mais caótico, e semáforos normais não estão suportando o aumento exponencial da frota automotiva. Uma das soluções que grandes centros estão encontrando para minimizar esse problema é a utilização de semáforos automatizados que possuem *softwares* que conseguem identificar o volume de tráfego e, através de estudos estatísticos, liberam o trânsito de forma mais fluida, contribuindo para a redução de congestionamentos e a otimização da mobilidade urbana.

2 Metodologia

Este estudo realizou um levantamento prospectivo de patentes relacionadas a semáforos inteligentes, tanto no Brasil quanto no cenário internacional. Por meio de uma busca quantitativa, com análise bibliométrica de documentos patentários, busca-se identificar as principais tendências e inovações nesse campo, vislumbrando futuras perspectivas para o setor. As buscas foram realizadas em bases de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e da plataforma Orbit Intelligence, utilizando as seguintes palavras-chave: “Semáforo OR Traffic Light AND (Inteligente OR Smart)”, combinadas com os operadores booleanos AND ou OR. Para ampliar a abrangência da pesquisa, não foi definido um marco temporal específico. A escolha da plataforma Orbit Intelligence se justifica pela necessidade de realizar uma comparação entre o número de patentes depositadas no Brasil e no exterior, utilizando as mesmas palavras-chave em português e em inglês. Destaca-se que se mapear sistematicamente os desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros, é possível influenciar de forma significativa setores da indústria, da economia e da sociedade, sendo assim, esse mapeamento é definido como Prospecção Tecnológica (Caruso; Tigre, 2004).

3 Resultados e Discussão

A busca patentária relacionada a semáforos inteligentes na plataforma do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) resultou em sete ocorrências de patentes no Brasil (Tabela 1). Enquanto que essa mesma busca, realizada na plataforma Orbit, resultou em apenas quatro patentes brasileiras. A análise comparativa dos resultados indicou que as patentes registradas no Brasil foram encontradas em ambas as plataformas, e os resultados internacionais foram obtidos pela plataforma Orbit. Assim, a pesquisa mostrou apenas sete depósitos de patentes no Brasil nos últimos dez anos, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 1 – Quantitativo de patentes na base do INPI

PALAVRA-CHAVE	TÍTULO E RESUMO
(semáforo OR traffic light) AND (inteligente OR smart)	7

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

A análise da Tabela 2 revela que as sete patentes depositadas no INPI, relacionadas a semáforos inteligentes, estão classificadas na Seção G – Física, com subclasse G08G – Sistemas de Controle de Tráfego de veículos rodoviários. Os primeiros depósitos ocorreram entre

1996 e 2006, com concentração nos anos 2002 e 2003. É importante destacar que na última década observou-se apenas uma patente brasileira depositada com o assunto abordado. A análise detalhada das patentes depositadas no INPI revela um conjunto de propostas inovadoras para o controle de tráfego urbano. A seguir, são apresentadas as principais características de cada uma delas:

A busca patentária no INPI (2024) identificou os seguintes depósitos: Pedido BR 10 2020 002521 0 A2 “Protótipo de semáforo inteligente” foi depositado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) em 6 de fevereiro de 2020. A patente definitiva ainda não foi concedida, segundo o sistema do INPI, ele teve seu pedido de patente publicado em 17 de agosto de 2021. Essa patente trata de semáforo inteligente com capacidade para controlar a liberação do sinal, baseando-se na quantidade de veículos que estão se locomovendo no local.

O pedido MU 8601660-1 U2 “Semáforo Inteligente Atuado Pelo Fluxo de Veículos”, depositado por Michel Gelinger em 31 de maio de 2006 e publicado em 22 de janeiro de 2008, se encontra arquivado por falta de pagamento da anuidade. É um Modelo de Utilidade que controla o tempo de abertura e de fechamento do semáforo de acordo com o fluxo de veículos detectado por sensores de metal.

Já o pedido PI 0301207-7 A2 “Semáforo Inteligente Microcontrolado para Controle de Tráfego Urbano de Veículos e Pedestres com Indicação Luminosa por Segmentos”, depositado por Alline Zancanaro em 5 de fevereiro de 2003, foi publicado em 21 de dezembro de 2004 e arquivado por falta de requerimento do exame dentro do prazo definido por lei. Essa proteção propõe um sistema de temporização ajustável para semáforos, com programação automática.

O pedido MU 8201839-1 U2 “Semáforo Inteligente” depositado por Evilasio Schmitz em 8 de agosto de 2002, foi publicado em 11 de maio de 2004 e arquivado por falta de requerimento do exame dentro do prazo definido por lei. Trata-se de um sistema inovador para o controle do trânsito com a alteração das atuais lâmpadas incandescentes dos semáforos por lâmpadas de LED de alta luminosidade controlados de forma inteligente e prática, aumentando a segurança dos pedestres e veículos.

O pedido MU 8200966-0 U2 “Semáforo Digital com Contador Inteligente”, depositado por Cronodata Indústria Eletrônica Ltda. com o inventor Francisco José Pires de Almeida em 13 de março de 2002, foi publicado em 7 de fevereiro de 2017 e arquivado por falta de documento de documentação. É um modelo de utilidade para inserir nos semáforos um painel de LED com contador digital que informa o tempo de passagem do verde para o vermelho.

O pedido PI 0103586-0 A2 “Semáforo Inteligente”, depositado por Joji Nagata em 9 de julho de 2001, foi publicado em 5 de agosto de 2003 e arquivado por falta pagamento de anuidade, tratando-se de um sistema automático de controle de semáforos que utiliza sensores de presença para pedestres e veículos.

Por fim, o pedido PI 9602424-0 A2 “Sistema de Gerenciamento de Semáforo com Caixa Porta-Foco Inteligente”, depositado por Angelo José Barros Leite em 17 de maio de 1996, foi publicado em 6 de outubro de 1998 e arquivado por não atender aos requisitos legais. É um sistema em que os pedestres e veículos se comunicam com um controlador no semáforo através de placas de circuitos (INPI, 2024).

A plataforma Orbit Intelligence disponibiliza um amplo acesso de buscas internacionais das patentes, fornecendo dados claros e concisos que auxiliam os gestores da propriedade intelectual na tomada de decisões. A plataforma pode ser integrada a diversas ferramentas de gerenciamento de propriedade intelectual, o que permite aos usuários gerenciar seus portfólios de patentes de forma mais eficiente.

Para obter resultados mais precisos, recomenda-se utilizar palavras-chave e suas variações tanto em português quanto em inglês, combinando-as com operadores booleanos “AND” e “OR”. Dessa forma, com essas métricas, a pesquisa realizada na plataforma mostrou um total de 799 depósitos de patentes no mundo todo referentes a semáforos inteligentes, conforme demonstrado na Tabela 3.

A análise dos 799 depósitos de patentes revela a China (CN) como o principal líder mundial em inovação em semáforos inteligentes, com 185 depósitos (Figura 1). Esse destaque reflete a busca desse país por soluções eficientes para melhorar a logística da mobilidade urbana e o intenso fluxo de veículos em suas grandes cidades. Os semáforos inteligentes têm grande eficiência para a gestão do tráfego urbano e a melhora no trânsito, aumentando a produção, pois as pessoas conseguem reduzir seu tempo de trajeto até chegar ao trabalho. Essa redução, além de aumentar o tempo disponível para o cidadão focar em outras atividades, ainda proporciona bem-estar, beneficiando a qualidade de vida do trabalhador.

A República da Coreia do Sul (KR) ocupa a segunda posição, com 143 patentes, um país com território menor que o primeiro colocado demonstra um importante compromisso com a inovação e a melhoria da qualidade de vida de seus cidadãos. Saindo de uma economia rural e de baixa tecnificação após a Segunda Guerra para um dos países com maior desenvolvimento industrial e urbano do mundo. Uma matriz de incentivo à educação e pensando na população, o investimento no controle de tráfego é uma importante ferramenta para melhorar a qualidade de vida da população. Esse elevado número de patentes em semáforos inteligentes mostra a necessidade de uma gestão de tráfego de qualidade para que a população possa focar seu desempenho onde realmente importa, perdendo menos tempo no trânsito e tendo melhoria significativa tanto na produção quanto na qualidade de vida da população.

Tabela 2 – Busca patentária retornada

N.	PEDIDO	DEPÓSITO	TÍTULO	IPC
1	BR 10 2020 002521 0	06/02/2020	PROTÓTIPO DE SEMÁFORO INTELIGENTE	G08G 1/095
2	MU 8601660-1	31/05/2006	SEMÁFORO INTELIGENTE ATUADO PELO FLUXO DE VEÍCULOS	G08G 1/095
3	PI 0301207-7	05/02/2003	SEMÁFORO INTELIGENTE MICROCONTROLADO PARA CONTROLE DE TRÁFEGO URBANO DE VEÍCULOS E PEDESTRES COM INDICAÇÃO LUMINOSA POR SEGMENTOS	G08G 1/095
4	MU 8201839-1	08/08/2002	SEMÁFORO INTELIGENTE	G08G 1/095
5	MU 8200966-0	13/03/2002	SEMÁFORO DIGITAL COM CONTADOR INTELIGENTE	G08G 1/096
6	PI 0103586-0	09/07/2001	SEMÁFORO INTELIGENTE	G08G 1/08
7	PI 9602424-0	17/05/1996	SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE SEMÁFORO COM CAIXA PORTA-FOCO INTELIGENTE	G08G 1/09

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo a partir da busca patentária no INPI (2024)

Tabela 3 – Resultado da Pesquisa na plataforma Orbit Intelligence

PALAVRA-CHAVE	TÍTULO E RESUMO
(semáforo OR traffic light) AND (inteligente OR smart)	799

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Os Estados Unidos (US) com 69 depósitos, ocupam a terceira posição. Com área geográfica bem maior que o segundo colocado, é o país reconhecido como um grande desenvolvedor de diversas tecnologias. A busca por maior eficiência e produtividade, característica da economia norte-americana, impulsiona o desenvolvimento de soluções inovadoras para o gerenciamento do tráfego.

O quarto Lugar é ocupado pela Organização Europeia de Patentes (EP) com 35 depósitos, isso significa que foram depositadas diretamente a essa organização que possui 39 países-membros.

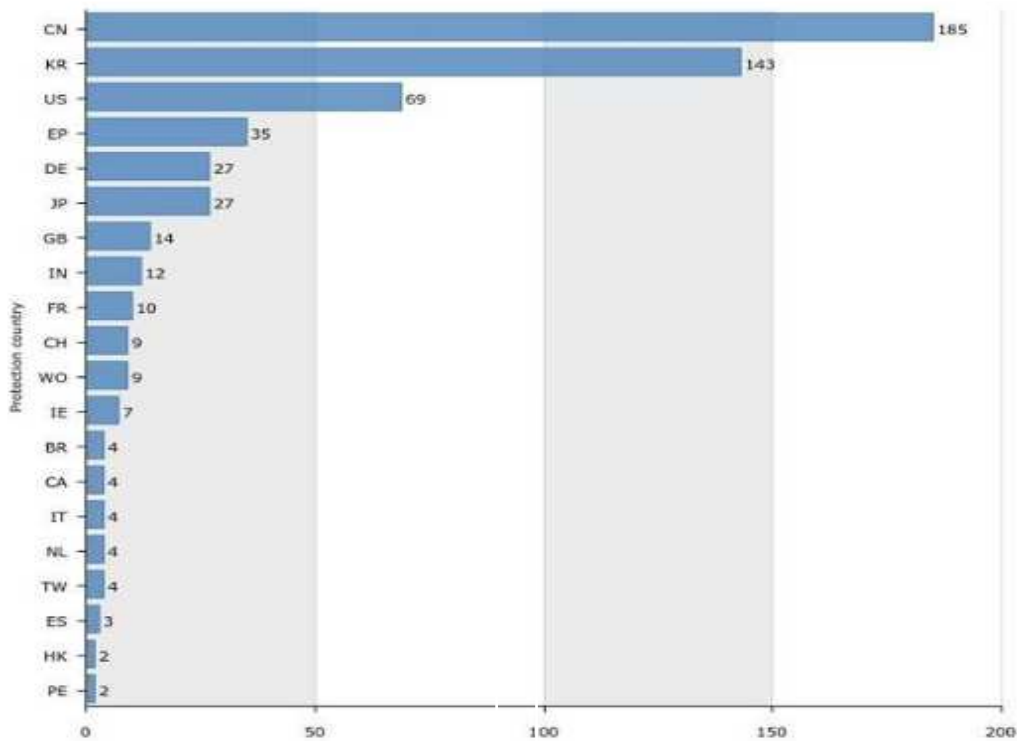
A Alemanha e o Japão ocupam a quinta colocação, com 27 depósitos cada, é importante ressaltar que ambos os países possuem alto investimento em tecnologia e necessidade de alta eficiência em sua mobilidade urbana, especialmente o Japão que devido a sua geografia possui um alto índice demográfico, necessitando de alta eficiência em seu trânsito. O Reino Unido (GB) está em sexto lugar com 14 depósitos.

Na sétima posição está a Índia (IN) com 12 depósitos da tecnologia abordada na pesquisa, esse país possui uma população gigantesca e uma necessidade na gestão da mobilidade urbana, assim como os primeiros colocados, a Índia também tem mostrado grande desenvolvimento econômico e industrial nas últimas décadas, e a utilização de semáforos inteligentes auxilia na gestão do tempo de sua população.

O Brasil (BR), com quatro depósitos, encontra-se entre os 20 principais depositantes, ocupando a 13ª posição no número de patentes da pesquisa realizada, ficando ao lado de países desenvolvidos como Canadá (CA) e Itália (IT).

É notável a disparidade entre os dois primeiros colocados e os demais países. A China, em particular, demonstra um grande interesse em melhorar sua eficiência produtiva e econômica, investindo em políticas públicas que visam melhorar o escoamento do trânsito. O país consegue melhorar o rendimento de sua população tanto em quantidade de tempo focado na produção quanto na qualidade, pois o trânsito é um grande causador de problemas de estresse, falta de foco e ansiedade. Seguindo uma linha parecida, o segundo colocado a Coreia do Sul também tem demonstrado priorizar o desenvolvimento econômico, já que seu reduzido território exige alta eficiência na área de locomoção urbana. O investimento em tecnologias para a melhoria do trânsito urbano é necessário, pois melhora a qualidade de vida dos cidadãos e aumenta a produção, gerando mais renda e aumento do PIB.

Figura 1 – Depósito de patentes por países



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo a partir da busca patentária no Orbit (2024)

Um estudo sobre o impacto financeiro do tempo gasto em trânsito no Brasil comparando cidades metropolitanas e do interior, realizado por Vianna e Young (2015), estimou, no ano de 2015, uma perda de 1,8% do PIB brasileiro só com esse tempo desperdiçado no trânsito. Caso o tempo de deslocamento fosse igual nas capitais e nas cidades do interior, haveria uma redução de 27,6% das perdas, mostrando a importância das melhorias no deslocamento urbano.

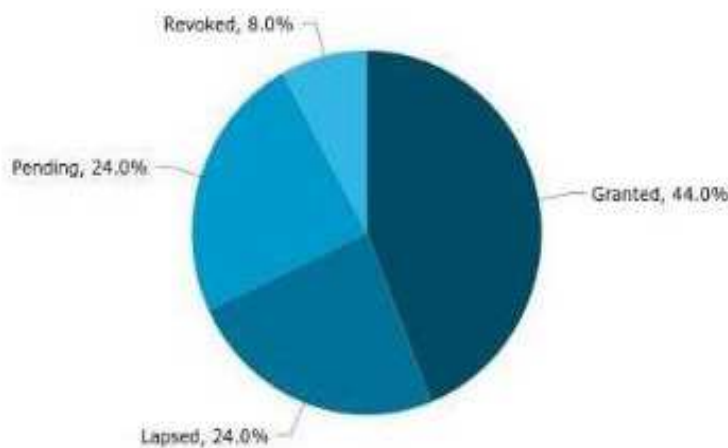
A Figura 2 apresenta o mapa mundial da distribuição de depósitos patentários relacionados a semáforos inteligentes. A tonalidade de azul indica o número de patentes depositadas por cada país, e a China aparece de coloração mais escura devido ao maior número de patentes depositadas por ela, também em azul mais claro estão os outros países que possuem alguma patente de semáforos inteligentes depositados.

Figura 2 – Mapa de cobertura global



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo a partir da busca patentária no Orbit (2024).

Figura 3 – *Status* legal das patentes



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo a partir da busca patentária no Orbit (2024).

Observa-se uma concentração significativa de depósitos na Ásia, especialmente na China e na Coreia do Sul, que juntas representam mais de 40% do total de todos os depósitos da referida tecnologia. A América do Norte com destaque para os Estados Unidos que sozinho possui quase 10% das patentes. Em contrapartida, África, América Central e Oceania não possuem nenhum depósito, poucos países na América do Sul, assim como poucos países europeus também constam como depositantes.

Contudo, desses 799 depósitos, a maioria possui algum impedimento, em que 8% foram revogados, 24% dos depósitos possuem alguma pendência, 24% já caducaram ou perderam sua proteção e apenas 44% estão vigentes, conforme demonstra a Figura 3.

Entre os 10 *players* mundiais que participam de forma mais ativa do desenvolvimento das tecnologias para semáforos inteligentes (Figura 4), está a Apollo Intelligent Connectivity Beijing Technology, que é uma empresa de tecnologia chinesa. Fundada em 2020, voltada para a conectividade inteligente e a navegação de veículos (Discovery by Patsnap, ©2023a), essa empresa aparece em primeiro lugar com 12 depósitos. Em segundo lugar está a International Business Machines Corporation (IBM), empresa norte-americana gigante da informática com mais de 100 anos de história trabalhando com tecnologia, com quatro depósitos. Seguindo o mesmo padrão, vem o Korea Institute of Construction Technology, um instituto de pesquisa Sul Coreano voltado para a pesquisa e desenvolvimento (Cbinsights). Outra empresa com quatro patentes também é a Sang Technology, a Beijing Baidu Netcom Science and Technology Co. Ltd, é uma empresa Chinesa que fornece transferência de tecnologia para negócios eletrônicos, “fundada em 2001, por Guang Zhu (Discovery by Patsnap, ©2023a) possui duas patentes ligadas a semáforos inteligentes.

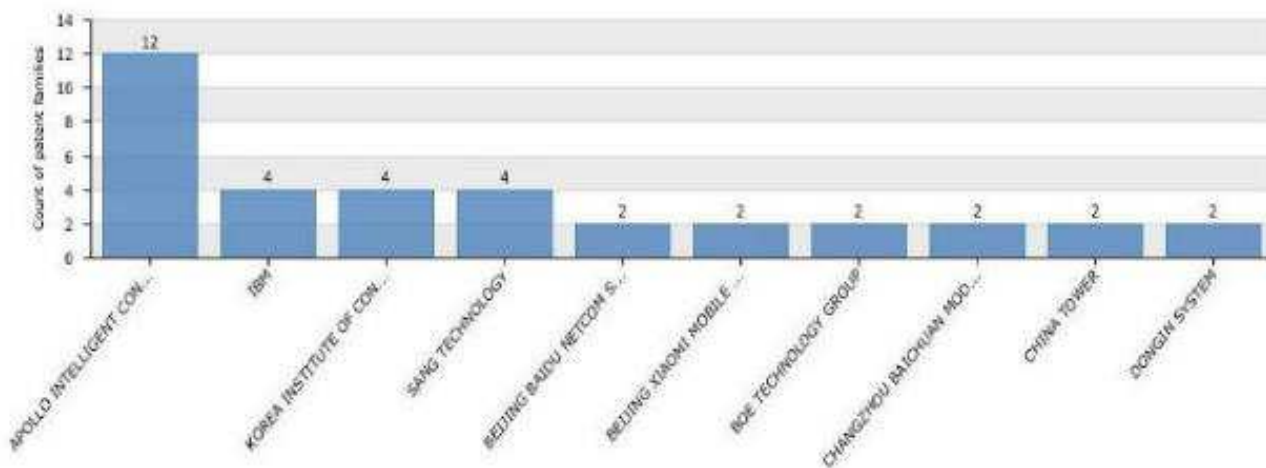
Beijing Xiaomi Mobile Software Co., Ltd., empresa chinesa voltada para o desenvolvimento de *softwares* e aparelhos eletrônicos na área de informática, fundada em 2012 (Discovery by Patsnap, ©2023b), possui duas patentes

nessa área. A BOE Technology Group, outra empresa chinesa criada em 1993 logo após a reorganização do capital chinês, é a maior empresa fabricante de painéis de cristal líquido da China (Nikkei Asia.), possui duas patentes.

Com duas patentes também estão as chinesas Changzhou Baichuan Morden Fence Co., Ltd., inaugurada em 1993 do ramo de cercas (Development Aid), e a China Tower, fundada em 2014 por três empresas de comunicação chinesas (China Tower Corporation Limited) e, por último, a Dongin System Co., empresa sul-coreana inaugurada em 2011, sendo um de seus ramos o transporte inteligente. É notável a presença de empresas chinesas em diversas áreas, desde conectividade inteligente até fabricação de componentes eletrônicos.

A Coreia do Sul, por sua vez, demonstra um forte investimento em pesquisa e desenvolvimento, com duas empresas entre as dez primeiras. A China se posiciona como líder global no desenvolvimento de tecnologias para semáforos inteligentes, seguida pela Coreia do Sul e pelos Estados Unidos. Essa dominância pode ser atribuída a diversos fatores, como os investimentos em pesquisa e desenvolvimento, as políticas governamentais de incentivo à inovação e a presença de grandes centros de tecnologia nesses países.

Figura 4 – Os 10 maiores *players* do mercado



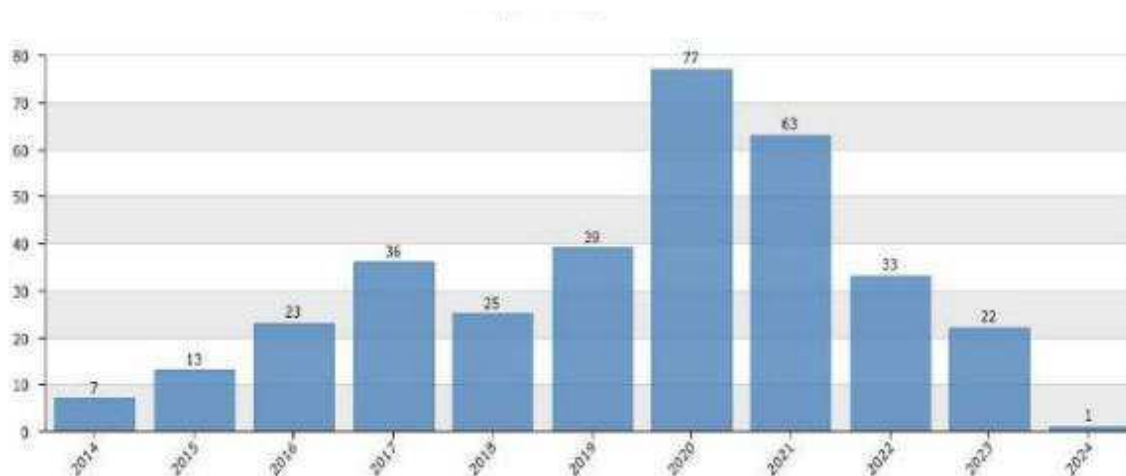
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo a partir da busca patentária no Orbit (2024)

A Figura 5 demonstra um crescimento gradual no número de patentes relacionadas a semáforos inteligentes nos últimos 10 anos. Em 2014, observa-se sete depósitos com gradual aumento nos anos subsequentes, com uma leve queda em 2018, reduzindo de 36 para 25 depósitos, retornando ao crescimento em 2019 com 39 e chegando no auge em 2020 com 77 depósitos. Normalmente essa curva significaria a maturidade e a queda do produto, como pode ser observado na curva da Figura 5, porém, em 2020, o mundo passou por uma pandemia que afetou todos os setores, reduzindo investimentos em diversas áreas, assim, houve redução da mobilidade urbana e realocação de recursos para o combate à crise sanitária. Ruas e avenidas ficaram vazias, ficando apenas os serviços essenciais em funcionamento normal, com isso, o foco na tecnologia de semáforos inteligentes passou para segundo plano, como mostra a queda no gráfico de 2020 a 2024. Muitos países investiram no combate à pandemia e mantiveram a população isolada, esse isolamento reduziu a produção de muitos produtos e matérias-primas. Por causa dessa falta de produtos, os preços aumentaram, gerando uma inflação mundial que deve continuar por algum tempo, então o investimento em tecnologias de mobilidade urbana como os semáforos deve demorar para retomar.

Se não bastasse isso, a guerra na Ucrânia, iniciada em 2022, e os conflitos no Oriente Médio, em 2023, agravaram a situação, deslocando investimentos para o setor militar e gerando incertezas no cenário global. Ou seja, devido ao medo de essas guerras se espalharem, muitas patentes podem ainda não ter sido depositadas, pois seus inventores e investidores aguardam por um período melhor para introduzirem suas invenções na sociedade. A expectativa é a de que, com a estabilização do cenário global e a retomada da economia, o interesse por tecnologias de mobilidade urbana volte a crescer, impulsionando novamente o número de depósitos de patentes.

Entre os 799 depósitos identificados na plataforma Orbit Intelligence, alguns exemplos de depósitos demonstram uma tendência observada na busca. A análise das patentes chinesas envolvendo semáforos inteligentes revelou uma predominância de patentes de invenção, como é possível ver nos seguintes depósitos: CN214123157 – “Traffic light for smart city”; CN110264739 – “Mains supply smart zebra crossing brick and smart traffic light system”; CN107564301 – “Smart vision traffic light system”; CN114495538 – “Smart city intelligent traffic light”; CN212724357 – “Anti-collision type temporary traffic light for smart city”. Similarmente, a maioria das patentes coreanas também se enquadra na categoria de invenção, com destaque para KR10-2018-0119266 – “Control apparatus of smart traffic light”; KR10-2603194 – “Pedestrian Smart Signal Assist”; KR10-2605101 – “Smart signal apparatus for non-signalized intersection and control method thereof”; KR10-2603270 – “Artificial intelligence-based integrated safety system for building smart school zone”; KR10-2020-0028081 – “System for smart traffic lights with câmera”. Em relação ao Estados Unidos, a tendência se repete, com patentes de invenção como: US20210012655 – “Pedestrian mat and traffic light system”; US10586447 – “Smart traffic signal methods and systems”; US12002356 “Smart communication system at traffic intersections”; US11842630 – “System and method implementing virtual pedestrian traffic lights”; US20100283631 – “Smart Stop Sign System”. Essa análise demonstra um forte investimento em inovação nos três países, com a maioria das patentes buscando soluções originais para o controle de tráfego. É interessante notar que, mesmo que China, Coreia do Sul e Estados Unidos ocupem as primeiras posições em relação aos depósitos, em termos mundiais, a maioria dos depósitos para semáforos inteligentes no Brasil também é de patentes de invenção, indicando um alinhamento com as tendências globais de inovação em mobilidade urbana.

Figura 5 – Quantitativo de patentes de semáforos inteligentes depositadas na última década



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo a partir da busca patentária no Orbit (2024)

4 Considerações Finais

Conclui-se que a China e a Coreia do Sul lideram globalmente o desenvolvimento de tecnologias para semáforos inteligentes, com a China detendo o maior número de patentes. Observa-se o grande potencial tecnológico a ser explorado no desenvolvimento de equipamentos para melhorar a gestão do tráfego urbano como semáforos inteligentes, tanto no Brasil quanto no mundo.

É importante aumentar os investimentos brasileiros em pesquisa para melhorar a qualidade da mobilidade urbana e a aplicabilidade das tecnologias de semáforos inteligentes. Já que melhora a eficiência na gestão do tráfego, contribuindo para a redução de congestionamentos, de conflitos no trânsito e para o aumento da fluidez nas vias. Além disso, melhora a qualidade de vida da população, como redução do tempo de deslocamento, aumento do tempo disponível para outras atividades e bem-estar dos cidadãos. O país pode apresentar competitividade internacional ao investir em pesquisa e inovação em tecnologias de semáforos inteligentes, o Brasil pode aumentar sua competitividade no cenário internacional, acompanhando países líderes nesse segmento, como a China e a Coreia do Sul. A implementação de tecnologias que melhoram a mobilidade urbana, como os semáforos inteligentes, contribui para a redução de emissões de gases poluentes, melhoria da qualidade do ar e promoção de cidades mais sustentáveis.

A cada ano, a frota veicular aumenta, tornando a mobilidade urbana menos eficiente, proporcionando longos engarrafamentos, acidentes de trânsito, muitas vezes fatais, além da emissão dos gases tóxicos, aumentando a poluição ambiental, reduzindo a qualidade de vida de sua população.

O tempo perdido em congestionamentos pode ser revertido em produção e qualidade de vida, além da melhoria em fatores ambientais, pois um tráfego mais fluido gera menos tempo dos motores em funcionamento, reduzindo emissões de gases causadores de doenças respiratórias e gases do efeito estufa, diminuindo os gastos governamentais com médicos e hospitais para tratamento de doenças respiratórias. Todos esses fatores giram a engrenagem de uma cidade inteligente e sustentável que terá melhores índices de desenvolvimento humano e uma população mais saudável.

Os Semáforos Inteligentes representam uma tecnologia promissora para melhorar a qualidade de vida nas cidades e aumentar a eficiência do transporte urbano. O Brasil possui potencial para se tornar um líder nessa área, mas é fundamental investir em pesquisa e desenvolvimento para acompanhar a evolução global do setor. A adoção dessas tecnologias contribuirá para a construção de cidades mais inteligentes, sustentáveis e resilientes.

5 Perspectivas Futuras

A pesquisa e o desenvolvimento sobre Semáforos Inteligentes exigem *expertise* em diversas áreas, como engenharia de tráfego, eletrônica, Inteligência Artificial e *software*. A carência de profissionais qualificados e a falta de infraestrutura adequada para pesquisa nessas áreas representam desafios adicionais para o avanço da tecnologia no Brasil, visto que muitos pesquisadores decidem morar no exterior.

O Brasil apresenta um potencial significativo para se destacar no cenário de inovação em Semáforos Inteligentes. Com investimentos direcionados à pesquisa e desenvolvimento, à formação de profissionais qualificados e ao aprimoramento do ambiente de negócios, o país pode superar os desafios atuais e se tornar referência na implementação dessa tecnologia, contribuindo para cidades mais inteligentes, eficientes e sustentáveis.

Essa tecnologia está sendo muito utilizada no controle de tráfego de grandes centros cujo trânsito é caótico. São necessárias alternativas de gestão e controle de tráfego que auxiliem nesse escoamento de veículos, então a tendência é a de que novas patentes de Semáforos Inteligentes devam ser registradas com a volta da rotina nas cidades. Como limitação e, ao mesmo tempo sugestão de pesquisas futuras, recomenda-se a realização de um estudo mais aprofundado e de longo prazo que mostre a real perspectiva da curva de maturidade da tecnologia e a busca em outras bases patentárias.

Referências

- ANTHOPOULOS, L. G. Introdução. In: SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING AG. Entendendo Cidades Inteligentes: uma Ferramenta para um Governo Inteligente ou um Truque Industrial? **Administração Pública e Tecnologia da Informação**, v. 22. Springer, Cham., 2017. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-57015-0_1. Acesso em: 5 maio 2023.
- ARAÚJO, S. C. Controlador de Tráfego: Semáforo Inteligente. Monografia, **Uniceub**, 2006. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/123456789/3290/2/20218680.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2023.
- BIANCHI, C. *et al.* O impacto da inovação tecnológica na mobilidade urbana da cidade de São Paulo. **Policy Brief**, p. 30, 2018.
- BORBA, P. G. S. **Semáforo Inteligente de Trânsito**. 2017. 59p. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Universidade de Taubaté, Taubaté, SP, 2017. Disponível em: <http://repositorio.unitau.br/jspui/bitstream/20.500.11874/5433/1/Paulo%20G.%20Soares%20Borba.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes. O que é a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes?** 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimentoregional/projeto-andus/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes>. Acesso em: 18 maio 2023.

CARUSO, L. A. C.; TIGRE, P. B. Modelo SENAI de prospecção: documento Metodológico. Montevideo: **Cinterfor**, v. 1, 2004. Disponível em: https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/papeles_14.pdf. Acesso em: 15 maio 2023.

CBINSIGHTS – INSTITUTO COREANO DE TECNOLOGIA DE CONSTRUÇÃO. **Cbinsights**. 2024. Disponível em: <https://www.cbinsights.com/company/korea-institute-of-construction-technology>. Acesso em: 20 abr. 2024.

CHINA TOWER CORPORATION LIMITED. **Uma classe mundial provedor de serviços de infraestrutura de comunicações de informação**. 2024. Disponível em: <https://ir.china-tower.com/en/about/history.php>. Acesso em: 28 abr. 2024.

DEPINÉ, Á.; TEIXEIRA, C. S. **Eficiência urbana em cidades inteligentes e sustentáveis: conceitos e fundamentos**. São Paulo: Perse, 2021. 172p. ISBN 978-65-5879-203-1. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/362813197_Eficiencia_urbana_em_cidades_inteligentes_e_sustentaveis_conceitos_e_fundamentos. Acesso em: 5 maio 2023.

DEVELOPMENT AID. **Changzhou Baichuan Morden Fence Co., Ltd.** 2024. Disponível em: <https://www.developmentaid.org/organizations/view/31482/changzhou-baichuan-morden-fence-co-ltd>. Acesso em: 28 abr. 2024.

DISCOVERY BY PATSNAP. **Resultados sobre transporte inteligente empresas**. ©2023a. Disponível em: <https://discovery.patsnap.com/topic/intelligent-transport/>. Acesso em: 20 abr. 2024.

DISCOVERY BY PATSNAP. **Pequim Xiaomi Mobile Software Co., Ltd.** ©2023b. Disponível em: <https://discovery.patsnap.com/company/beijing-xiaomi-mobile-software/>. Acesso em: 22 abr. 2024.

DONGIN SYSTEM CO. LTD. **História da Empresa**. 2024. Disponível em: <http://www.donginsm.com/comp2.html>. Acesso em: 28 abr. 2024.

FARIA, Paula. Se essa rua fosse minha – a mobilidade urbana pela ótica feminina. **Connected Smart Cities**, 2022. Disponível em: <https://portal.connectedsmartcities.com.br/2022/03/09/se-essa-rua-fose-minha-a-mobilidade-urbana-pela-otica-feminina/>. Acesso em: 11 MAIO 2023.

IBM – INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION. **IBM Brasil 100 anos**. 2024. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/about/ibm-brasil-100?lnk=fab>. Acesso em: 25 abr. 2024.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Página de busca**. 2024. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/>. Acesso em: 5 abr. 2024.

ISEKI, M. P. M.; FIGUEIREDO, J. de C. Estudo Prospectivo de Tecnologias para Cidades Inteligentes. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 14, n. 1, p. 268, 2021. DOI: 10.9771/cp.v14i1.31992. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/31992>. Acesso em: 5 maio 2023.

KIM, T.; RAMOS, C.; MOHAMMED, S. Smart City and IoT. **Future Generation Computer Systems**, v. 76, p. 159-162, 2017. ISSN 0167-739X, Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X17305253>. Acesso em: 5 maio 2023.

KOGLIN, T. S. **Smart cities: repensando as cidades para cidades resilientes**. 2021. 80p. Projeto de Graduação do Curso de Engenharia Civil – Escola Politécnica da UFRJ, Rio de Janeiro, 2021.

LE MOS, A. Cidades inteligentes. De que forma as novas tecnologias como a computação em nuvem, o Big Data e a internet das coisas podem melhorar a condição de vida nos espaços urbanos? **FGV, GVexecutivo**, v. 12, n. 2, p. 46-49, 2013,. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/gvexecutivo/article/view/20720/19454>. Acesso em: 12 abr. 2024.

LE MOS, R. **Propriedade Intelectual, Direito, Graduação**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 180p. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/87495/mod_glossary/attachment/1457/Propriedade_Intelectual_2.pdf. Acesso em: 7 jun. 2023.

NIKKEI ASIA. **BOE Technology Group Co., Ltd.** 2024. Disponível em : <https://asia.nikkei.com/Companies/BOE-Technology-Group-Co.-Ltd>. Acesso em: 23 abr. 2024.

ORBIT, Questel. **Orbit Intelligence**. 2024. Disponível em: <https://www.orbit.com/#PatentRegularAdvancedSearchPage>. Acesso em: 5 abr. 2024.

PEREIRA, T. de O. *et al.* Cidades Inteligentes: Práticas e Experiências dos Municípios Pernambucanos. In: XXV ENGEMA. **Anais [...]**. 2023. ISSN: 2359-1048, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Silvio-Paula/publication/377107864_CIDADES_INTELIGENTES_PRATICAS_E_EXPERIENCIAS_DOS_MUNICIPIOS_PERNAMBUCANOS/links/65956b0c2468df72d3f9318c/CIDADES-INTELIGENTES-PRATICAS-E-EXPERIENCIAS-DOS-MUNICIPIOS-PERNAMBUCANOS.pdf. Acesso em: 12 abr. 2024.

PONTES, E. C. *et al.* **Cartilha de Proteção do Conhecimento da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação**. Minas Gerais: PUC-MG, 2008. 22p. Disponível em: https://portal.pucminas.br/imagadb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20130920120741.pdf. Acesso em: 6 jun. 2023.

SOUZA, D. C. M. de. **Gestão pública orientada para cidades inteligentes**. 2020. 90p. Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. Disponível em: https://profnit.org.br/wp-content/uploads/2022/07/DEISE-CAROLINA-MACHADO-DE-SOUZA_TCC.pdf. Acesso em: 5 jun. 2023.

VERDE, F. R. V. *et al.* **#3 Cidades Inteligentes, PI dados & fatos**. Núcleo de Inteligência em propriedade Industrial. [2023]. 56p. Disponível em: www.gov.br/pt-br/propriedade-intelectual/arquivos-1/estudo-nipi_cidades-inteligentes.pdf. Acesso em: 7 jun. 2023.

VIANNA, G. S. B.; YOUNG, C. E. F. Em Busca do Tempo Perdido: Uma Estimativa do Produto Perdido em Trânsito no Brasil. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 19, n. 3, p. 403-416, set. 2015. Disponível em <https://doi.org/10.1590/198055271933>. Acesso em: 20 abr. 2024.

Sobre os Autores

Carla Pontes Cavalcante Gomes

E-mail: carla.gomes@unemat.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2299-6024>

Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação pela Universidade do Estado de Mato Grosso em 2025.

Endereço profissional: Universidade do Estado de Mato Grosso, Unemat Câmpus Sinop, MT, Av. Francisco de Aquino Correia, Aquarela das Artes, Sinop, MT. CEP: 78555-475.

Fernando Selleri Silva

E-mail: selleri@unemat.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2158-4028>

Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco em 2015.

Endereço profissional: Profnit, Ponto Focal Cuiabá, Unemat, Câmpus de Barra do Bugres, MT, Rua A, n. 130, São Raimundo, Barra do Bugres, MT. CEP: 78390-000.

Stela Regina Ferrari

E-mail: srferrari@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4339-1307>

Doutora em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal do Rio Grande Sul em 2013.

Endereço profissional: Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Câmpus de Sinop, MT, Avenida Alexandre Ferronato, n. 1.200, Bairro Residencial Cidade Jardim, Sinop, MT. CEP: 78550-728.