

PEDRO HENRIQUE FERRARI MASCARENHAS

**INDICADORES DE CIDADES INTELIGENTES PARA CAMPO GRANDE:
DESAFIOS NA GOVERNANÇA DOS DADOS COM X-ROAD**

Campo Grande/MS

2024

PEDRO HENRIQUE FERRARI MASCARENHAS

**INDICADORES DE CIDADES INTELIGENTES PARA CAMPO GRANDE:
DESAFIOS NA GOVERNANÇA DOS DADOS COM X-ROAD**

Trabalho de conclusão do curso de Bacharelado em Ciências da Computação em Engenharia de Software da Faculdade de Computação da Universidade Federal do Mato Grosso Do Sul.

Professor: Dr. Marcelo Augusto Santos Turine

Campo Grande/MS

2024

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, pilar fundamental em minha vida, que sempre me incentivou e apoiou em meus projetos. Agradeço imensamente ao meu orientador, pela paciência, compromisso e valiosos ensinamentos. E, por fim, dedico este trabalho à minha namorada, por sua compreensão, carinho e presença, que foram essenciais para esta conquista

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo investigar o potencial do uso da Plataforma X-road para otimizar a governança digital em cidades inteligentes no Brasil, em especial, Campo Grande - Mato Grosso do Sul. É fundamental para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, alinhar os indicadores de desenvolvimento competitivo e sustentável aos indicadores de cidades inteligentes. Neste contexto, serão apresentados os indicadores de um ranking nacional de cidades inteligentes, comparando o município de Campo Grande com Florianópolis, que liderou o ranking. Para gerenciar e integrar os indicadores, é estratégico adotar uma plataforma de interoperabilidade dos dados, neste caso, será investigada a Plataforma Estoniana X-Road para a governança pública dos indicadores, buscando trazer a interoperabilidade entre seus sistemas visando melhorar a eficiência e a qualidade dos serviços oferecidos à população e acelerar o desenvolvimento municipal. Como resultado deste trabalho, são apresentadas reflexões para implementar a Plataforma X-road em Campo Grande-MS, considerando a legislação brasileira e as melhores práticas internacionais em governança digital.

Palavras-chave: Cidade Inteligente, X-Road, Interoperabilidade, Governança Pública, Governança Digital.

ABSTRACT

The focus of this study is to investigate the potential of the X-Road platform to optimize digital governance in Brazilian smart cities, specifically Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Enhancing citizens' quality of life requires aligning competitive and sustainable development indicators with smart city metrics. In this context, the indicators of a national smart cities ranking will be presented, comparing Campo Grande to Florianópolis, the top-ranked city. To effectively manage these indicators, adopting a data interoperability platform is a strategic priority. This work will evaluate the Estonian platform X-Road for public governance of indicators, aiming to integrate systems and improve the efficiency and quality of public services while fostering municipal development. As an outcome, this research will provide insights and recommendations for implementing X-Road in Campo Grande, Mato Grosso do Sul, considering national legislation and international best practices in digital governance.

keywords: *Smart City, X-Road, Interoperability, Public Governance, Digital Governance.*

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNSP - Banco Nacional de Serviços Públicos

CA - Certification Authority

CDU - Código de Defesa ao Usuário do Serviço Público

CIPFA - Chartered Institute of Public Finance and Accountancy

DDoS - Denial-of-Service

D9 - Digital nine

ECC - Elliptic Curve Cryptography

eIDAS - electronic IDentification, Authentication and trust Services

FIFA - Federação Internacional de Futebol Associado

IBGP - Instituto Brasileiro de Governança Pública

IMD - International Institute for Management Development

LAI - Lei de Acesso à Informação

LGD - Lei de Governo Digital

MaaS - Mobility as a Service

MS - Mato Grosso Do Sul

NIIS - Nordic Institute for Interoperability Solutions

PIB - Produto Interno Bruto

RIKS - State Infocommunication Foundation

SC - Santa Catarina

SIS - Sistemas de Informações em Saúde

SSCD - secure signature creation devices

TLS - Transport Layer Security

TSA - Time Stamping Authority

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização	1
1.2. Objetivos	4
1.3. Organização do Trabalho	4

2. CIDADES INTELIGENTES

2.1. Definições	6
2.2. Ranking Braileiro de Cidades Inteligentes	7
2.3. Conectividade	13

3. PLATAFORMA X-ROAD

3.1. Definições	15
3.2. X-road na governança de cidades inteligentes	20
3.3. X- Road no Brasil	26

4. CONCLUSÕES

4.1. Desafios	30
4.2. Trabalhos Futuros	32

REFERÊNCIAS

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A modernidade traz um crescimento exponencial das cidades e, conseqüentemente, dos núcleos sociais. Esse crescimento populacional e o aumento da urbanização acentuaram uma variedade de desafios técnicos, sociais, econômicos e organizacionais que tendem a comprometer a sustentabilidade econômica e ambiental do território (NEIROTTI et al., 2014; LAZZARETTI, 2019).

As transformações globais dos séculos XX e XXI são marcadas pela modernização da gestão pública e consolidação da governança democrática, que surgem como resposta às necessidades da sociedade da informação e do conhecimento, onde as tecnologias de informação e comunicação (TIC) têm papel crucial no modo como o Estado cumpre suas principais funções. Segundo Guimarães et al. (2005), essas tecnologias mudam a abordagem sobre gestão pública, configurando uma realidade na qual cidadãos, empresas e demais organizações querem ter acesso cada vez mais rápido e fácil ao governo, na expectativa de que suas necessidades sejam focadas pelos programas governamentais.

Como consequência há a necessidade da criação de novas formas de estruturar e administrar uma organização, fortalecendo as redes de colaboração para uma participação cidadã efetiva. Essa crescente participação exige um conceito moderno de governança que seja capaz de responder às demandas da sociedade (PATAPAS, RAIPA, SMALKSYS, 2014). A governança pública, nesse

contexto, emerge como um paradigma central, buscando mecanismos institucionais para garantir que as políticas públicas atendam aos anseios dos cidadãos.

O Instituto Brasileiro de Governança Pública (<https://ibgp.net.br/>) (IBGP, 2024), caracteriza como o sistema que compreende os mecanismos institucionais para o desenvolvimento de políticas públicas que garantam que os resultados desejados pelos cidadãos, e demais entes da vida pública, sejam definidos e alcançados. Para uma governança pública eficiente e responsável, princípios para atuação dos dirigentes de organizações públicas são fundamentais, considerados balizadores valores éticos e comportamentais de Honestidade, Integridade, Transparência, Altruísmo, Objetividade, Responsabilidade e Liderança (os 7 Princípios para a Vida Pública ou Princípios de Nolan). Isso dá a responsabilidade delegada à administração dos recursos públicos provenientes de impostos dos cidadãos.

Nardes et al. (2018) defende que a governança pública eficiente depende da criação de estruturas de gestão que integrem os princípios de responsabilidade e ética com o uso de ferramentas de controle e auditoria. A governança tem como objetivo garantir que os recursos públicos sejam aplicados de maneira eficiente, combatendo a corrupção e promovendo o desenvolvimento sustentável.

Segundo Zorzal (2015), a governança tem como função garantir que uma organização ou sociedade cumpram totalmente os seus propósitos, alcancem os resultados pretendidos para os cidadãos e usuários de serviços públicos e operem de uma forma ética, eficaz e eficiente. No século XXI, as cidades funcionam como um importante mecanismo de organização do desenvolvimento humano, que depende da interdependência comunitária e do aumento da eficiência no uso de recursos para garantir a sustentabilidade a longo prazo (RAVEN et al., 2019). Ao mesmo tempo, nossas cidades enfrentam uma série de desafios, como os problemas associados à rápida urbanização e densificação, as incertezas relacionadas às mudanças climáticas e o aumento das disparidades socioeconômicas (LEE et al. 2022).

O conceito de cidade inteligente é marcado pela ausência de uma definição clara e amplamente aceita, refletindo a complexidade e a multidimensionalidade do tema (MEIJER, BOLIVAR, 2015; MORA, 2018). Diferentes interpretações enfatizam

aspectos variados, como tecnologia, sustentabilidade, governança, inovação social e qualidade de vida, o que contribui para a falta de consenso sobre seu significado. Porém, o senso comum supõe como inteligente a cidade que incorpora a maior quantidade possível de TIC aos serviços prestados aos cidadãos.

Lazzaretti e outros autores (2019) afirmam, conjuntamente, que tornar uma cidade inteligente está emergindo como uma estratégia para mitigar os problemas gerados pelo crescimento da população urbana e pela rápida urbanização. Assim, as cidades caracterizadas como inteligentes tem como objetivo no seu planejamento estratégico municipal criar soluções inovadoras e sustentáveis para minimizar os grandes problemas urbanos acarretados pela modernidade.

Uma cidade pode ser considerada como cidade inteligente (*smart city*) quando há investimentos em capital social e humano, sem prejuízo de investimentos em transporte. Impulsiona, assim, o crescimento econômico sustentável, acarretando uma alta qualidade de vida, fazendo-se uma gestão inteligente dos recursos naturais por meio de governança participativa (MACHADO, 2023).

Iniciativas de cidades inteligentes emergem como potenciais soluções para os desafios urbanos contemporâneos, ao melhorar a nossa capacidade coletiva de planejar e responder a estes. Utilizam TICs para fortalecer o relacionamento do público com seu ambiente, melhorias em governança se tornam possíveis tanto em função quanto em forma (LEE et al., 202).

Em paralelo a esse conceito de governança pública e inovação, a Estônia buscou maneiras de agilizar sua economia e integração com a União Europeia. O caminho encontrado por essa nação do leste europeu foi a digitalização dos seus serviços públicos (ANTHES, 2015). Para isso, iniciou um processo de interoperabilidade entre os sistemas governamentais. Surgiu como resultado o projeto X-Road(<https://x-road.global/xroad-history>), uma camada de comunicação segura na Internet através da qual os participantes podem publicar serviços.

A Estônia emergiu como um caso de sucesso em transformação e governança digital, inspirando países ao redor do mundo. Ao adotar um governo eletrônico abrangente, o país não apenas modernizou seus serviços públicos, mas também se posicionou como um líder global no setor (BHAROSA, LIPS, DRAHEIM; 2020). A inclusão da Estônia no D9, um grupo de nações pioneiras em digitalização,

reforça essa posição e demonstra a crescente importância das chamadas “nações digitais” no cenário internacional.

O Brasil está em processo de amadurecimento no conceito de cidades inteligentes, e vários índices (Ranking Connected Smart Cities, Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades, Índice de Cidades Empreendedoras, Índice de Gestão Municipal e Smart City Index) que medem o nível de desenvolvimento e inteligência das cidades em áreas como tecnologia, sustentabilidade, qualidade de vida, governança e infraestrutura, orientando políticas públicas e fomentando o debate sobre inovação urbana. As capitais e cidades de médio porte, como Curitiba, São Paulo, Florianópolis e Campinas.

1.2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo explorar o uso da plataforma X-Road para a modernização da gestão pública das cidades, especialmente no contexto das cidades inteligentes no Brasil. Será apresentado um panorama sobre o conceito de cidade inteligente e seus indicadores do ranking brasileiro, em especial, os indicadores vinculados ao **Ranking Connected Smart Cities** (<https://www.urbansystems.com.br/rankingconnectedsmartcities>). Será dado enfoque na comparação entre o município de Campo Grande, que ocupa a 15ª posição no ranking nacional, com a cidade de Florianópolis, primeira classificada no referido ranking, considerada destaque nacional em 2024. Para gerenciar as variáveis dos seus indicadores é estratégico utilizar uma plataforma de governança dos dados. Nesse projeto, é apresentado como uma das alternativas o uso da plataforma X-Road, que possui funcionalidades e arquitetura com foco no uso em serviços de gestão para modernizar a governança pública.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A contextualização dos temas estratégicos deste trabalho em destaque Governança Pública e Cidades Inteligentes são apresentados no Capítulo 1, além dos objetivos e organização do texto.

No Capítulo 2, são apresentadas definições de cidades inteligentes de vários autores na literatura e explorado os indicadores no cenário brasileiro de cidades inteligentes e seu ranqueamento no Brasil. A partir dessa perspectiva, será traçado um panorama entre os indicadores das cidades de Campo Grande/MS e Florianópolis/SC, ocupante do primeiro lugar em 2024.

No Capítulo 3 é apresentada a plataforma X-road, sua origem e a forma como auxilia nas medidas de governança pública. Com isso, será possível indicar como uma das alternativas de interoperabilidade e transparência para uso no contexto brasileiro.

Por último, no Capítulo 4 são reunidos os parâmetros mostrados para que seja traçada a conclusão quanto aos aspectos discutidos na pesquisa. Também, são analisadas as possíveis dificuldades que podem surgir na implementação sugestionada. No fim, com o cenário estabelecido serão discutidos os trabalhos futuros que poderão ser realizados a partir desta pesquisa.

CAPÍTULO 2. CIDADES INTELIGENTES

2.1. DEFINIÇÕES

O termo “cidade inteligente” ainda não possui uma definição universalmente aceita e abrange diversas áreas do desenvolvimento urbano que envolvem o uso da tecnologia. Essa temática, em constante evolução, desperta o interesse de pesquisadores em todo o mundo, incluindo o Brasil (LIMA, et al. , 2023). Tem conotações diferentes em relação à área abordada, seja dimensão econômica ou de trabalho, geralmente é associado a cidades com um setor industrial “inteligente” que envolve algum tipo de tecnologia (GIFFINGER et al., 2007).

Em referência à área da educação, é usado para quantificar a inteligência da população em relação ao nível acadêmico dos cidadãos da cidade, em outro aspecto, é usado para descrever termos de governança relacionados a parte administrativa do governo com a agência dos cidadãos. Esse parâmetro qualifica a boa governança pública como um aspecto da criação de canais de comunicação com os cidadãos, o que geralmente leva em conta o uso dos meios eletrônicos. Nesse mesmo raciocínio, é utilizado para referenciar a qualidade e o uso de tecnologia no cotidiano dos cidadãos, envolvendo vários aspectos como mobilidade urbana, logística, energia, segurança, sustentabilidade e outros aspectos da vida urbana. A cidade inteligente tem como escopo a melhoria desses vários setores (GIFFINGER et al. , 2007).

Segundo Machado (2024, p.66), o conceito de **smart city** não é atrelado apenas aos aspectos econômicos, mas, em especial, aos aspectos de sustentabilidade e qualidade de vida, sendo a cidade inteligente um espaço em que há execução de políticas públicas interativas e que atendam às necessidades das pessoas.

Já Giffinger et al. (2007) defende que uma cidade inteligente tem bom desempenho e atua de forma prospectiva em economia, pessoas, governança, mobilidade, ambiente e condições de vida construídos sobre a combinação inteligente do interesse e atividades de cidadãos conscientes, independentes e aptos a tomar decisões.

Como exemplo, tem-se uma ocasião de grande relevância internacional que ocorreu na copa do mundo FIFA em 2014, realizada no Brasil, onde os projetos focados em monitoramento e segurança tomaram o cunho de grandes projetos de **smart city**. Não apenas em relação a esse monitoramento, mas outras áreas também foram abarcadas pelo conceito. Certas cidades utilizaram da denominação para contemplar projetos relacionados às energias renováveis e à adaptação da rede elétrica urbana, como é o caso da cidade de Armação dos Búzios (MACHADO, 2023).

Assim, dada a relevância da temática e seu impacto direto na realidade cotidiana da governança pública das cidades, vários estudos surgiram na tentativa de ranquear as cidades a partir de parâmetros que são identificados nas definições de cidades inteligentes. No presente trabalho, a referência adotada é o **Ranking Connected Smart Cities**, realizado pela empresa Urban Systems, publicado em seu relatório online de 2024 (<https://ranking.connectedsmartcities.com.br/>). Foi escolhido utilizar este ranking pois tem um histórico censitário de anos, transparência e documentação técnica e teórica dos indicadores envolvidos.

2.2. RANKING BRASILEIRO DE CIDADES INTELIGENTES

A empresa Urban Systems elaborou um estudo que classifica as cidades brasileiras em torno de 11 eixos, conforme apresentado na Figura 1: mobilidade, meio ambiente, empreendedorismo, educação, energia, governança, urbanismo, tecnologia e inovação, saúde, segurança e economia. A partir destes eixos, foram identificados 74 indicadores de desenvolvimento inteligente. Todos são baseados em informações públicas sobre os municípios estudados e agrupados por eixo para a classificação do ranking CSC.

Em 2024, o ranking de cidades inteligentes destaca Florianópolis como líder nacional no quesito de desenvolvimento inteligente, acompanhando o grande

crescimento das cidades da região sul e sudeste que dominam as melhores colocações. Em Mato Grosso do Sul, Campo Grande é apresentada como destaque pelo relatório, alcançando a 15ª posição geral do ranking com um grande crescimento comparado ao estudo de 2023, se consolidando como a 1ª na região Centro Oeste, ultrapassando Brasília, mostrando grande interesse em seu desenvolvimento como cidade inteligente. Será analisado como estes indicadores afetam as respectivas cidades.



Figura 1: Eixos de desenvolvimento de cidades inteligentes CSC
(<https://www.urbansystems.com.br/rankingconnectedsmartcities>, acesso em 2024)

Na Figura 2 é apresentada a classificação do município de Campo Grande em cada Eixo, sendo que o melhor índice está relacionado ao eixo Segurança (sétima posição nacional).

Começando pelo eixo da mobilidade (Campo Grande - 49ª posição nacional), os indicadores utilizados correspondem aos quesitos de acessibilidade, acesso a métodos de transporte públicos, qualidade e quantidade da frota de carros e das rodovias, além das emissões produzidas por veículos. Florianópolis é a 3ª colocada nesse quesito e destaca-se por contar com um alto índice de veículos de baixa emissão. Já em comparação com Campo Grande, essa encontra-se em 49º lugar. Detém a presença das inovações tecnológicas medidas no setor, porém ainda conta com veículos mais antigos que emitem mais gases poluentes. Além disso, possui quantidade inferior de ciclovias e conexões rodoviárias interestaduais, afetando alternativas de transporte.

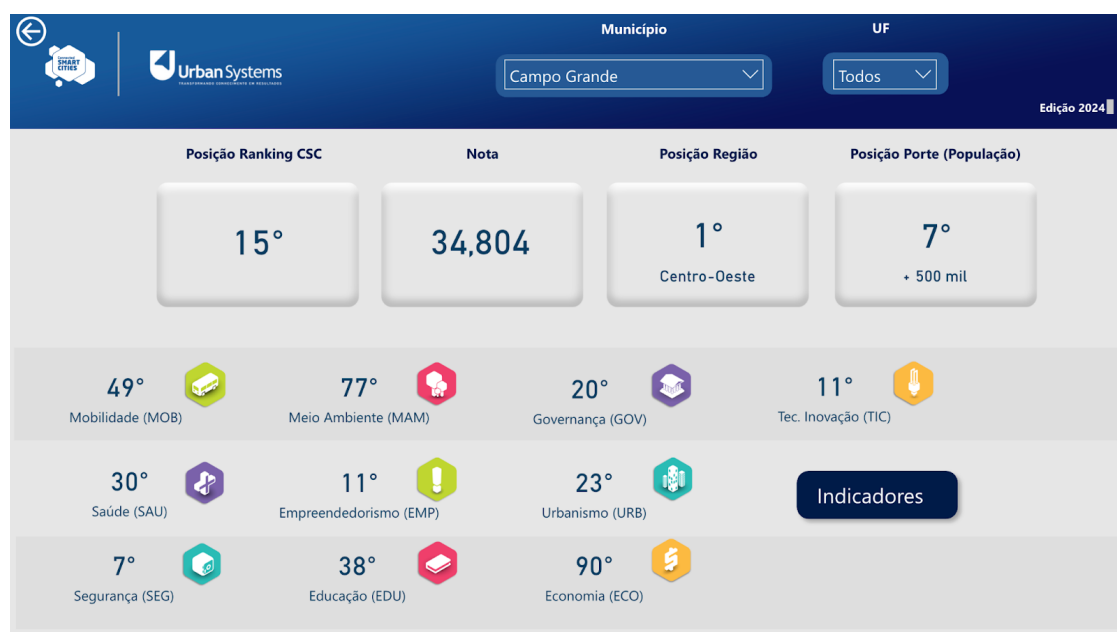


Figura 2: Classificação do município de Campo Grande no ranking CSC 2024.

No eixo do urbanismo (Campo Grande - 23ª posição nacional) os indicadores apontam sobre a infraestrutura da cidade, desde acesso àquela considerada básica como água e esgoto, o cumprimento de leis e regulamentações referentes ao cenário urbano e a densidade populacional. Este também enfatiza a importância do planejamento urbano no desenvolvimento de uma cidade inteligente pois possui impactos também em outros eixos. Dentro desse eixo, ao relacionar as cidades escolhidas percebe-se que ambas apresentam colocações próximas com Florianópolis em 22º e Campo Grande em 23º. Também possuem valores próximos em seus indicadores, apontando um bom planejamento urbano em ambas localidades

Em relação ao meio ambiente (Campo Grande - 77ª posição nacional), o estudo prioriza a infraestrutura local para o meio ambiente com seus indicadores, entre eles a coleta e tratamento de esgoto e resíduos, abastecimento de água e reciclagem. No ranking, a colocação das duas cidades destacadas faz com que seja perceptível a necessidade de investimento nesse eixo já que a representante do centro-oeste é a 77ª e a do Sul a sendo 67ª. Também, deve-se ressaltar o indicador

percentual da quantidade total de resíduos plásticos coletados na cidade, onde Campo Grande apresenta valores significativamente menores que Florianópolis.

No eixo tecnologia e inovação (Campo Grande - 11ª posição nacional), são utilizados 15 indicadores. Eles também são parâmetros em outras áreas de pesquisa, o que ressalta sua importância no conceito de cidade inteligente como catalisador de desenvolvimento. Esses postulam sobre a força de trabalho na área de tecnologia e inovação levando em consideração a quantidade de empresas e empregos, a formação de pessoas, a velocidade de conexão abordada pela fibra óptica e até a adoção de tecnologias em outros setores. Nesse ponto, a cidade de Florianópolis se classificou em 5º lugar, mostrando elevados avanços nos quesitos abrangidos pelo eixo. Já a capital do Mato Grosso do Sul ocupa o 11º lugar. Essas colocações trazem à tona a ideia de maior desenvolvimento de Florianópolis em relação à capital sul-mato-grossense, com base nos indicadores de crescimento de empresas de tecnologia, densidade da banda larga fixa, número de parques tecnológicos, percentual da força de trabalho ocupada no setor TIC e percentual dos trabalhadores formais com ensino superior. Essa diferença significativa indica que ainda há espaço para melhorias no polo tecnológico da capital sul-mato-grossense

A respeito da Saúde (Campo Grande - 30ª posição nacional), os indicadores têm como referência a infraestrutura tecnológica da saúde da cidade, adentrando nos indicadores de saneamento básico e atendimento ao cidadão. Dentro dessa perspectiva, a classificação do ranking também indica grande influência da região sudeste neste eixo, detendo 66 das cidades mais bem avaliadas quando comparados às 22 cidades da região sul e 9 da região centro-oeste. Florianópolis está em 4º e Campo Grande em 30º lugar. Ambas apresentam boas classificações neste setor, mas possuem cenários diferentes. A cidade do centro-oeste possui classificação melhor nos parâmetros de saneamento básico, como os de cobertura do serviço de coleta de resíduos e o índice de atendimento urbano ao esgoto. Outro fator a se considerar é a despesa municipal per capita paga com saúde. Nesse ponto Campo Grande apresenta um valor maior de R\$1847,51 quando comparado ao despendido pela capital de Santa Catarina que é R\$929, 23. Apesar disso, esta última apresenta resultados superiores em outros indicadores como os de leitos/mil habitantes, médicos/100 mil habitantes, óbitos/mil nascidos vivos, e o percentual da

cobertura populacional da equipe de saúde da família. Nota-se que há diferença nos cenários analisados.

No setor da segurança (Campo Grande - 7ª posição nacional), ambas cidades apresentaram alta colocação, com o 3º lugar para a capital catarinense e 7º para a capital sul-mato-grossense. O eixo conta com 6 indicadores, vale destacar para as duas o parâmetro mortes no Trânsito/100 mil habitantes, onde a primeira tem 9,9 e a segunda 17,4 óbitos por 100 mil habitantes.

O eixo da educação (Campo Grande - 38ª posição nacional) é um dos mais importantes para o desenvolvimento de cidadãos inteligentes. Ele contém 12 indicadores, com 11 feitos especificamente para medi-lo. Ao analisar as posições de Florianópolis (25º) e Campo Grande (38º), observam-se tanto semelhanças quanto diferenças significativas. Ambas apresentam esforços na área, porém se destacam em diferentes aspectos. A segunda tem destaque pelo maior número de dispositivos digitais por aluno, e por contar com um percentual elevado de profissionais da educação, representando 14,47% da força de trabalho em comparação a 6,68% da cidade Catarinense. Já Florianópolis investe mais por aluno, com uma despesa per capita em educação de R\$1.462,72 em relação ao despendido pela segunda, que é de R\$1136,10. Além disso, ao ser analisada a relação da quantidade de vagas em universidades públicas pela população com mais de 18 anos, a capital de Santa Catarina oferece um número superior com uma taxa de 26,16 vagas comparado aos 6,58 da capital sul-mato-grossense, indicando maior força no ensino superior.

No parâmetro da economia (Campo Grande - 90ª posição nacional), a Cidade de Florianópolis tem grande destaque em relação a Campo Grande, ocupando 7º e 90º lugar respectivamente. A primeira apresenta diferença significativa nos indicadores de crescimento de empresas de economia criativa e de tecnologia, empregabilidade e renda média dos trabalhadores formais. Apesar disso, Campo Grande está melhor nos indicadores de crescimento no número de empregos e empresas, independência do setor público e crescimento do PIB per capita. Os dados evidenciam contextos econômicos distintos entre as duas cidades.

No eixo do empreendedorismo (Campo Grande - 11ª posição nacional), que possui 5 indicadores, o município de Campo Grande é apresentado como um destaque em relação aos relatórios passados. Teve a elevação da posição 44ª em

2023 para a 11ª em 2024, como consequência seus indicadores se aproximam dos de Florianópolis, detentora da 8ª posição. A cidade representante do Centro-Oeste destacou-se por ter um parque tecnológico e 7 incubadoras de empresas, contra 2 e 3 da capital catarinense, respectivamente.

No quesito de Governança (Campo Grande - 20ª posição nacional), os indicadores abordam a transparência do município, participação social, nível de desenvolvimento municipal e de formação do gestor da cidade. A capital sul-mato-grossense tem o destaque, possuindo a classificação de 20º em comparação à 77º da capital catarinense. É importante destacar que dentre os indicadores está a presença de um aplicativo para atendimento ao cidadão, o qual não é utilizado em Florianópolis. Isso reforça o compromisso com a transparência e agilidade de informações e o engajamento da população. Também se destaca na Escala Brasil Transparente, tendo nota 10 em comparação com a nota 8, 95 da última.

Na Tabela 1 é apresentada uma comparação da classificação por eixo dos municípios Florianópolis e Campo Grande em relação ao ranking do ano de 2024, sendo que as maiores diferenças são relacionadas aos eixos economia, governança e mobilidade.

A partir destas informações do ranking, pode-se notar que Campo Grande apresenta boas métricas de uma cidade inteligente. Possui força em vários eixos e ainda supera a cidade do topo do ranking no parâmetro de governança. Também, é perceptível que a cidade faz uso das novas tecnologias em nível comparável às melhores cidades do ranking, mostrando manter-se adequada para as tendências globais de digitalização. No entanto, ainda apresenta fatores a serem aperfeiçoados para aumentar sua classificação como cidade inteligente, como a necessidade de melhorias nos setores de mobilidade, meio ambiente, saúde, economia e Tecnologia e inovação, a fim de aproximar-se da capital, classificada como nº 1 de cidade inteligente do Brasil.

Tabela 1: Comparação das cidades por eixo (Dados do ranking de cidades inteligentes da Urban Systems - 2024).

eixo / cidade	Florianópolis	Campo Grande	diferencial -
mobilidade	3º	49º	46º
urbanismo	22º	23º	1º
meio ambiente	67º	77º	10º
tecnologia	5º	11º	6º
segurança	3º	7º	4º
saúde	4º	30º	26º
educação	25º	38º	13º
economia	7º	90º	83º
empreendedorismo	8º	11º	3º
governança	77º	20º	57º

2.3. CONECTIVIDADE

O relatório da Urban Systems, além de classificar as cidades brasileiras, traz o “Conceito de Conectividade”, que é a relação existente entre os diversos setores analisados, e enfatiza que o desenvolvimento somente é alcançado quando os agentes de desenvolvimento da cidade compreendem o poder de conectividade dos indicadores entre os diversos setores da gestão e governança municipal.

O IBGP (2024) também favorece a ideia da interconexão entre sistemas de informação e comunicação, sendo um fator importante para facilitar a colaboração entre entidades do setor público. A compatibilização de sistemas, normas e padrões, sugere a importância da conectividade para a troca eficiente de informações e a integração de serviços. A colaboração entre instituições do setor público pode reduzir o desperdício de recursos e evitar a duplicidade na coleta de informação, melhorando a prestação dos serviços.

Neste contexto, é de extrema relevância a interconexão dos sistemas para uma governança pública inteligente. O atual cenário Brasileiro pode obter grandes benefícios ao realizar o mesmo com seus sistemas nas diferentes esferas de governo, municipal, estadual e federal.

Sobre o tema, o estudo "Interoperabilidade e Sistemas de Informações em Saúde: o que estamos publicando no Brasil?" (ÁVILA et. al., 2021) destacou a realidade dos sistemas de saúde. Apesar de muitos avanços, ainda persiste a recorrência de múltiplos retrabalhos na inclusão de informações nos Sistemas de Informações em Saúde (SIS) distintos.

O conceito de interoperabilidade é fundamental e estratégico para o desenvolvimento de cidades inteligentes. É definido como a capacidade de conectar diferentes sistemas e plataformas permitindo a criação de serviços integrados. Tem como consequência direta o aumento da eficiência da gestão pública e a melhora da qualidade de vida dos cidadãos.

O mundo busca uma governança pública eficiente e responsável, essencial o investimento em soluções tecnológicas que promovam padrões unificados e formalizem acordos de cooperação entre os diferentes atores envolvidos na construção de cidades inteligentes. Como será posteriormente apresentado no Capítulo 3, a experiência da Estônia com a plataforma X-Road indica esse potencial transformador da interoperabilidade para a criação de um governo digital eficiente e centrado no cidadão.

CAPÍTULO 3. PLATAFORMA X-ROAD

3.1. DEFINIÇÕES

Nos últimos anos, a tendência global é a governança centrada em serviços, com o Estado direcionando seus esforços para atender às necessidades dos cidadãos (<https://e-estonia.com/solutions/x-road-interoperability-se>). Essa tendência resultou em uma grande coleta de dados, os quais não são apenas armazenados, mas também integrados a planos estratégicos voltados para a geração de soluções baseadas nas informações fornecidas. Como resultado, são criadas e povoadas várias bases de dados em organizações governamentais.

A Estônia enfrentou vários desafios no cenário de desenvolvimento econômico, lidando com problemas de um passado conturbado (guerras) e definiu como missão estratégica se empenhar em buscar um lugar na comunidade internacional. Ficou evidente que superar essas dificuldades e alcançar esse objetivo exigia um governo visionário, digital e ágil (<https://x-road.global/xroad-history>).

No entanto, os bancos de dados da administração pública estoniana estavam isolados. Os registros de agências, ministérios e organizações eram realizados de forma independente, usando estruturas (*backend*) diferentes. Os sistemas tinham uma comunicação e interface sem um padrão consistente, fazendo com que a troca de dados fosse lenta e ineficiente. Adicionalmente, há a necessidade de proteger dados sensíveis para a segurança e comunicação eficiente entre as diversas entidades públicas.

Com isso, ficou evidente que os sistemas de informação governamentais não estavam aproveitando as oportunidades apresentadas pela evolução da internet e

sofriam de conectividade precária. Por isso, estabelecer novas conexões entre bancos de dados de forma segura e consistente era fundamental para cumprir seus objetivos de modernização (<https://x-road.global/xroad-history>).

Diante desse cenário, o governo iniciou o desenvolvimento da plataforma X-Road, um software de código aberto que funciona como um intermediário (*middleware*) para integrar sistemas, que criam uma camada de troca de dados segura e eficiente entre eles. Originalmente desenvolvido pelo governo local da Estônia, por volta dos anos 2000, como parte do projeto X-tee (X-Road), com o objetivo de atender às suas demandas internas de modernização, o X-Road se expandiu e gerou uma comunidade global de desenvolvimento, envolvendo governos e organizações ao redor do mundo (<https://x-road.global/>).

Esse projeto foi desenvolvido e, atualmente, é mantido pela NIIS (Nordic Institute for Interoperability Solutions), organização conjunta criada pelos governos da Estônia e Finlândia para promovê-lo. O objetivo desse instituto é ser uma rede/plataforma de cooperação que executa os desenvolvimentos de TI nos interesses comuns dos membros. Sua atuação tem um papel central na estrutura do X-Road, sendo responsável por decisões estratégicas e financiamento do projeto, o diferenciando de outros projetos de código aberto (<https://www.niis.org/>).

O objetivo central é criar um ecossistema de troca de dados unificado e seguro entre organizações para promover a interoperabilidade entre sistemas de informação e facilitar a digitalização e acesso aos serviços. Tudo isso culmina em uma proposta de fomentar uma comunidade de desenvolvimento para iniciativas de governança aberta baseadas na plataforma (*framework*) do software X-road, tanto no setor público como no privado (ROBLES, GAMALIELSSON, LUNDELL; 2019).

A plataforma promove a reutilização de dados entre as organizações, evitando a duplicação de informações e garantindo a consistência dos dados compartilhados. Ao eliminar a necessidade de cada órgão ou instituição da Estônia coletar os mesmos dados, o X-Road simplifica os processos e reduz a carga de trabalho, tanto para as instituições quanto para os cidadãos. Essa abordagem contribui para a criação de serviços mais eficientes e personalizados, beneficiando todos os envolvidos (KUD, 2021, p.201).

O X-road implementou um framework (Figura 3) que usa uma série de servidores seguros, usados como ponto de acesso a rede segura, e toda a comunicação entre os membros da rede. Os servidores são cadastrados e verificados por uma autoridade certificadora (CA), e permite a comunicação entre estes. Por fim, esses são utilizados por instituições ou organizações para publicarem seus serviços conforme os padrões da plataforma, usando certificados de **Transport Layer Security** (TLS) e carimbos de tempo na transmissão dos dados entre estes servidores. Desta forma, as informações e atualizações dos serviços podem ser visualizadas na conexão de forma eficaz (<https://x-road.global/>).

Na Figura 3 é apresentado o framework X-Road como implementado na Estônia, demonstrando a conexão de vários serviços, tanto públicos como privados. Inicialmente, é realizada a conexão aos servidores seguros, e por meio destes se comunicam na rede segura X-Road. Destaca-se também, a presença da autoridade certificadora e o centro de operações da rede X-Road.

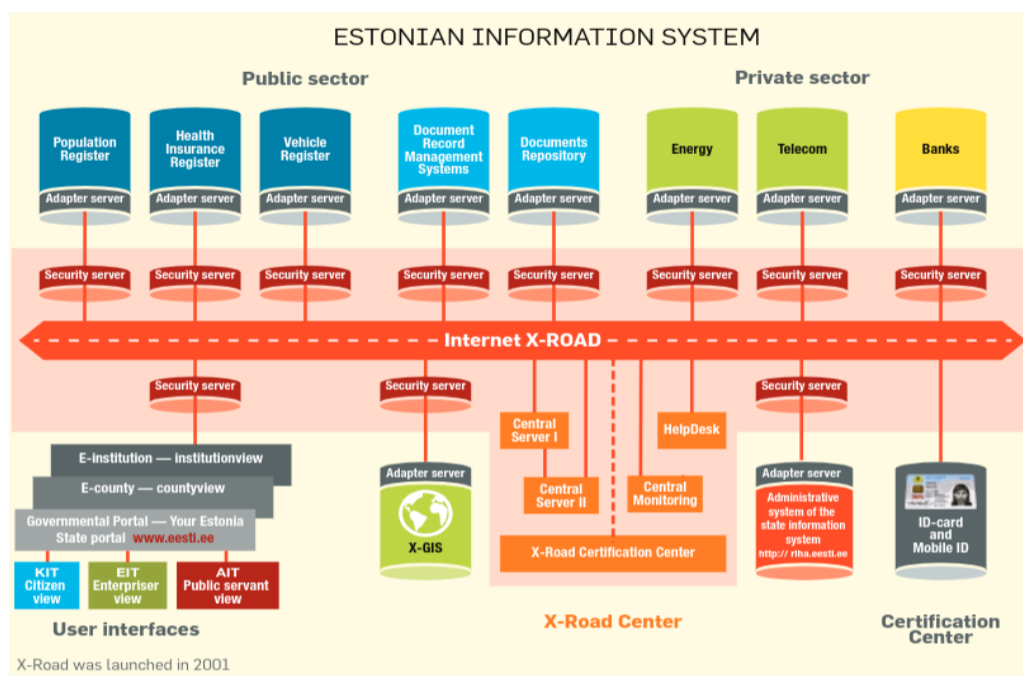


Figura 3: Sistema de informação Estoniano com X-road (ANTHES , 2015 , p.1)

De acordo com a Figura 4, o ecossistema X-Road consiste em 3 entidades. O primeiro é o operador X-road, proprietário do sistema que regula sua funcionalidade, práticas, padrões, cadastra novos membros e serviços e opera componentes

centrais do sistema. O segundo são os provedores de serviços confiáveis. São organizações que provêm serviços que garantem a segurança das informações no sistema. Podem ser organizações terceirizadas com dois tipos de serviço. O primeiro TSA (**Time Stamping Authority**), regula a transmissão dos dados e adiciona o controle do tempo. Já o segundo, CA (**Certification Authority**), é um serviço que deve ser confiável e certifica a segurança validando as organizações e pontos de acesso ao ecossistema. O terceiro são os membros, organizações que entram e utilizam o sistema. Eles publicam os seus dados e serviços para os pontos de acesso, os servidores seguros, a fim de que a comunicação seja feita pela internet de forma confiável e diretamente até outro ponto de acesso, local em que o outro membro pode acessar.

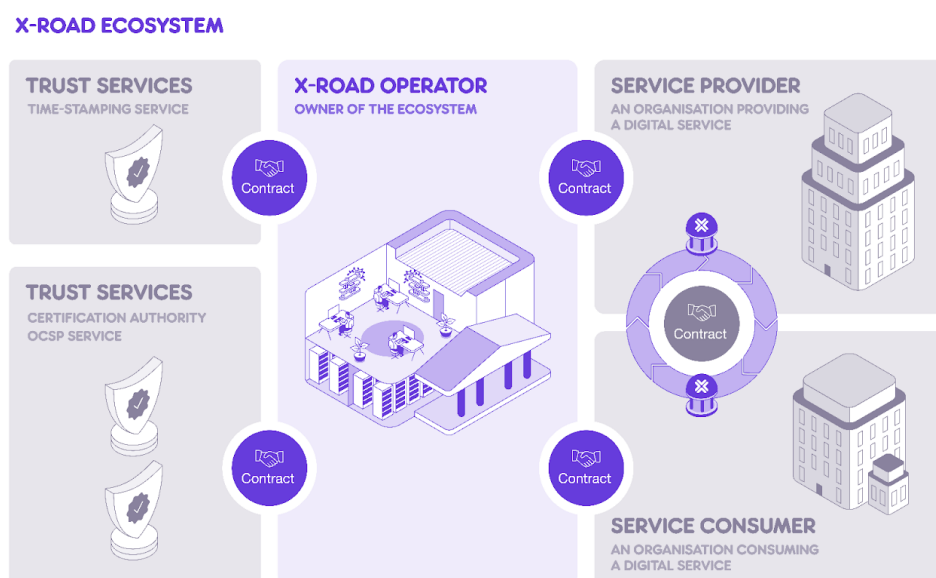


Figura 4: Membros do ecossistema X-Road
(<https://x-road.thinkific.com/courses/take/x-road-fundamentals/texts/21157676-organisational-model>. Acesso em 2024)

Inicialmente, a plataforma foi criada para utilizar serviços SOAP/WSDL mais comuns na época. Porém, atualmente estes já suportam a utilização de serviços e APIs do padrão REST/OpenAPI3. Deve-se ressaltar que inicialmente não foi

projetada para microserviços e aplicações **cloud based**. De qualquer maneira, foram incluídas ao longo do tempo (ALENCAR et. al, 2022, p.2).

Com a organização destes integrantes do ecossistema e cadastro dos pontos de acesso seguros, as organizações conseguem transmitir seguramente suas informações usando protocolos e padrões específicos por meio da internet. Logo, tem-se a criação de um ambiente ágil de colaboração construtiva.

Há também vários princípios importantes que norteiam o ambiente. O princípio de design descentralizado garante que a comunicação entre duas organizações aconteça diretamente e sem intermediários. Afinal, se a conexão foi estabelecida e é segura irá depender apenas da disponibilidade das organizações e a rede entre elas (https://docs.x-road.global/Architecture/arc-g_x-road_architecture.html#11-overview).

A natureza descentralizada é parte fundamental para a sua segurança na plataforma X-Road. Ao distribuir seus serviços e dados, é necessário tratar a ocorrência de riscos inerentes aos serviços de informação. Com os dados distribuídos, é eliminada a criação de um ponto crítico do sistema, onde, no caso de falhas, tanto por ataques externos ou por falhas naturais, o sistema consegue se recuperar e manter em funcionamento, trazendo uma alta disponibilidade para a plataforma.

Este fator já foi demonstrado em 2007, quando a plataforma X-road sofreu uma série de ataques DDoS (**denial-of-service**) (ANTHES, 2015). Ocorreu a queda dos sites do parlamento estoniano e outras agências governamentais além de bancos, jornais e emissoras de televisão. Sua natureza altamente descentralizada permitiu isolar os atacantes e contê-los antes que causasse danos generalizados.

Essa descentralização também auxilia na autonomia das organizações dentro do sistema, pois permite que elas formem um controle de acesso granular, onde cada uma que adentra a plataforma define seus próprios controles de acesso, evitando o uso errôneo das informações. A distribuição dos dados também previne em casos de abuso de poder por parte de qualquer entidade. Isso ocorre devido a distribuição do controle e da autoridade entre os membros da plataforma impedirem que uma única entidade domine o sistema ou utilize os dados para seus próprios fins. Desse modo, são favorecidos a transparência e o uso consciente dos dados.

Outra vantagem do design do X-Road é a utilização de todos os dados como evidência digital. Ou seja, todas as mensagens da plataforma devem estar aptas a receberem um selo digital. No caso padrão de uso é utilizado o selo eIDAS (**electronic IDentification, Authentication and trust Services**), o que implica o suporte para SSCDs (**secure signature creation devices**) para identificação. Além disso, o proprietário dos dados não se altera durante a transmissão desses, mantendo o seu controle quanto ao acesso, fator importante para organizações (https://docs.x-road.global/Architecture/arc-g_x-road_architecture.html#11-overview).

A plataforma também foi construída conforme princípios da transformação digital da Estônia. Um dos princípios é o suporte descontinuado para sistemas legados, com mais de 13 anos, e outro a adoção do princípio do compartilhamento único, onde organizações e cidadãos só precisam compartilhar a informação uma única vez, e esses dados estarão disponíveis pelo sistema para todas as organizações e agências permitidas.

Vale ressaltar que a colaboração internacional se mostrou fundamental para o desenvolvimento contínuo da solução do X-Road. A parceria entre Tallinn e Helsinque, no âmbito da NIIS, reforçou o potencial de cooperação transfronteiriça para impulsionar a inovação nas tecnologias governamentais. A expansão dessa iniciativa para outros países, como realizada pelo governo da Islândia, não apenas fortalece o X-Road em nível nacional, mas também contribui para o desenvolvimento de soluções globais de interoperabilidade, beneficiando todos os países participantes (<https://x-road.global/>).

3.2. X-ROAD PARA GOVERNANÇA DE CIDADES INTELIGENTES

Dentro do presente trabalho, foram identificadas as seguintes características benéficas para uso do X-Road na gestão dos serviços públicos para governança de um município ou estado:

- **Segurança e confidencialidade:** visa garantir a segurança de todos na comunicação entre as organizações. São utilizados certificados digitais emitidos por uma unidade autenticadora (CA) confiável para verificar e cadastrar cada organização e pontos de acesso à rede. Todos os dados são

assinados digitalmente e criptografados, buscando a sua confiabilidade, autenticidade e integridade;

- Interoperabilidade e integração: com a segurança estabelecida, tem como princípio proporcionar a comunicação eficiente entre as várias organizações com sistemas heterogêneos. Desse modo, auxilia na integração de serviços ao adotar padrões abertos e amplamente utilizados. Além de, também, buscar integrar novas tecnologias em seu ecossistema conforme o desenvolvimento;
- Transparência e monitoramento: tem como base o fornecimento de relatórios, documentações, além de recursos de monitoramento sobre os dados e serviços no ecossistema X-road, como selos digitais. Assim, auxilia no processo de identificação de erros e dependências, contribuindo para a auditoria do uso dos serviços;
- Comunidade: o projeto tem como um de seus pilares criar uma comunidade de **stakeholders** do setor público e privado, incluindo cidadãos, em torno do X-Road; e
- Atualizabilidade: possui o foco em criar um ambiente confiável para atualizações de segurança e integração de novas tecnologias, caso se julgue necessário. Um atributo estratégico para qualquer sistema que precise se adaptar continuamente às mudanças internas e externas, promovendo longevidade e eficiência.

Partindo desta estrutura formada, com a implementação do X-road, a Estônia trouxe seus serviços para a era digital, tornando-se o país de referência nos quesitos de governança digital. Isso garante que pelo menos 99% de seus serviços públicos sejam prestados de forma online, além de disponíveis 24 horas por dia, com a exclusão apenas em procedimentos de divórcio, que está sendo digitalizado em 2024. Segundo o governo, isso traz uma economia de por volta de 1.400 anos em horas de trabalho anualmente. Essa economia de tempo, por sua vez, contribui para a criação de um ambiente mais propício para o desenvolvimento de negócios empreendedores e inovadores (<https://e-estonia.com/solutions/e-governance>).

Vale ressaltar que a confiança do público estoniano no governo desempenhou um papel crucial na implementação bem-sucedida do X-Road. Atualmente, esta política está enraizada na cultura e história do país, permitindo que o governo implemente novos sistemas de dados compartilhados que são amplamente utilizados e confiados pelos cidadãos atualmente (ANTHES, 2015).

Prova de toda essa revolução digital, é o fato da criação de uma identidade digital única para cada cidadão Estoniano chamada e-ID, serve como chave de acesso a todos os serviços eletrônicos do governo e permite acesso às informações pertinentes ao cidadão no sistema X-road. É usada, também, como meio de autenticação na plataforma, permitindo o uso de assinaturas digitais para todos os serviços (<https://e-estonia.com/solutions/>).

O uso do e-ID se tornou ponto essencial na vida dos cidadãos estonianos, sendo disponível por meio de aplicativos no meio digital, e acompanha um cartão físico, se houver necessidade. Este sistema nacional de cartão de identidade é conhecido como um dos mais desenvolvido do mundo, usando um chip que contém arquivos incorporados utilizando criptografia de chave pública ECC de 384 bits, sendo utilizada como prova definitiva de identidade em um ambiente eletrônico. Pode ser usado de várias maneiras, como meio de identificação legal para a União Europeia, como cartão nacional de seguro de saúde, identificação para acesso bancário, votação eletrônica, abertura de empresa, dentre outros usos. (<https://e-estonia.com/solutions/estonian-e-identity/id-card/>).

Desse modo, um cidadão pode facilmente acessar as suas informações públicas de forma personalizada. Tem disponível para sua consulta áreas como acesso a informações médicas, acadêmicas, bancárias. Como também, de acesso a variados outros serviços públicos e alguns serviços privados cadastrados na rede, nas áreas de mobilidade, telecomunicação, energia, entre outros. Isso é possibilitado pela extensa conexão das bases de dados nacionais, além de uma segura identificação e assinatura digital.

As assinaturas digitais são amplamente utilizadas no governo da Estônia e confiáveis, sendo preferidas às assinaturas digitais do que as em papel. Além disso, estima-se que as assinaturas digitais economizam 2% do PIB do país, ou US\$500 milhões por ano. O sistema de imposto de renda eletrônico, juntamente com o

acesso do X-Road a múltiplos bancos de dados do governo e do setor privado, tornou a declaração de impostos mais simples, bastando alguns cliques para preencher e enviar as informações (ANTHES, 2015).

Além da tecnologia e da arquitetura, o ecossistema digital da Estônia é fortemente regulamentado por instrumentos legais que fornecem o arcabouço para a segurança e a proteção dos dados pessoais armazenados no Registro de População e outros repositórios de dados governamentais relevantes (VASSIL, 2016).

O X-road também impulsionou o desenvolvimento de serviços inovadores em outros setores. Na área da saúde, a plataforma possibilitou a criação do registro eletrônico de saúde (**e-health record**), um banco de dados nacional centralizado que reúne todas as informações médicas dos cidadãos estonianos. Essa base é alimentada por diversos provedores de saúde, garantindo uma visão completa e personalizada do histórico médico de cada indivíduo, todos concentrados em um único arquivo digital. Para garantir a segurança e a privacidade dos dados, o acesso ao registro eletrônico de saúde é restrito e criptografado, sendo permitido apenas ao próprio cidadão. No caso de menores de 18 anos, os pais podem compartilhar o acesso às informações (<https://e-estonia.com/solutions/e-health/e-health-records/>).

Essa solução traz inúmeros benefícios tanto para os cidadãos quanto aos profissionais de saúde. Os pacientes podem acompanhar seu histórico médico de forma mais fácil e segura, enquanto os profissionais têm acesso rápido e simplificado a todas as informações relevantes, como resultados de exames (inclusive imagens médicas) e histórico de tratamentos. Essa agilidade na obtenção de informações permite um atendimento mais eficiente e preciso, mesmo em regiões remotas do país, contribuindo para a melhoria da qualidade da assistência médica.

No ambiente da educação, com o objetivo de preparar a população para a sociedade digital, o Estado, em parceria com o setor privado, implementou diversas iniciativas educacionais. Essas ações incluem a oferta de programas de formação em tecnologia e a disponibilização de recursos tecnológicos para escolas e universidades, visando garantir um ensino de qualidade e promover a inclusão digital. A importância dessas iniciativas ficou evidente, por exemplo, durante a

pandemia de COVID-19. Graças à ampla adoção de plataformas digitais como eKool e Studium, cerca de 95% das escolas estonianas conseguiram rapidamente migrar para o ensino remoto, facilitando a colaboração entre professores, alunos e pais

(https://e-estonia.com/solutions/education_and_research/school_management_systems/).

No setor da mobilidade urbana, a Estônia assumiu a liderança no estabelecimento de uma estrutura para soluções de transporte rodoviário sem papel, padronizadas e de uso universal. Foi implementada uma infraestrutura de transporte inteligente e digitalizada, capaz de se comunicar com veículos e dispositivos inteligentes dos usuários. Atualmente, existem faixas de pedestres inteligentes, paradas de ônibus inteligentes, pavimentos inteligentes e outras tecnologias em uso para tornar o trânsito mais suave e seguro para todos. O ideal é que toda pessoa na Estônia possa se locomover convenientemente sem precisar de um carro próprio. Está em andamento um trabalho para integrar o transporte público, a micromobilidade e outros modos de transporte, a fim de oferecer às pessoas opções alternativas, confortáveis de usar, além de serem benéficas para o meio ambiente.

Nesse mesmo tema, tem sido pioneira na implementação de tecnologias de transporte avançadas. Em 2016, foi um dos primeiros do mundo a legalizar os testes de veículos autônomos em vias públicas. Desde então, ônibus autônomos de nível 4 têm circulado em cidades estonianas. Em 2021, concedeu a primeira licença para um veículo autônomo não tripulado e lançou o primeiro veículo autônomo a hidrogênio do mundo. Além disso, as cidades maiores estão se preparando para implementar o MaaS (Mobilidade como Serviço), integrando diferentes modos de transporte para oferecer opções convenientes aos usuários. A utilização de cartões bancários sem contato também está amplamente disseminado no sistema de transporte público, eliminando a necessidade de bilhetagem tradicional e facilitando o pagamento das tarifas (<https://e-estonia.com/solutions/smart-city-and-mobility/intelligent-transportation-%e2%80%a8systems/>).

No eixo da governança, a criação de um ambiente digital seguro auxilia na transparência governamental. Com soluções tecnológicas para administração

estatal (e-Administration), serviços eletrônicos tanto para fomentar a participação cidadã nos processos de tomada de decisão (e-Participation) e em processos governamentais burocráticos (e-Tax, e-Residency e i-Voting, entre outros), melhoram significativamente a experiência do cidadão. Por isso, facilita o acesso a serviços públicos e torna a relação com o governo mais ágil e satisfatória. Com o objetivo de modernizar e renovar seus sistemas de informação, o governo criou um ambiente governamental em nuvem por meio de uma parceria entre o setor público, representado pelo RIKS (State Infocommunication Foundation), e o setor privado, com a participação de empresas como Cybernetica, Dell EMC, Ericsson, OpenNode e Telia (<https://e-estonia.com/solutions/e-governance/e-services-registries/>).

De acordo com Santiago Gil, Zapata-Madrigal e Rodolfo García-Sierra (2021), a plataforma X-Road é uma ferramenta valiosa para a implementação de dados abertos em sistemas elétricos. Destacam que o X-Road oferece uma camada segura e interoperável adequada para a comunicação em redes de grande escala, fato particularmente relevante para a gestão de dados em redes inteligentes. A sua capacidade em gerenciar privilégios, regras e estruturas para conectar instituições, máquinas e pessoas em diferentes canais o torna uma solução eficaz para a troca de dados em sistemas elétricos, promovendo a integração com estratégias de cidades inteligentes e governança aberta.

Dentro da realidade da Estônia, o sistema x-Road é usado como fundação para as suas medidas de digitalização. Apesar disso, a transformação digital só foi possível com o investimento contínuo na área, que vai além da implementação da plataforma, e mostra a dedicação em seu objetivo de modernização.

A plataforma tem contribuído significativamente para o sucesso de sua capital Tallinn como cidade inteligente. A capital, que ocupa a 24^a posição no Índice de Cidades Inteligentes do IMD de 2024 ([IMD Smart City Index de 2024](#)), demonstra ser catalisadora da inovação e transformação digital nos termos de cidades inteligentes. O ranque do IMD reconhece os seus esforços em integrar tecnologias digitais em todos os aspectos da vida urbana, e o X-Road desempenha um papel central nessa transformação. (<https://www.imd.org/entity-profile/tallinn/>)

Nesse contexto, a transformação dos serviços públicos utilizando os meios digitais na Estônia demonstra o compromisso do governo em seguir os princípios

que regem a vida pública, tais como, honestidade, integridade, transparência, objetividade, responsabilidade e liderança.

3.3. X-ROAD NO BRASIL

A interoperabilidade de sistemas, evidenciada pelo caso da Estônia, é fundamental para o avanço da governança nas cidades inteligentes. Ao integrar dados de diversas fontes, é possível otimizar serviços públicos e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, um caminho que o Brasil também deveria seguir.

Diante desse cenário, a busca por soluções de interoperabilidade ganhou destaque no Brasil, com diversos estudos explorando os variados desafios enfrentados pelos governos na integração de dados e informações (BATISTA; SILVA; MIRANDA, 2013). A estratégia de construção de um governo digital no Brasil teve início na década de 2000 (FILGUEIRAS; FLÁVIO; PALLOTI, 2019; ÁVILA; LANZA; VALOTTO, 2021), e sendo estruturado desde então, com um marco legal consolidado a partir dos anos 2010.

Com o advento de legislações como a Lei de Acesso à Informação (LAI - 12.527/2011), que garante o direito dos cidadãos de acessar informações públicas, o Código de Defesa do Usuário do Serviço Público (CDU - 13.460/2017), estabelecendo os direitos dos usuários dos serviços públicos, e a Lei do Governo Digital e da Eficiência Pública (LGD - 14.129/2021), que define os princípios e diretrizes para a modernização da gestão pública, foi estabelecido um arcabouço legal para o desenvolvimento de infraestrutura tecnológica no setor público que impulsionou a transformação digital do país.

Diante dos desafios de integrar dados e informações em um cenário de crescente volume de dados, foi proposto pela LGD uma solução que busca lidar com as informações e promover a interoperabilidade entre sistemas e serviços no Brasil, com a criação da Base Nacional de Serviços Públicos (BNSP). Essa proposta tem como objetivo centralizar informações sobre a oferta de serviços públicos de prestadores, possibilitando a criação de novas soluções com acesso a dados em escala federal.

Um dos projetos estratégicos do governo brasileiro é o Portal Gov.br (<https://www.gov.br/pt-br>), vigente desde 2011, o repositório principal de informações sobre serviços públicos (Figura 5) usados atualmente no país, disponibilizando informações sobre serviços federais e de oito governos estaduais, atuando em conformidade com a BNSP.

Diante desse cenário, a busca por soluções de interoperabilidade ganhou destaque no Brasil, com diversos estudos explorando os desafios enfrentados pelos governos na integração de dados e informações (BATISTA; SILVA; MIRANDA, 2013).

Em relação à solução estudada, o projeto X-via busca adaptar a plataforma X-Road para realidade de uma região brasileira. A X-via é uma empresa do grupo RW3 Tecnologia, que atua no Brasil, especializada em criar soluções tecnológicas para facilitar o dia a dia do cidadão e otimizar a gestão pública (<https://www.xvia.com.br/>). A empresa, com filial em Tallinn, iniciou um processo de adequação da plataforma X-road para o cenário nacional, especialmente adequando as legislações específicas de cada órgão e empresas públicas. Apesar do grande porte territorial do país, já está implementando casos de sucesso nos estados do Mato Grosso, Piauí e Amapá.

Serviços para você



Figura 5: Serviços do Portal gov.br (acesso em 8 de dezembro de 2024).

No artigo proposto "XVIA-MT: implantação de uma alternativa viável de Integrar o Brasil" (CAMPOS et al., 2022), é apresentada a participação do grupo RW3 tecnologia e traz o processo do Estado do Mato Grosso na adoção da plataforma X-road em colaboração com a empresa. O projeto tem como objetivo a integração de serviços públicos e a promoção da comunicação entre diferentes órgãos governamentais.

Culminou como resultado uma atualização do aplicativo MT Cidadão, principal canal de acesso digital no estado. Antigamente, a solução enfrentava problemas por necessitar de uma inserção em série de dados, advindas de diversas organizações públicas, dificultando a atualização e criando demoras na inserção e agregação de informações. Com a integração deste a plataforma, o gerenciamento desses dados em conexão de vários institutos se tornou mais eficiente e proativa.

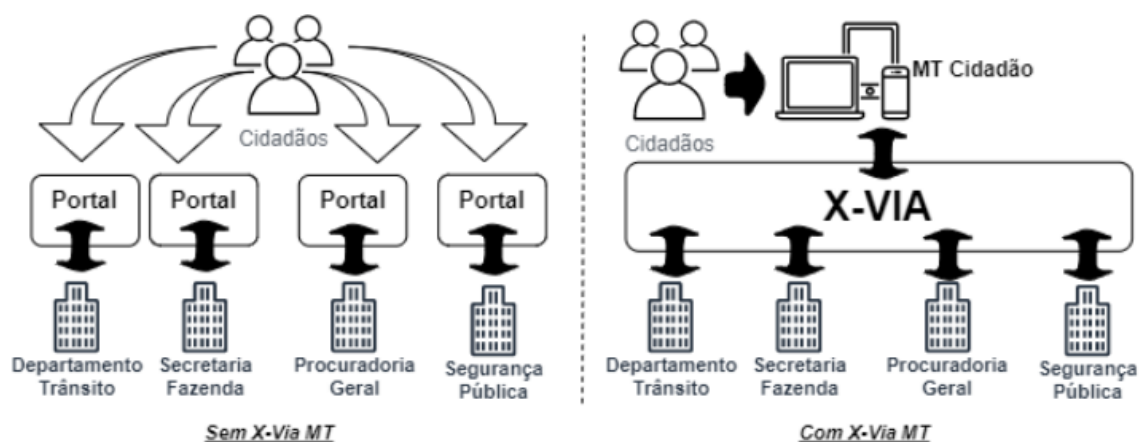


Figura 6: Perspectiva das alterações do X-VIA no aplicativo MT cidadão (Campos et al., 2022 , p. 6)

Na Figura 6 é apresentado o impacto da implementação do sistema X-VIA no aplicativo MT Cidadão. Onde antes era necessário acessar portais diferentes para acessar e inserir informações, agora é possível fazer o mesmo em apenas um local com a aplicação. O estudo traz consigo a compreensão que a implementação da rede X-via MT auxilia em problemas de burocracia, inviabilidade técnica nos

protocolos de integração e insegurança dos gestores de tecnologia ao compartilhar dados. Isso demonstra a importância de soluções como a rede X-via MT para modernizar a gestão pública, facilitando o acesso a dados e serviços e melhorando a qualidade do atendimento ao cidadão.

A solução utilizada define a participação da empresa X-Via MT como operador X-road, responsável pela gestão do ecossistema, controlando quem tem permissão para se juntar à comunidade, além de definir os regulamentos e práticas que o ecossistema deve seguir, sendo um forte colaborador local.

A solução X-road apesar de apresentarem diferentes métodos que os postuladas no BNSP, principalmente pelo uso de uma estrutura descentralizada, provou ser uma boa fundação para estabelecer a conectividade no setor público nacional, abrindo caminho para a implementação de novas soluções e serviços digitais e colocando o Brasil em linha com as práticas internacionais de governança digital internacionais (CAMPOS et al., 2022).

CAPÍTULO 4. CONCLUSÕES

4.1. DESAFIOS

O projeto de expansão e fortalecimento das cidades inteligentes no Brasil é um desafio estratégico e sustentável, pois a urbanização avança e os desafios urbanos se intensificam, e isso requer uma grande mudança na atuação baseada na tecnologia e sua conexão entre setores governamentais e entre cidadãos . O uso acelerado de tecnologia da informação trouxe a necessidade de conectar sistemas e serviços, com isso medidas de interoperabilidade foram desenvolvidas por volta do mundo como a plataforma GOV.UK na Inglaterra, *India Stack* na Índia e Diia na Ucrânia (KUD,2023).

O presente trabalho apresenta uma revisão do uso da plataforma X-road, desenvolvida na Estônia, como um fator de conectividade para alcançar desenvolvimento no contexto de cidades inteligentes, sendo uma das soluções com maior tempo em uso no mundo, e de uso livre, sendo muito bem avaliada pela comunidade internacional.

A adoção do sistema X-road, ao passo que traz grandes benefícios de comunicação e interoperabilidade de serviços, traz também desafios para uma adoção em novos ambientes. O desenvolvimento da plataforma com foco em sistemas relativamente recentes, visando o uso em sistemas com até 13 anos de funcionamento, implica em uma exclusão de um amplo espectro de cenários nos quais a presença de sistemas legados é marcante. Essa escolha de design pode

limitar a aplicabilidade da solução em diversos contextos nacionais, demandando investimentos substanciais em modernização tecnológica.

A estrutura descentralizada pode entrar em conflito com uma parcela significativa dos serviços já existentes, que já se utilizam de uma estrutura centralizada de dados, sendo necessária atualização de normativas e leis para a total reestruturação em manter a consistência dos serviços. Ademais, o processo de migração de dados pode ser complexo e demorado, impactando diretamente a continuidade dos serviços, o que causa mais investimentos na área para se adequar a plataforma.

Além disso, Jan Williamson, em seu artigo na publicação *Estonian information society yearbook 2011/2012*(<https://www.digar.ee/arhiiv/et/raamatud/51716>) , ressalta dois pré-requisitos para uma adoção eficaz do X-road. O primeiro é a existência de uma organização para coordenar as informações com o Estado. A estrutura governamental e sua administração requerem uma estrutura organizacional separada para manter o sistema altamente seguro e incitar outras organizações governamentais a adentrar com os padrões do X-road em seus sistemas. Para alcançar tal meta, é imperativo um grande alcance de relações públicas, tanto para a criação de uma instituição com este propósito, ou para a adaptação dessa função para um órgão já existente, como, por exemplo, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) ou a Secretaria de Governo *Digital* (SGD) .

O segundo requisito é a existência de um colaborador local capacitado, sendo articulador fundamental identificado na adoção da plataforma em outros países. Esta entidade colaboradora, do setor privado ou do público, deve ter conhecimento sobre os sistemas X-road e implementações deste, e devem poder comunicar de maneira informada e politicamente correta com os entes capazes de tomar estas decisões políticas.

A eficácia da plataforma, como proporcionador de interoperabilidade, aumenta proporcionalmente à sua adoção, como demonstrado no caso da Estônia e Finlândia. No contexto brasileiro, dada a vasta extensão territorial e a diversidade dos estados, a sua implementação exige um esforço político considerável para

promover a colaboração entre as diferentes entidades e a interoperabilidade de seus serviços e dados.

Na situação da cidade de Campo Grande-MS, a implementação de tal plataforma pode ser favorecida pelo fato de já estar presente em seu estado vizinho, Mato Grosso. Como consequência, se isso ocorrer, facilitará a comunicação efetiva entre os dois estados e fortalecerá a integração regional, promovendo o desenvolvimento econômico, social e a otimização da gestão pública em ambas as regiões do Pantanal brasileiro.

4.2. TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento nos parâmetros de cidades inteligentes se tornou um fator importante para a governança pública brasileira, havendo a criação de vários projetos de inovação no gerenciamento público como a cidade inteligente de Florianópolis no estado de Santa Catarina (YIGITCANLAR et al., 2018) e projetos que visam a sustentabilidade como a cidade inteligente de búzios (MACHADO, 2023) e **smart city Laguna** (MARTINS; CORREIA, 2015), ambos no Rio de Janeiro.

A cidade de Campo Grande apresenta fortes indicadores nos parâmetros de cidade inteligentes, em destaque, eixo governança. Esta detém a infraestrutura tecnológica para o desenvolvimento na era digital. Assim, como resultado deste trabalho é defendido o uso da plataforma X-Road como uma ferramenta de interoperabilidade dos seus serviços públicos e ferramentas de administração, alavancando sua percepção e reputação no cenário nacional. Dessa forma, ao impulsionar a conectividade entre os dados e órgãos públicos, pode-se utilizar essa força de seu eixo da governança para promover o desenvolvimento das áreas de mobilidade, meio ambiente, tecnologia e inovação, saúde e economia, mencionados no Capítulo 2.

Vale destacar que a adequação do X-Road na cidade é apenas o passo inicial na criação de uma estrutura de desenvolvimento digital, que acarretará um esforço constante de atualização e criação de métodos e serviços novos para a cidade, além de iniciativas para a colaboração e participação dos cidadãos neste.

A adoção da plataforma pode desencadear a colaboração com o setor privado, tanto na busca de colaboradores capacitados, como no caso do XVIA,

quanto para integrar os serviços privados com os serviços públicos, tornando-os mais eficientes e personalizados, beneficiando todos os parceiros, e o cidadão principalmente. Exemplos de processos que podem se beneficiar são a emissão de documentos digitais, agendamento de consultas médicas online e acesso a informações públicas e serviços proprietários como o MT cidadão.

Assim, o X-Road se apresenta como um caminho viável e promissor para a governança digital no Brasil, possibilitando a criação de cidades mais inteligentes e transparentes, objetivando melhorar os indicadores de Campo Grande nos rankings nacionais e internacionais de Cidades Inteligentes.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, J. M. U.; MAGALHÃES, R. P.; VASCONCELOS, D. R.; CHAVES, S. B.; OLIVEIRA, J. V. C.; BESSA, A. T.; RODRIGUES, E. M. Comparação de Desempenho entre Soluções de Interoperabilidade. In: **WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO APLICADA EM GOVERNO ELETRÔNICO (WCGE)**, 10. , 2022, Niterói. **Anais [. . .]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação. p. 25-36. ISSN 2763-8723. DOI: <https://doi.org/10.5753/wcge.2022.222871>. 2022.

ANTHES, G. Estonia: A Model for e-Government. **Communications of the ACM**, v. 58, n. 6, p. 18–20, DOI: <https://doi.org/10.1145/2754951>, 2015.

ÁVILA, T. J. T. ; LANZA, B. B. B. ; VALOTTO, D. S. Base nacional de serviços públicos do Brasil: Sistematização e interoperabilidade de informações para o governo digital. **REVISTA GESTÃO**. org, v. 19, n. 2, p. 271–293. DOI: <https://doi.org/10.51359/1679-1827>. 2021. 252653. 2021.

BATISTA, A. H; SILVA, N. B.; MIRANDA, C. M. C. Infraestrutura Nacional de Dados Abertos. In: **Anais do VI Congresso CONSAD de Gestão Pública**. Brasília, Distrito Federal, Brasil. disponível em : <http://consad.org.br/wp-content/uploads/2013/05/093-INFRAESTRUTURA-NACIONAL-DE-DADOS-ABERTOS.pdf>. 2013

BHAROSA, N.; LIPS, S.; DRAHEIM, D. Making e-Government Work: Learning from the Netherlands and Estonia. **Electronic Participation**, p. 41–53. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-58141-1_4. 2020.

CAMPOS, S. L. B.; BARROS, S.; NERY, R.; TEDESCO, D.; GOMES, C.; SILVA, W.; ULRICH, J.; MACEDO, P. XVIA-MT: implantação de uma alternativa viável de integrar o Brasil. In: **WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO APLICADA EM GOVERNO ELETRÔNICO (WCGE)**, 10. Niterói. **Anais [. . .]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 235-242. ISSN 2763-8723. DOI: <https://doi.org/10.5753/wcge.2022.222749> . 2022.

DE ALENCAR, M. M. V.; ANDRADE, C. R. A. G.; E VÉRAS, A. R. de A. R.; FREITAS NETO, O. G.; POL-FACHIN, L. Interoperabilidade e Sistemas de Informações em Saúde: o que estamos publicando no Brasil?. **Brazilian Journal of Health Review**, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 17771–17790. DOI: 10.34119/bjhrv6n4-292 .Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/62255>. 2023.

KUD, A. Decentralized Information Platforms in Public Governance: Reconstruction of the Modern Democracy or Comfort Blinding?. **International Journal of Public Administration**, 46:3, 195-221, DOI: 10. 1080/01900692. 2021.

LIMA, D. A.; TRAGE, D.R.; CARVALHO, T.S.; CORSI, A.; PIEKARSKI, C.M.; PAGANI, R.N. Avaliação de Cidades Inteligentes e Sustentáveis: Comparação dos Indicadores Brasileiros à luz da literatura. **Revista Visão: Gestão Organizacional**, p. 1–22. <https://doi.org/10.33362/visao.v12i1.2942>. 2023

GIFFINGER, R.; FERTNER, C.; KRAMAR, H.; KALASEK, R.; MILANOVIĆ, N.; MEIJERS, E. Smart cities - Ranking of European medium-sized cities. disponível em: https://www.researchgate.net/publication/261367640_Smart_cities_-_Ranking_of_European_medium-sized_cities. 2007.

GIL, S.; ZAPATA-MADRIGAL, G. D.; GARCÍA-SIERRA, R. Using X-Road to Implement Open Data in Electrical Systems and Promote the Integration with Smart City and Open Governance Strategies. **TecnoLógicas**, v. 24, n. 52, p. e1950, 21 set. 2021.

GUIMARÃES, T. DE A.; MEDEIROS, P. H. R. A relação entre governo eletrônico e governança eletrônica no governo federal brasileiro. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 3, n. 4, p. 01-18. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1679-39512005000400004>. 2005.

IMD - International Institute for Management Development. Disponível em: <https://www.imd.org/entity-profile/tallinn/>. Acesso em: 4 dez. 2024.

LAZZARETTI, K.; SEHNEM, S.; BENCKE, F.F. Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.001.e20190118>. 2019.

LEE, J.; BABCOCK, J.; PHAM, T.S.; KANG, M. Smart city as a social transition towards inclusive development through technology: a tale of four smart cities. **International Journal of Urban Sciences**, v. 27,n.1, p. 1–26. DOI: <https://doi.org/10.1080/12265934.2022.2074076>. 2022.

MACHADO, D. F. A. CIDADES INTELIGENTES NO BRASIL: AVANÇOS E PROBLEMÁTICAS. **Revista de Direito, Governança e Novas Tecnologias**, Florianópolis, Brasil, v. 8, n. 2. DOI: 10.26668/IndexLawJournals/2526-0049/2022.v8i2.9234. Disponível em: <https://indexlaw.org/index.php/revistadgnt/article/view/9234>. 2023.

MARTINS, R.; CORREIA, A. F. A cidade inteligente e sustentável: o exemplo da Smart City Laguna. **Revista Brasileira de Direito Urbanístico | RBDU**, Belo Horizonte: Fórum, v. 8, n. 14, p. 67–82. Disponível em: <http://biblioteca.ibdu.org.br/index.php/direitourbanistico/article/view/268>. 2022.

MEIJER, A.; BOLÍVAR, M. P. R. Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance. **International Review of Administrative Sciences**. 82. 10.1177/0020852314564308, 2015.

MORA, L. Combining co-citation clustering and text-based analysis to reveal the main development paths of smart cities. **Technological Forecasting & Social Change**, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.019>. 2018.

NARDES, J.A.R.; ALTOUNIAN, C.S.; VIEIRA, L.A.G. Governança pública - o desafio do Brasil Capa dura. Editora Fórum; 3ª edição, 399 p. 2018.

NEIROTTI, P.; DE MARCO, A.; CAGLIANO, A.C.; MANGANO, G.; SCORRANO, F. Trends in smart city initiatives: Some stylised facts. **Cities**, 38, pp. 25-36. 2014.

Nordic Institute for Interoperability Solutions. Disponível em: <<https://www.niis.org/>>. Acesso em: 4 dez. 2024.

PATAPAS, A.; RAIPA, A.; SMALSKYS, V. *New Public Governance: The Tracks of Changes*. **International Journal of Business and Social Research** v. 4, n. 5, p. 25–32. DOI:10.18533/ijbsr.v4i5. 2014.

IBGP. **Princípios do IBGP para Governança Pública**. Disponível em: <<https://forum.ibgp.net.br/principios-para-boa-governanca-publica/>>. Acesso em: 4 dez. 2024

Ranking Connected Smart Cities 10ª edição 2024. Disponível em: <<https://ranking.connectedsmartcities.com.br>>. Acesso em: 8 dez. 2024.

RAVEN, R.; SENGERS, F.; SPAETH, P.; XIE, L.; CHESHMEHZANGI, A.; DE JONG, M. Urban experimentation and institutional arrangements. **European Planning Studies**, v. 27, n. 2, p. 258-281. DOI: 10.1080/09654313.2017.1393047. 2019.

ROBLES, G.; GAMALIELSSON, J.; LUNDELL, B. *Setting Up Government 3.0 Solutions Based on Open Source Software: The Case of X-Road*. **Lecture Notes in Computer Science**, p. 69–81. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-27325-5_6. 2019.

Solutions — e-Estonia. Disponível em: <<https://e-estonia.com/solutions/>>. Acesso em: 4 dez. 2024.

Technical Specification | X-Road. Disponível em: <https://docs.x-road.global/Architecture/arc-g_x-road_arhitecture.html#11-overview>. Acesso em: 4 dez 2024.

VASSIL, K. Estonian e-Government Ecosystem: Foundation, Applications, Outcomes. Disponível em: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/165711456838073531-0050022016/original/WDR16BPestonianeGovecosystemVassil.pdf>. 2015.

WILLIAMSON, J. Secure aggregation of databases. **Estonian information society yearbook 2011/2012**. Tallinn: Estonian Information Society Institute. p. 84. Disponível em: <<https://www.digar.ee/arhiiv/nlib-digar:246425>>. 2012.

X-Road - e-Estônia. Disponível em: <<https://e-estonia.com/solutions/x-road-interoperability-services/x-road/>>. Acesso em: 4 dec. 2024.

X-ROAD® DATA EXCHANGE LAYER. X-Road® Data Exchange Layer. Disponível em: <<https://x-road.global/>>. Acesso em: 4 dez. 2024.

X-Road®Academy. Disponível em: <<https://x-road.thinkific.com/courses/take/x-road-fundamentals/texts/2115766-organisational-model>>. Acesso em: 4 dez. 2024.

X-VIA. Disponível em: <<https://www.xvia.com.br/>>. Acesso em: 4 dez 2024.

YIGITCANLAR, T.; SABATINI-MARQUES, J.; LORENZI, C.; BERNARDINETTI, N.; SCHREINER, T.; FACHINELLI, A.; WITTMANN, T. Towards Smart Florianópolis: What Does It Take to Transform a Tourist Island into an Innovation Capital? **Energies**, v. 11, n. 12, p. 3265. DOI:10.3390/en11123265. 2018.

ZORZAL, L. Transparência das informações das universidades federais: estudo dos relatórios de gestão à luz dos princípios de boa governança na Administração Pública Federal. **Icts.unb.br**. DOI: <http://dx.doi.org/10.26512/2015.12.T.19202>. 2015.