

Relações entre ambiente e capacidade de inovação do setor público brasileiro

Relations between environment and capacity of innovation on the Brazilian public sector

Maíra de Barros Sardinha^a, Tatiana Queiroz-Isidro^b,
Leonardo Vilela Toé^c, Antonio Isidro^d, Hércules Antonio do Prado^e,
Ana Paula Bernardi da Silva^f

^a mairasardinha@gmail.com

^b tatiana.coelho.queiroz@gmail.com

^c leotoex@gmail.com

^d antonio.isidro.filho@gmail.com

^e prado.hercules@gmail.com

^f anap.bernardi@gmail.com

Resumo: O artigo tem como objetivo identificar as relações entre capacidade de inovação, modelos e tipos de inovação e seus resultados no Setor Público brasileiro considerando as experiências premiadas no Concurso Inovação da Escola Nacional de Administração Pública. A partir de um referencial teórico acerca do tema inovação no setor público são discutidos os principais conceitos que sustentam os construtos envolvidos e suas relações empíricas. O construto “capacidade de inovação” refere-se à forma como as organizações públicas podem contribuir para a inovação em seus ambientes internos e, por decorrência, para a sociedade. Já “modelos de inovação” está relacionado à dinâmica das variáveis envolvidas no processo de inovação (radical, incremental ou melhoria), considerando também os tipos de inovação (serviço/produto, processo, organizacional e comunicação) propostos por Bloch (2011). O construto “resultados da inovação” evidencia aspectos como melhoria no clima organizacional, na imagem organizacional, na entrega e/ou qualidade dos serviços e na gestão organizacional. A partir da base de casos de inovação foram testados nove algoritmos que identificaram relações entre esses construtos para indicação dos aspectos relevantes para os resultados do processo de inovação. Espera-se que tais aspectos contribuam para apoiar o direcionamento e tomadas de decisão em organizações públicas sobre a gestão deste processo. Por fim, apresenta-se recomendações gerenciais e agenda de estudos futuros.

Palavras chave: Inovação no Setor Público, Capacidades de Inovação, Tipos de Inovação, Ambiente de Inovação.

Abstract: This paper aims at identifying the relationships between innovation capacity, models and types of innovation, and innovation results in the Brazilian Public Sector from the experiences awarded in the Innovation Competition of the National School of Public Administration. Based on a theoretical framework on the theme of innovation in the public sector, the main concepts that support the constructs involved and their empirical relationships are discussed. The “innovation capacity” construct refers to the way in which public organizations can contribute to innovation in their internal environments and, as a result, to society. “Innovation models” is related to the dynamics of the variables involved in the innovation process (radical, incremental or improvement), also considering the types of innovation (service/product, process, organizational and communication) proposed by Bloch (2011). The “results of innovation” construct highlights aspects such as improvement in the organizational climate, in the organizational image, in the delivery and/or quality of services, and in organizational management. From the innovation cases, it was possible to identify relevant relationships between these constructs that indicates relevant issues related to the results of the innovation process. Such issues are expected to contribute to support the decision making in public organizations on managing this process. Finally, management recommendations and an agenda for future studies are presented.

Keywords: Innovation in the Public Sector, Innovation Capacities: Kinds of Innovation; Innovation Environment.

1. Introdução

A inovação no setor público, apesar de estar sendo pesquisada sob diferentes abordagens e paradigmas, é um tema presente na agenda da governança e da gestão pública no mundo.

Para Koch e Hauknes (2005), a inovação significa uma nova forma de ação social implementada ou desempenhada por uma entidade no âmbito dos seus objetivos e suas atividades, representando a descontinuidade com padrões anteriores. A implementação de inovações no setor público induz importantes oportunidades para o crescimento econômico, o bem-estar social e a atração de investimentos (Avlonitis, Papastathopoulou & Gounaris, 2001).

A literatura de inovação no setor público destaca que o Estado é gerador de significativas mudanças e inovações, pois os governos direcionam investimentos e esforços para o desenvolvimento de novas tecnologias de informação e comunicação, conforme destacam Halvorsenet al. (2005). De acordo com estes autores, o Estado induz inovação (i) ao usar tecnologias inovadoras (radicais), (ii) ao atuar como principal comprador de tecnologias inovadoras, (iii) como fornecedor de infraestrutura para as novas tecnologias e (iv) como regulador de mercado e de novas tecnologias, dentre outros papéis. A inovação contribui para as organizações públicas resolverem problemas complexos por meio de novas experiências, projetos e práticas que, bem-sucedidas, são classificadas como inovação. A responsividade das organizações públicas em inovarem seus serviços permite que a sociedade, os cidadãos e os usuários de serviços públicos confirmem a confiança e a legitimidade do Estado (Potts & Kastle, 2010, Vigoda-Gadot et al., 2008, Brandão & Bruno-Faria, 2013). Nesse sentido, avaliar a prontidão das organizações públicas e conhecer quais condições contribuem para o sucesso de experiências inovadoras é uma agenda para as pesquisas sobre o tema no Brasil.

O objetivo deste artigo é identificar relações entre as variáveis de ambiente e de capacidade de inovação, que influenciam a inovação radical, no setor público, utilizando-se do *framework* de Isidro (2018). A pesquisa foi baseada em dados recolhidos a partir de relatos de experiências inovadoras premiadas no Concurso Inovação na Gestão Pública Federal, promovido pela Enap no período de 1999 a 2014 e analisa-

dos por meio do processo de mineração de dados, utilizando-se prioritariamente árvores de decisão.

O artigo está organizado em cinco partes. A segunda trata do marco teórico da pesquisa em que se descreve os construtos deste estudo: ambiente de inovação, capacidade de inovação e inovação radical. A terceira parte se refere ao método empregado para a análise dos dados da pesquisa. A quarta parte apresenta os resultados e a quinta, as conclusões.

2. Marco teórico sobre inovação no setor público

O marco teórico do estudo está organizado em duas partes nas quais cada construto da pesquisa é caracterizado, a fim de orientar o modelo exploratório de análise dos dados. Isidro (2018) mostra que os modelos de inovação no setor público abordam, em geral, inovação como processo composto por: (i) atividades relativas ao ciclo de inovação, (ii) capacidades ou recursos para inovação, e (iii) resultados ou impactos da inovação. O autor adiciona outras variáveis presentes na inovação e que merecem destaque, tais como: indutores, barreiras e facilitadores, tipologias de inovação e coprodução da inovação e propõe um *framework* de análise da inovação no setor público brasileiro (Figura 1).

Segundo Isidro (2018), a inovação é um processo dinâmico que entrega valor à sociedade e é constituído de fatores que condicionam sua ocorrência nas organizações e no setor público. Ressalta, ainda, o autor que a melhoria dos serviços públicos é decorrente da confiança no Estado, melhoria na oferta de cidadania, dentre outros motivos, têm impulsionado o crescimento do interesse pelo tema. Albury (2005) adverte que a inovação não é um artigo de luxo para o setor público, mas um valor público profundo compartilhado por todos. No contexto das organizações públicas, o papel dos gestores e servidores, dos antecedentes aos resultados, tem se mostrado primordial para que o processo de inovação seja efetivo.

Os antecedentes de inovação representam os indutores ou *drivers* que motivam a ocorrência da inovação nas organizações. Quando as organizações inovam em resposta a problemas sociais específicos, como por exemplo, epidemias ou saneamento básico, observa-se a ocorrência

Figura 1. Framework da Inovação no Setor Público.

Fonte: Isidro (2018).

de indutores orientados a problema. Caso a orientação seja por melhoria contínua, caracteriza-se então os indutores não orientados a problema em que as organizações respondem melhorando processos de trabalho, tomada de decisão, alocação de recursos. O impulso político induz a inovação ao impor mudanças de cima para baixo (*top-down*), em que respostas organizacionais e comportamentais surgem frente a eventos críticos e pressões de ordem política. A inovação é induzida, de modo semelhante ao impulso político, quando normas legais demandam novos comportamentos das organizações e de seus membros. Por fim, os fatores tecnológicos induzem a inovação ao propiciar novos meios de informação e comunicação, impactando processos de trabalho, serviços, canais de interação e outros elementos da estrutura das organizações.

Os determinantes da inovação abrangem fatores que atuam como barreiras e facilitadores ao processo, envolvem as capacidades organizacionais para inovar e abarcam como as organizações cocriam a inovação com seus stakeholders. As barreiras podem ser classificadas como resistência das pessoas à inovação, falta de informações e de recursos, pessoas despreparadas, conflitos de interesse, falta de integração entre as áreas e falta de autonomia são exemplos de fatores que podem inibir a inovação no setor público (Isidro, 2018). Entretanto, com o apoio da alta administração, condições de suporte, motivação e competência das pessoas, autonomia, sinergia entre as áreas e foco no cidadão, percebe-se que a inovação tenderá a ocorrer de forma efetiva.

Lawson e Samson (2001) afirmam que a inovação e as capacidades para inovação ocorrem em etapas diferentes do processo de inovação.

A capacidade para inovação é um elemento crítico para o desenvolvimento e, consequentemente, resultados da inovação. Estes autores definem a capacidade de inovação de uma organização como resultado das habilidades e competências que permitem a aplicação de recursos, e reflete uma habilidade de transferir continuamente conhecimentos e ideias em novos produtos, processos e sistemas para o benefício da organização e de suas partes interessadas.

O *framework* adotado neste estudo relaciona a capacidade de inovar a atributos que tornam a inovação uma competência organizacional. Os casos de inovação no setor público relacionado ao prêmio da Enap demonstram que as organizações capazes de inovar possuem líderes comprometidos com a inovação, estimulam as pessoas a inovarem constantemente e assumirem mais riscos, conhecem seus usuários e respectivo ambiente, exploram novas tecnologias de informação e comunicação, são mais flexíveis e menos burocratizadas, e planejam, executam e avaliam seus projetos, gerando mais valor à sociedade.

A prática de cocriação com *stakeholders* tem demonstrado que fortalece a confiança e a legitimidade das inovações no setor público. Segundo Gallouj et al. (2018), a cocriação acontece em um contexto social e é influenciada por questões relacionadas à sociedade, sendo assim, a inovação integra a inovação em serviços. O ponto central na criação de um serviço com entrega de valor, consiste na coprodução e cocriação, com a interação entre o fornecedor e o usuário.

Quando inovações são geradas com a partici-

pação da sociedade, da academia, do setor produtivo e do terceiro setor, percebe-se a configuração de um ecossistema sustentável para a inovação gerar impactos positivos ao longo dos anos (Isidro, 2018).

A presente pesquisa busca identificar quais as relações entre as variáveis independentes - tipo de inovação, modo de inovação, indutores, barreiras e/ou a inovação radical - apresentam-se nos serviços públicos e nas organizações públicas. A determinação destas características pode apresentar, ainda que em caráter incipiente, uma proposta de predição para a inovação no setor público, o que, por exemplo, poderia ajudar a determinar onde prioritariamente o dinheiro público direcionado à inovação deveria ser aplicado. Sendo assim proposto, um modelo de suporte à decisão acerca da inovação para o setor público.

2.1. Capacidade de inovação no setor público

O tema capacidade de inovação é clássico na literatura de estratégia e de inovação tecnológica e, nos últimos anos, tem ganhado notoriedade como uma das variáveis que contribuem para a inovação no setor público.

Capacidade de inovação no setor público é definida por Isidro (2018) como as competências organizacionais que mobilizam os diferentes recursos e sustentam os esforços de inovação. Revisões recentes realizadas por Valladares, Vasconcelos e Di Serio (2014) mostram que há similaridade de atributos organizacionais que definem a capacidade de inovação no setor privado e no setor público.

Com enfoque no setor público, os estudos de Bloch (2011), Hughes, Moore e Kataria (2011), Arundel e Huber (2013), Daglio, Gerson e Kitchen (2014), Borins (2014) e Sorensen (2016) descrevem como principais atributos organizacionais da capacidade de inovação: liderança, estratégia para inovação, pessoas e equipes, gestão de projetos e cultura de inovação.

Na concepção da base com os casos de inovação, adotou-se o referencial descritivo dos atributos que constituem a capacidade de inovação realizado por Valladares, Vasconcelos e Di Serio (2014), pois a proposta desses autores apresenta aderência aos contextos público e privado, conforme pode ser observado no Quadro 1.

A capacidade de inovação representa a competência de mobilizar os recursos necessários, observando a habilidade de pessoas e organizações em potencializar condições e minimizar efeitos negativos de variáveis diversas sobre os esforços de inovação. A seção a seguir abordará os demais construtos constituintes do presente trabalho.

2.2. Ambientes de inovação no setor público

Os ambientes referem-se às variáveis individuais, organizacionais e/ou contextuais que viabilizam ou inibem os esforços de inovação. Constituem o ambiente de inovação: objetivos da inovação, indutores da inovação, facilitadores e barreiras da inovação.

Uma contribuição importante para a compreensão da inovação no setor público foi feita por Djellal, Gallouj e Miles (2013) ao apresentarem uma tipologia de modelos de inovação com transposição conceitual da literatura de serviços, pois o setor público é marcado por características finalísticas semelhantes aos serviços privados. Esses autores mostram que as interações constantes e intensivas em conhecimento entre prestadores e usuários impulsiona a dinâmica da agregação de valor nas relações de serviço (públicos ou privados).

Inovar em serviços públicos, e por analogia, no próprio setor público, envolve os modelos radical, incremental, melhoria, recombinação e formalização (Djellal, Gallouj & Miles, 2013). Inovação radical é a criação de um novo conjunto de características de serviços que inexistiam na realidade da organização pública. A inovação incremental é a adição, subtração ou substituição de alguma característica existente na organização. Uma inovação de melhoria é a alteração de uma qualidade ou propriedade das características existentes sem que haja adição, subtração ou substituição de características da organização. A inovação de recombinação é a associação ou desassociação de características técnicas da organização ou de alguma característica final do serviço ou produto que a organização entrega no contexto público. A inovação por formalização é a formatação e padronização de características técnicas da organização (Djellal, Gallouj & Miles, 2013). No presente estudo adotou-se os modelos de inovação radical, incremental e de melhoria por englobarem os

Quadro 1. Capacidades de Inovação

Capacidade	Definição
Liderança transformadora	Aquela que torna seus seguidores mais conscientes da importância e do valor do trabalho, ativa suas necessidades de ordem superior, e os induz a transcender seus interesses pessoais em prol da organização
Intenção estratégica de inovar	Grau que a organização está disposta a assumir riscos para favorecer a mudança, o desenvolvimento tecnológico e a inovação, estabelecendo-os por meio de sua estratégia
Gestão de pessoas para inovação	Orientação da gestão de pessoas para a inovação, provendo a concessão de liberdade ou autonomia de atuação aos empregados, estabelecendo metas desafiadoras, permitindo que decidam como alcançá-las e favorecendo a autorrealização e o comprometimento com os objetivos da organização
Conhecimento do usuário e do ambiente	Habilidade para detectar os eventos, necessidades, expectativas, mudanças significativas e tendências dos usuários e do ambiente
Gestão estratégica da tecnologia	Gestão do processo de criação e desenvolvimento de tecnologias, visando à criação de valor. O processo de gestão tecnológica compreende cinco etapas: identificação, seleção, aquisição, exploração e proteção
Organicidade da estrutura organizacional	Grau em que a estrutura é caracterizada pela concessão de autonomia, controles flexíveis, comunicação horizontal desimpedida, valorização do conhecimento e da experiência e informalidade nas relações pessoais. Estrutura ditas orgânicas permitem resposta mais rápida às mudanças no ambiente externo do que as denominadas mecanicistas
Gestão de projetos	Planejamento, provisão dos recursos, execução e controle do processo de inovação. Inclui cuidadosa avaliação dos projetos, análise e planejamento visando, principalmente, ganhar compreensão, compromisso e apoio tanto corporativo quanto do pessoal que estará envolvido no projeto

Fonte: Valladares, Vasconcelos e Di Serio (2014).

demaís modelos na perspectiva de grau de novidade ou do conteúdo da inovação.

Segundo Bloch (2011), o lócus da inovação se apresenta em quatro tipos: processo, produto/serviço, comunicação e organização. A aderência de uma tipologia para os setores público e privado (Manual de Oslo), Bloch (2011) define a inovação de produto/serviço como introdução de um serviço ou produto que é novo ou foi significativamente melhorado em comparação com serviços ou produtos existentes numa organização. Uma inovação de processo é a implementação de um método para a produção e entrega de serviços e produtos novos ou aprimorados em relação aos processos existentes numa organização. Segundo o mesmo autor, a inovação organizacional trata da implementação de um novo método para organizar ou gerenciar atividades e processos que diferem significativamente dos métodos existentes numa organização. A inovação de comunicação abrange a implementação de um novo método de promoção da organização ou seus serviços e produtos, ou novos métodos para influenciar o comportamento de indivíduos ou grupo social. A tipologia de Bloch (2011) foi adotada integralmente no presente estudo.

Parece irrefutável a expectativa dos cidadãos em obter como resultados da atuação do setor público melhores serviços. Segundo Bugge, Mortesen & Bloch (2011), os principais resultados esperados da inovação no setor público é a melhoria na entrega e/ou qualidade dos serviços públicos. Ainda no contexto dos efeitos na implementação de uma inovação, segundo De Vries, Bekkers e Tummers (2016) os resultados da inovação são provenientes da implementação que podem ser intencionais, não-intencionais, positivos e negativos. Hipp e Grupp (2005) realizaram um estudo em organizações no setor de serviços e as conclusões indicam quatro fatores que demonstram os efeitos da inovação, sendo estes, a melhoria da qualidade do produto de serviço, melhorias internas da organização, aprimoramento do desempenho ou produtividade do consumidor e a conformidade com padrões ambientais e requisitos de segurança.

Isidro (2018) sustenta que a revisão realizada por esses autores aponta resultados como aumento ou diminuição da efetividade, aumento da eficiência, envolvimento de parceiros privados, envolvimento de cidadãos, aumento da sa-

tisfação do usuário, bem como aumento da percepção de segurança, aumento da percepção de justiça, por exemplo. Segundo o mesmo autor, os construtos apresentados no marco teórico constituem o modelo exploratório da pesquisa em que se busca identificar quais relações existem entre capacidade, modelos, tipos e resultados da inovação no setor público. Ressalta ainda que, a partir dos estudos de Bloch (2011), Bugge, Mortensen, Bloch (2011), Vieira (2015), De Vries, Bekkers e Tummers (2016), sintetiza-se os resultados de inovação no setor público, conforme mostrado no Quadro 2.

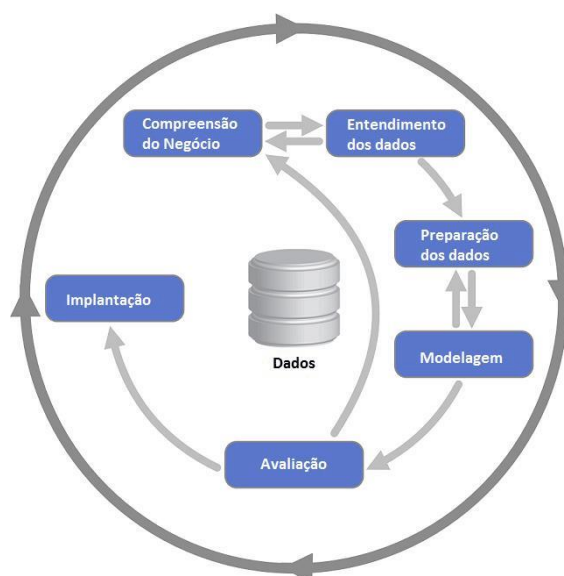
3. Método CRISP-DM como modelo de referência

Para análise dos dados foi utilizada a metodologia CRISP-DM e o suíte de mineração de dados Weka para elucidar algumas relações entre o ambiente e as capacidades de inovação no setor público brasileiro, com foco em inovação radical.

A metodologia CRISP-DM acompanha o ciclo de vida de um projeto de mineração de dados, composto pelas seguintes fases: compreensão do negócio, entendimento do negócio, preparação dos dados, modelagem, validação e implementação. CRISP-DM (Figura 2).

A definição do escopo é na primeira etapa, enquanto que a segunda é quando as validações são usadas para se criar o plano de projeto de mineração de dados. O projeto inicia-se com a preparação dos dados. Etapa fundamental é a próxima de modelagem, que faz a limpeza e transformações dos dados. Na fase da validação os modelos mais promissores da etapa anterior

Figura 2. A Metodologia CRISP-DM.



Fonte: Shearer (2000).

são mensurados com o objetivo de avaliar a aplicabilidade, assertividade e qualidade. Se há validação dos modelos, eles estão prontos para serem implantados na etapa final do ciclo de vida do projeto, mas, se não há retorna-se a etapa anterior.

Com o objetivo de definir o escopo do negócio, a **compreensão dos dados** é a primeira fase e levanta os requisitos. Nessa fase há a definição do problema de mineração de dados e a criação de um plano para o projeto que visa atingir os objetivos. É, ainda, necessária a avaliação da situação com o detalhamento. A partir daí pode ser elaborado um plano do projeto.

O **entendimento dos dados** disponíveis começa com a coleta e a continuidade da aplicação de técnicas de análise que facilitam novos

Quadro 2. Resultados da inovação no setor público

Resultado	Definição
Melhoria na entrega e/ou qualidade dos serviços	Impactos positivos sobre os mecanismos de entrega de serviços e/ou nos próprios serviços, incluindo aumento da satisfação e do envolvimento dos usuários
Melhoria da gestão organizacional	Impactos positivos sobre a eficiência e efetividade da organização, incluindo ganhos de produtividade e melhores resultados em indicadores de desempenho
Melhoria da imagem e relações institucionais	Impactos positivos sobre a imagem da organização e no relacionamento com outras organizações, incluindo melhoria na capacidade de resolução de desafios sociais, aumento do prestígio da organização e envolvimento de parceiros.
Melhoria do clima organizacional	Impactos positivos sobre o clima da organização, incluindo melhorias nas condições de trabalho, satisfação dos colaboradores e aprimoramento da cultura de inovação.

Fonte: Isidro (2018).

conhecimentos, além da validação de hipóteses.

A **coleta de dados** é a aquisição dos dados, que devem ser descritos de acordo com suas variáveis em formato de relatório dos resultados. Os dados devem ser explorados sobre questões como consultas, visualizações e relatórios com o objetivo de achar a resposta de sua mineração. Mas, eles ainda devem ser verificados quanto à qualidade, se estão completos, corretos e se existem valores em branco.

A **preparação de dados** está relacionada com o conjunto de dados que será usado para a modelagem na tecnologia a ser utilizada para a mineração. Nesta fase, são selecionados atributos, limpadados dados e até mesmo transformados, entre outras atividades. Os dados devem ser selecionados conforme critérios de relevância, qualidade e outros para que a análise seja realizada. A limpeza é realizada para que haja melhor qualidade nos resultados. Também, podem ser criados atributos, transformados ou outras ações que viabilizem a preparação para a modelagem. Se necessário e pertinente, é possível identificar na análise a necessidade de integrar (fusão) e formatar dados.

Na fase da **modelagem** técnicas são selecionadas e aplicadas. Nesta etapa, uma técnica é aplicada de acordo com as especificidades da etapa de preparação dos dados. Nele são realizados testes para que se possa construir um modelo para validar a qualidade e validade da modelagem. Esse modelo tem como meta ser utilizado para previsão e apoiar as decisões. A avaliação técnica é feita por um gráfico de elevação com foco na precisão.

Os objetivos estão diretamente relacionados à **validação**. Para isso é necessário ratificar os resultados e revisar o processo após validá-lo. Isso garante que não haja tarefa que não tenha sido executada. A última etapa, a de **implantação**, é como os resultados serão apresentados, a depender pode ser um relatório ou até mesmo uma ferramenta tecnológica que permita a replicação da modelagem indefinitivamente.

3.1 Execução das etapas do CRISP-DM

A base de dados utilizada conta com 301 experiências de inovação premiadas pela Escola Nacional de Administração Pública no período de 1999 a 2014. Cada experiência é descrita por meio de variáveis binárias que denotam a presença ou ausência das características observadas. Esta base é atualizada anualmente pela

equipe do LineGov/UnB.

Sobre a **compreensão do negócio** observou-se que a base de dados é originária dos casos estudados e avaliados compreenderam o período de 1999 até 2013, onde 301 registros (casos) foram devidamente tabulados e classificados. Este processo envolveu, para cada caso ali contido, a validação por três profissionais mestres e/ou doutores, e por vezes revisados por uma nova junta de outros três profissionais. Enfim, o protocolo passou por incansáveis testes de falseabilidade (Popper, 1934) e corroboração (Bachelard, 1938), mostrando-se robusto para a finalidade que se propôs. As inovações foram classificadas como radical (disruptivas, com alto impacto para a sociedade), incremental (agregam) e melhorias (implementam). E, ainda, classifica de acordo com Bloch (2011) tipos de inovação: serviço/produto, processo, organizacional e comunicação. Os resultados da base evidenciam aspectos de melhoria no clima organizacional, na imagem organizacional, na entrega e/ou qualidade dos serviços, na gestão organizacional. Outras variáveis como ambiente, capacidade e atividades compõem a base. As variáveis estudadas são de natureza binária de dados quali-quantitativos que permitem a confirmação ou não das relações estudadas em pesquisas cumulativas sobre a inovação no setor público. A partir desta base compreende-se a necessidade de análise dos dados por meio da utilização de algoritmos como teste e proposta de extrair um protocolo de inovação para o setor público.

Quanto ao **entendimento dos dados**, são 301 experiências de inovação tabuladas em planilha, em que contém ainda o dicionário de dados. Diversas variáveis mostraram-se relevantes. Ao levar em conta a precisão e o *Kappa*, entre outras métricas, que serão posteriormente esclarecidas, definiu-se a análise das variáveis modo (radical, incremental e melhorias), tipo (serviço/produto, processo, organizacional e comunicação) e resultados (melhoria no clima organizacional, na imagem organizacional, na entrega e/ou qualidade dos serviços, na gestão organizacional).

Para a **preparação dos dados** foram executados os seguintes passos: substituição ou exclusão de todos os caracteres especiais contidos na base (ç, á, ã, é etc); duplicação de bases .csv, com separação de campos feitas por vírgulas e outra por ponto-vírgulas de forma a permitir que a primeira (vírgula) fosse aberta no

Weka e a segunda, no Excel. Foram então utilizados os aplicativos *notepad* e o Excel para efetuar tais edições. Também houve a padronização do conteúdo de todas as variáveis booleanas com o conteúdo *sim* e *não* (a base originalmente oferecia as respostas 0 e 1). A medida visa reduzir a quantidade de aproximações numéricas inerentes ao *passo* de alguns algoritmos.

A **modelagem** seguiu com a divisão da base em três, apresentando todos os atributos selecionados, mas com a realocação das colunas *radical*, *incremental* e *melhoria* (booleanas) como última coluna, de forma a facilitar a identificação de classe, bem como a variável dependente pelo Weka. Esta mudança não é mandatória, apenas o Weka captura automaticamente a última coluna de uma base como classe/variável independente, apesar de existirem meios para a seleção manual. Essas colunas (*radical*, *incremental* e *melhoria*) só existem em sua base. Ex.: na base que tratou a inovação radical, não existem as colunas *incremental* e *melhoria*. E assim sucessivamente.

As etapas de **validação** (avaliação) e **implantação** (aplicação) são respectivamente apresentadas nos próximos tópicos, com a avaliação dos resultados e achados.

3.2 Procedimento de Análise de Dados

No caso da base em estudo, são quali-quantitativos. Observado isso, aplicam-se os algoritmos de mineração a fim de explorar os dados.

As tarefas mais comuns são na mineração de dados são: (i) descrição, como a palavra significa, ela descreve padrões e tendências e é muito utilizada para comprovar a influência de certas variáveis no resultado obtido; (ii) classificação, modelo que analisa as variáveis, com cada registro já contendo a indicação à qual classe pertence, para classificar novo registro supervisionado; (iii) regressão, similar à classificação, mas é usada quando o registro é identificado por um valor numérico e não um categórico de maneira a estimar o valor de uma determinada variável analisando-se os valores das demais; (iv) predição, tem a meta de descobrir o valor futuro de um determinado atributo; (v) agrupamento, grupo de dados similares entre si, mas diferentes dos outros agrupamentos, entre outros.

Damasceno (2010) explica que o Weka tem diversos métodos utilizáveis para a mineração

que são, por exemplo: (i) classificação, por árvore de decisão induzida, regras de aprendizagem, Naive Bayes, tabelas de decisão, regressão local de pesos, aprendizado baseado em instância, regressão lógica, perceptron, perceptron multicamada, comitê de perceptrons e SVM; (ii) predição numérica, como regressão linear, geradores de árvores modelo, regressão local de pesos, aprendizado baseado em instância, tabela de decisão e perceptron multicamadas; (iii) agrupamento, EM, Cobweb, SimpleK-Means, DBScan e CLOPE; além de associação, em apriori, FPGrowth, PredictiveApriori e Tertius. Esses algoritmos no Weka não são exaustivos, pois existem dezenas de outros.

Para a análise de dados foram usados no Weka os seguintes classificadores, que são definidos no ambiente como:

- **ADTree:** Classe para gerar uma árvore de decisão alternada. O algoritmo básico foi proposto por Freund & Mason (1999). Esta versão atualmente suporta apenas problemas de duas classes. O número de iterações de reforço precisa ser ajustado manualmente para se adequar ao conjunto de dados e à troca de complexidade / precisão desejada. A indução das árvores foi otimizada e métodos de pesquisa heurística foram introduzidos para acelerar o aprendizado;
- **Adaboost:** Classe que potencializa um classificador de classe nominal usando o método Adaboost M1. Apenas problemas de classe nominal podem ser resolvidos. Muitas vezes, melhora drasticamente o desempenho, mas por vezes pode gerar *overfits*;
- **CSForest:** Implementação do algoritmo de floresta de decisão sensível a custos (Siers & Islam, 2015). Software de predição de defeitos/falhas, usando uma floresta de decisão sensível a custos e votação. É uma solução potencial para o problema de desequilíbrio de classe.
- **Decision Table:** Classe para criar e usar um classificador de tabela de decisão majoritária simples.
- **LocalKNN:** Classificador dos K vizinhos mais próximos com indução métrica local. Pretende melhorar a precisão em relação ao padrão k-nn, particularmente no caso de dados com atributos nominais. Funciona razoavelmente com mais de 2000 instâncias de treinamento.
- **NaiveBayes:** Classe para um classificador

Naive Bayes usando classes estimadoras. Os valores numéricos de precisão do estimador são escolhidos com base na análise dos dados de treinamento. Por esse motivo, o classificador não é um *UpdateableClassifier* (que no uso típico é inicializado com zero instâncias de treinamento) - caso seja necessário utilizar a funcionalidade *UpdateableClassifier*, sugere-se o uso do classificador *NaiveBayesUpdateable*.

- **Random Forest:** Classe para construir uma floresta de árvores aleatórias (random trees);
- **Random Tree:** Classe que constrói uma árvore que considera K atributos escolhidos aleatoriamente em cada nó. Não realiza *prunning* (poda). Também possui uma opção para permitir a estimativa de probabilidades de classe (ou média-alvo no caso de regressão) com base em um conjunto de retenção (*backfitting*).
- **Ridor:** Uma implementação da regra Ripple-Down Ruler de aprendizagem. Inicialmente é gerada uma regra padrão e as exceções para a regra padrão, com a menor taxa de erro (ponderada). Em seguida, gera as "melhores" exceções para cada exceção e itera até "puro". Assim, ele executa uma expansão de exceção em forma de árvore. As exceções são um conjunto de regras que preveem outras classes além do padrão. O IREP é usado para gerar as exceções.
- **ZeroR:** Prediz a média (para uma classe numérica) ou o modo (para uma classe nominal).

A escolha por classificadores foi de acordo com o potencial de conhecimento que estes são capazes de gerar. Para o processo, buscam-se métricas-parâmetro de sua eficácia/acurácia. Este artigo tem como proposta gerar um modelo preditor, que seja capaz de identificar na origem uma potencial inovação radical (aquelas potencialmente de maior impacto positivo à sociedade), bem como classificar as demais ainda em sua origem.

As métricas de avaliação adotadas foram (Sarker *et al*, 2019):

- **Precision:** "é uma medida de exatidão, que representa a proporção entre o número de atividades [...] preditas corretamente e o número total de atividades preditas (correta e incorretamente)". A fórmula que expressa a precisão é:

$$Precision = TP / (TP + FP)$$

Onde:

TP = *True Positive* (verdadeiro positivo, atividade prevista/predita corretamente)

FP = *False Positive* (verdadeiro positivo, atividade prevista/predita incorretamente como "sim")

- **Recall:** "é uma medida de completude, que representa a relação entre o número de atividades [...] corretamente preditas e o número total de atividades relevantes. *Recall* também é representativo da sensibilidade do modelo". A fórmula que expressa o *recall* é:

$$Recall = TP / (TP + FN)$$

Onde:

TP = *True Positive* (verdadeiro positivo, atividade prevista/predita corretamente)

FP = *False Negative* (falso negativo, atividade prevista/predita incorretamente como "não")

- **F-measure:** "é uma métrica que combina precisão e *recall* em uma pontuação única, que é a média harmônica entre a precisão e o *recall*". É expressa por:

$$F\text{-measure} = 2 \times [(Precision \times Recall) / (Precision + Recall)]$$

- **Kappa:** é uma métrica que compara a acurácia observada no modelo com uma acurácia esperada para o mesmo. Essa acurácia esperada normalmente é aleatória, mas as observações denotam que o Weka quase sempre utiliza valores próximos ao ZeroR (o que inclusive pode explicar a incidência de *kappa* zero para alguns algoritmos), o que denota ainda a valia daquele algoritmo no estabelecimento do *benchmarking* de predição. *Kappa* pode ser expresso:

$$Kappa = (acurácia\ observada - acurácia\ esperada) / (1 - acurácia\ esperada)$$

- **Erro médio absoluto (MAE) e Erro médio quadrático (RMSE):** são usados para calcular a taxa de erro de cada modelo baseado em classificador. Se os valores previstos nas instâncias de teste forem $p_1, p_2, \dots, p_n$, e os valores reais são $a_1, a_2, \dots, a_n$, para n pontos de dados, MAE e RMSE são formalmente definidos:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |p_i - a_i|$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (p_i - a_i)^2}$$

Essas métricas são relevantes, mas precisão e *kappa*, com boa precisão/acurácia é o modelo ideal para qualquer modelo preditivo. A interpretação semântica do *kappa* não deixa dúvidas que, no caso de incidência de valores negativos, o modelo gerado pode ser ineficiente, com acurácias (precisão) muito provavelmente menores que a do ZeroR, indicando descarte de tal.

Neste estudo, ficou definido que: o *kappa* zero poderia ser tolerado, caso a árvore ou algoritmo trouxesse conhecimento em sua interpretação. Os *Kappa* negativos foram descartados, não obstante existirem diversas ocorrências (anexas a este artigo). Os resultados da mineração serão tratados no próximo capítulo.

4. Apresentação dos resultados

Os resultados estão apresentados inicialmente pela escolha dos algoritmos e, em seguida, pelos atributos, ambiente de inovação, capacidades e a combinação em nove testes e validações.

4.1 Fase inicial - Uso de métricas para escolha de algoritmos e entendimento de atributos

A base original soma 85 atributos, quando não levados em consideração se inovação radical, incremental e/ou melhoria. A primeira ação no Weka, na etapa de pré-processamento interno, onde são excluídos os atributos irrelevantes para realizar a tarefa que se pretende fazer. Foram descartadas variáveis, e selecionadas 66 consideradas relevantes em cada um dos modos de inovação (radical, incremental e melhoria), denominados apenas como MI.

A fim de observar a metodologia de Sarker *et al* já citada, ficou estabelecido como *benchmarking* de acurácia em predição a ser perseguida o resultado da realização da tarefa em ZeroR para um *split* automático de 66%:

- ZeroR radical: 0,814 de precisão;
- ZeroR incremental: 0,637 de precisão;
- ZeroR melhoria: 0,539 de precisão.

O passo seguinte foi determinar o algoritmo classificador ofereceria maior precisão em relação ao *benchmarking*. Os testes foram aplicados em cada um dos classificadores citados anteriormente, de acordo com os modos de inovação.

Os resultados obtidos quanto ao modo de inovação radical são apresentados na Tabela 1 e na Figura 3. Para o modo de inovação incremental

os resultados estão na Tabela 2 e na Figura 4. Para o modo melhoria, os resultados estão na Tabela 3 e na Figura 5.

Descartados os classificadores com *kappa* menor que zero (e confirmada a hipótese de que todos aqueles que apresentaram *kappa* menor que zero também apresentaram precisão menor que a do ZeroR, o que ratifica sua condição já afirmada de bom *benchmarking* para precisão/acurácia esperada), destaca-se que as melhores performances de predição para inovação: radical, *Random Tree*; incremental, *Adaboost*; e melhoria, também, *Random Tree*.

A experiência de trabalhar com tantos atributos dificultou a interpretação pela grande quantidade de resultados. Apenas de modelos de classificadores, somaram neste primeiro teste mais de 60 páginas. Então, o plano inicial adotado precisou ser alterado.

Mantiveram-se na base as variáveis: ambiente de inovação, 27; capacidades de inovação, 7. A classe dependente, no caso, ficou os modos: radical, incremental e melhoria.

4.2 Criação dos modelos

Os modelos preditivos foram gerados em nove rodadas, conforme abaixo:

- Rodada 1: Ambiente para a inovação radical
- Rodada 2: Ambiente e capacidades de inovação incremental
- Rodada 3: Ambiente e capacidades de inovação melhoria
- Rodada 4: Capacidades para a inovação radical
- Rodada 5: Ambiente e capacidades para a inovação radical
- Rodada 6: Capacidades para a inovação incremental
- Rodada 7: Capacidades para a inovação melhoria
- Rodada 8: Ambiente para a inovação incremental
- Rodada 9 - Ambiente para a inovação melhoria

Cada rodada seguiu os mesmos critérios de teste (*split* 66%). O ZeroR exatamente os mesmos valores já citados anteriormente, de acordo com cada modo de inovação. Mas, se antes eram apenas três modelos de base para realizar a tarefa, com a mudança, passam a ser necessárias nove (09) testes.

O classificador escolhido foi devidamente

Tabela 1. Avaliação de classificadores - Radical

Classificadores	Precision	Recall	F-Measure	Kappa	MAE	RMSE
Zero R	0,814	1,000	0,897	0	0,2581	0,3959
Random Tree	0,841	0,892	0,865	0,1722	0,2255	0,4749
Random Forest	0,814	1,000	0,897	0	0,2518	0,3982
Adaboost	0,812	0,988	0,891	-0,019	0,2391	0,4010
Ridor	0,814	1,000	0,897	0	0,1863	0,4316
LocalKNN*	na	na	na	na	na	na
NaiveBayes	0,833	0,843	0,838	0,1087	0,2685	0,4395
Decision Table	0,816	0,964	0,884	0,0237	0,2755	0,3978
CSForest	0,814	1,000	0,897	0	0,2908	0,3898

*apresentou problemas na avaliação. Ignorado na construção do gráfico

Figura 3. Avaliação de classificadores - Radical

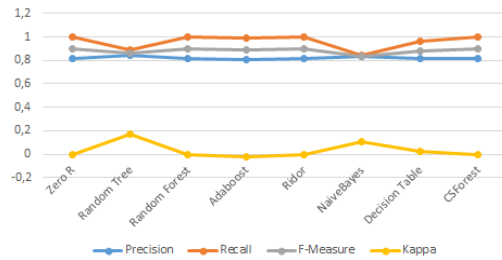


Tabela 2. Avaliação de classificadores - Incremental

Classificadores	Precision	Recall	F-Measure	Kappa	MAE	RMSE
Zero R	0,637	1,000	0,778	0	0,4952	0,4955
Random Tree	0,597	0,569	0,583	-0,1046	0,5196	0,7208
Random Forest	0,686	0,538	0,603	0,0980	0,4863	0,4997
Adaboost	0,727	0,615	0,667	0,1984	0,4691	0,4836
Ridor	0,625	0,385	0,476	-0,0181	0,5392	0,7343
LocalKNN	0,671	0,754	0,710	0,1103	0,3922	0,6262
NaiveBayes	0,725	0,569	0,638	0,1765	0,4607	0,5067
Decision Table	0,579	0,508	0,541	-0,1347	0,5120	0,5362
CSForest*	na	na	na	0	0,5593	0,5975

* Ignorado na construção do gráfico

Figura 4. Avaliação de classificadores - Incremental

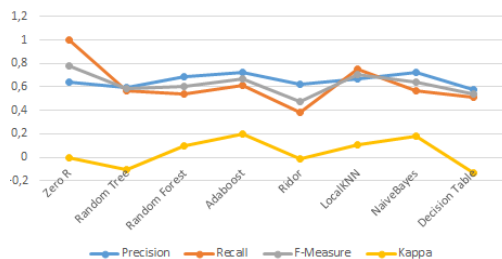
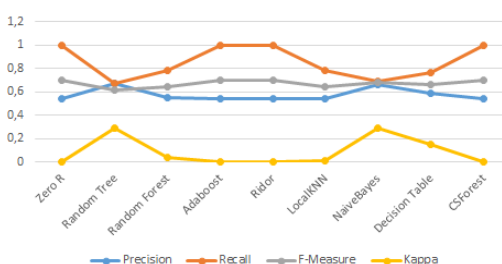


Tabela 3. Avaliação de classificadores - Melhoria

Classificadores	Precision	Recall	F-Measure	Kappa	MAE	RMSE
Zero R	0,539	1,000	0,701	0	0,4928	0,5013
Random Tree	0,673	0,673	0,617	0,2897	0,3529	0,5941
Random Forest	0,551	0,782	0,647	0,0385	0,4668	0,4905
Adaboost	0,539	1,000	0,701	0	0,4854	0,4965
Ridor	0,539	1,000	0,701	0	0,4608	0,6788
LocalKNN	0,544	0,782	0,642	0,0165	0,4706	0,686
NaiveBayes	0,667	0,691	0,679	0,2875	0,3951	0,5037
Decision Table	0,592	0,764	0,667	0,1503	0,4647	0,5052
CSForest	0,539	1,000	0,701	0	0,4788	0,5375

Figura 5. Avaliação de classificadores - Melhoria



acompanhado de sua precisão (*kappa* sempre igual ou maior que zero), em cada etapa/rodada:

- Rodada 1: RandomTree (0,846 de precisão)
- Rodada 2: ADTree (0,750 de precisão)
- Rodada 3: ADTree (0,646 de precisão)
- Rodada 4: ADTree ou CSForest (ambas com 0,814 de precisão, havendo vantagem para ADTree por ter Erro Médio absoluto e Erro médio Quadrático menores). Também salta aos olhos o *kappa* dos três modelos iguais ou menores que zero. Este ponto será analisado adiante;
- Rodada 5: NaiveBayes (0,814 de precisão e *kappa*>0)
- Rodada 6: ADTree (0,642 de precisão)
- Rodada 7: NaiveBayes (0,556 de precisão)
- Rodada 8: CSForest (0,750 de precisão)
- Rodada 9: ADTree (0,655 de precisão)

Nesta base de dados, o classificador ADTree (de *Alternating Decision Tree*) é testado e opta-se por sua adoção devido a sua estrutura capaz de fornecer em poucas variáveis/atributos algumas informações relevantes.

5. Análise e achados

Sugere-se que como solução ao problema deste artigo a árvore com o código apresentado no Diagrama 1 referente aos valores categóricos do atributo [mod_inov] da base original. O resultado antecipa inovações que NÃO são radicais, NÃO são melhorias, restando tornar incrementais, sendo um NÃO de resultado nesta camada um possível *outlier*.

Diagrama 1. Valores categóricos do atributo [mod_inov] da base original

```

RADICAL = nao
| MELHORIA = nao
| | INCREMENTAL = nao
| | | modo_inov := 0 [NA/Outlier]
| | INCREMENTAL = sim
| | | modo_inov := 2 [incremental]
| MELHORIA = sim
| | modo_inov := 3 [melhoria]
RADICAL = sim
| modo_inov := 1 [radical]

```

Portanto, torna-se indispensável a validação pela incidência de um SIM na camada RADICAL, que é indicativo de uma possível inovação radical, por estar a incidência de respostas SIM atuando fortemente na zona de erro do modelo classificador a ser utilizado.

Esta constatação não frustra o objetivo deste artigo, visto que inovações radicais *são raras*. Representam a menor parte das inovações registradas na base, e por sua perspectiva de impacto social, certamente merecem tal atenção. A grande diferença é que poderão ter essa atenção dispensada já em sua origem e não mais apenas após serem implantadas. Em contraponto, as demais inovações dos modos melhoria e incremental poderão ser classificadas automaticamente.

5.1 Algoritmos em análise, propostas e limitações

Quando assumido o ambiente de inovação radical, as capacidades de inovação radical e a combinação de ambos é representado pelo Diagrama 2.

Diagrama 2. Capacidades de inovação radical e a combinação de ambos

```

RADICAL = nao
| AMBIENTE_RADICAL = nao AND
| CAPACIDADE_RADICAL = nao AND
| AMBIENTE_CAPACIDADE_RADICAL = nao
| | MELHORIA = nao
| | | INCREMENTAL = nao
| | | modo_inov := 0 [NA/Outlier]
| | | INCREMENTAL = sim
| | | modo_inov := 2 [incremental]
| | MELHORIA = sim
| | modo_inov := 3 [melhoria]
RADICAL = sim
| AMBIENTE_RADICAL = sim OR
| CAPACIDADE_RADICAL = sim OR
| AMBIENTE_CAPACIDADE_RADICAL = sim
| modo_inov := 1 [radical]

```

A não-ocorrência simultânea de nenhuma das três predições elencadas para a inovação radical encaminha para o teste o modo de inovação melhoria, e em caso de “não”, novo teste para o modo de inovação incremental. Ao contrário, a detecção de um único dos três caminhos de predição (ambiente, capacidades e ambos) enseja a verificação do elemento de estudo de inovação, exatamente pela raridade de *hit* em qualquer um dos três: sendo este um preditor de “não” radical, incremental e melhoria, um

“sim” radical merece investigação.

Sendo o “sim” a exceção do modelo, e não a regra, seu índice de ocorrência pode ser definido pelo complemento da ocorrência “não”, expressa, no caso, da forma que segue:

$$\text{PrecisãoSIM} = (1 - \text{PrecisãoNAO})$$

Sendo a *PrecisãoNAO* estipulada pela Precisão do classificador escolhido (no caso Random-Tree, 0,846), a *PrecisãoSIM* seria de 0,154, ou 15,4%, para melhor inteligência. É razoavelmente aceitável presumir que, em qualquer ramo, de qualquer árvore de decisão, se a possibilidade de “sim” for maior que 15,4%, este ramo merece investigação.

Esta teoria é perfeitamente suscetível de teste, seja de falseamento, seja de corroboração: basta tratar cada ocorrência “sim” com autofiltros da ferramenta Excel, seguindo a sequência lógica fornecida pelo modelo. Uma das contribuições deste artigo é a utilização de filtros do Excel como método corroborador ou falsificador dos modelos apreendidos.

Especialmente na rodada 5, os testes denotam probabilidade de “sim” (radical) bem acima do supra exigido, o que está longe de ser entendido como condições ideais para inovação radical, mas que, em seu evento combinado, elevam a possibilidade de acontecer (ver Diagrama 3).

Os resultados demonstram a incidência de 10 “sim” (inovação radical) em 18 registros, se tratando de uma taxa de incidência maior do que a considerada como mínima razoável para encaminhamento à validação de tal ocorrência por um profissional humano.

Aplicados os filtros de acordo com o fragmento da árvore de decisão, a coluna “radical” oferta um *output* rigorosamente igual ao predito pelo classificador, ficando corroborada a hipótese. E este é apenas um de vários testes possíveis.

Todas as árvores (mesmo as teoricamente não adotadas) podem fornecer algum fragmento de conhecimento relevante, portanto. E este foi o motivo delas terem sido mantidas, em suas respectivas rodadas, mesmo com acurácias

Diagrama 3. Teste de probabilidade de “sim” inovação radical

```

gestao_tecnol = sim
| limit_financ = nao
| | coop_o2p = sim
| | | imposicao_legal = nao
| | | | orient_problema = nao
| | | | frag_rotinas = nao
| | | | | dispon_recursos = sim: sim {nao:8.0;sim:10.0;} (18.0/8.0) [18.0]

```

inferiores: adotado o método de análise de “sim” pelo complemento do “não” com maior acurácia. Há a eliminação das predições óbvias, cumprindo, quase que a contento, o objetivo primordial deste artigo que seria, pelo método de classificação, tentar prever a ocorrência, na origem, da inovação mais relevante para a sociedade: a radical.

A partir das *RandomTrees* pode efetuar predições unicamente com base em sua (boa) precisão, que podem resultar em severa indução ao erro, o histórico problema da indução (Popper, 1934): diversos ramos das mais diversas rodadas oferecem resultados “sim” (que são a exceção), com base em um conjunto de condicionais, cujo resultado de busca culmina em único registro.

Sem a existência de um número mínimo significativo de casos incidentes em cada ramo, de cada árvore, presumir seu caráter preditivo (que ele venha a se repetir) é, no mínimo, imprudente.

Estabelece-se a partir deste momento, a incidência de seis registros (independentemente de serem sim ou não) para a viabilidade do ramo, com vistas à predição “sim”. Para a predição “não”, que é a natureza desta classificação, qualquer valor poderá ser aceito, pois há ainda a possibilidade de detecção de *outlier*, pela chance (remota, mas existente) de uma predição *Radical* = não e *melhoria* = não E *incremental* = não.

As rodadas 4.1 e 5.1 tentam mitigar este problema exatamente pelo aumento da base de testes, por meio da manipulação do *split* automático para 50%. A medida teve alguma relevância em relação a *Random Trees* e nenhuma, salvo problemas de observação, na *CSForest*, por exemplo.

Esta observação também denota como segundo problema relevante a necessidade da contínua expansão da base de dados (que ainda é relativamente pequena) para uma melhor predição. A quantidade de eventos únicos nas *RandomTrees*, quando se trata de inovações radicais, também oferece uma interpretação bastante contundente sobre o caráter singular de tal inovação.

5.2 Interpretação semântica, hipóteses e possibilidades

Ao observar o Diagrama 3, rodada 5, é possível notar que existe aumento da inovação radical, onde há gestão tecnológica, não há limita-

ções financeiras, há a cooperação, não há imposição legal, não há orientação a problema, não há fragmentação de rotinas e há disponibilidade de recursos.

5.2.1 Ambiente para a inovação

A mudança da dinâmica de análise classificatória das bases, quando proposta da nova forma que originou as “Nove Rodadas”, além de resolver os problemas fenomenológicos já relatados, ofereceu novas oportunidades de busca de conhecimento acerca da inovação no setor público.

Para o ambiente de inovação radical, observe o resultado no anexo na rodada 01 e para o incremental e melhoria, as rodadas 08 e 09, respectivamente. Nos campos da rodada 1, observa-se na árvore 1 em *CSForest* apresentado no Diagrama 4.

A fim de se obter *PrecisãoSIM*, a amostra é aceitável: maior que seis registros e incidência de 30% (maior que 15,4%) de inovações radicais.

No entanto, a descrição de um ambiente onde “não” há padronização, há um codesenvolvedor, “não” há imposição legal, “não” há cooperação com o 3º setor, há resistência, e há fragmentação de rotinas não seria, no entendimento do observador mais leigo, um ambiente propício ou, por assim dizer, onde há uma probabilidade maior de geração de uma inovação radical. De fato, o senso comum indicaria o contrário (Bachelard, 1938). Na verdade, o contrário diametral. Chamaremos este inusitado padrão de “padrão A”.

Com o resultado, foi possível levantar entre os atributos destacados do Diagrama 5 outra proposta de atributos viável para a predição do ambiente de inovação radical.

Nota-se que o padrão B não se afasta do “nível de adversidade” do padrão A. A amostra é perfeitamente viável e a incidência de inovações radicais atinge excelentes 23,91%.

O padrão C parece ainda mais agravado: ele impinge ao padrão B nada mais, nada menos que “limitações de infraestrutura”, exigindo que não haja resistência (facilitador) e que não haja orientação a problema (agravante, mais um). A amostra permanece significativa no padrão C (dez registros), com incidência de 70% de inovações radicais.

Ao continuar utilizando os auto-filtros no Excel. Os resultados foram:

- Padrão A: 10 registros com 3 radicais (30%);

Diagrama 4. Destaques da rodada 1 observada na árvore 1 em CSForest

```

padronizacao = nao
|  co_desenvolvedor = nao
|  |  limit_infra = nao
|  |  |  coop_o2p = sim: nao {nao:17.0;sim:2.0;} (19.0/2.0) [10.0]
|  |  |  coop_o2p = nao
|  |  |  |  conf_interesses = sim: nao {nao:17.0;sim:1.0;} (18.0/1.0) [5.0]
|  |  |  |  conf_interesses = nao: nao {nao:55.0;sim:0.0;} (55.0) [0.0]
|  |  |  limit_infra = sim: nao {nao:27.0;sim:4.0;} (31.0/4.0) [20.0]
|  |  co_desenvolvedor = sim
|  |  |  imposicao_legal = nao
|  |  |  |  coop_3o_setor = nao
|  |  |  |  |  resistencia = sim
|  |  |  |  |  frag_rotinas = nao: nao {nao:22.0;sim:0.0;} (22.0) [0.0]
|  |  |  |  |  frag_rotinas = sim: sim {nao:7.0;sim:3.0;} (10.0/3.0) [10.0] (padrao A)

```

Diagrama 5. Atributos destacados como proposta de viável para predição de ambiente de inovação radical

```

padronizacao = nao
|  coop_o2c = nao
|  |  coop_o2p = sim
|  |  |  imposicao_legal = nao
|  |  |  |  limit_infra = nao
|  |  |  |  |  orient_melhoria = sim: sim {nao:35.0;sim:11.0;} (46.0/11.0) [46.0] (padrao B)
|  |  |  |  |  orient_melhoria = nao
|  |  |  |  |  |  conf_interesses = sim: nao {nao:12.0;sim:0.0;} (12.0) [0.0]
|  |  |  |  |  |  conf_interesses = nao
|  |  |  |  |  |  resistencia = sim: nao {nao:9.0;sim:2.0;} (11.0/2.0) [10.0]
|  |  |  |  |  |  resistencia = nao
|  |  |  |  |  |  |  trab_equipe = sim: nao {nao:11.0;sim:2.0;} (13.0/2.0) [10.0]
|  |  |  |  |  |  |  trab_equipe = nao: nao {nao:10.0;sim:0.0;} (10.0) [0.0]
|  |  |  |  limit_infra = sim
|  |  |  |  |  resistencia = sim: nao {nao:9.0;sim:2.0;} (11.0/2.0) [10.0]
|  |  |  |  |  resistencia = nao
|  |  |  |  |  |  orient_problema = nao: sim {nao:3.0;sim:7.0;} (10.0/3.0) [10.0] (padrao C)

```

- Padrão B: 46 registros com 11 radicais (23,91%);
- Padrão C: 10 registros com 7 radicais (70%);

São rigorosamente iguais aos retornos do Weka. Não há, portanto, erro de impostação de atributos, distorção de base ou falha de processamento. Por último, foi realizado um novo teste: o atributo *imposição legal* esteve presente em todos os padrões, sempre com “não”. É como se, para que cresça a possibilidade de ocorrência de inovações radicais, não pudesse haver imposição legal.

Procede-se ao falseamento, portanto. E se este falseamento for procedente, o retorno do auto-filtro para *inovações radicais onde há (ou por) imposição legal* deveria ser muito baixo. Em 32 registros retornados, a incidência de inovações radicais foi “zero”.

Entende-se, portanto que, se há determinação legal, verifica-se a existência de uma lei para tratar o problema que a inovação tenciona resolver. Isso significaria que seu mapeamento já seria muito anterior. Também, nota-se que mesmo de forma incipiente, fragmentada ou

despadronizada, ele (o problema resolvido pela inovação) já vinha sendo tratado. E de fato uma inovação sobre algo que já é tratado é, segundo nosso marco teórico uma inovação de *melhoria* ou uma inovação *incremental*.

Feitos os testes, sugere-se que “o ambiente propício à inovação radical é muito provavelmente o ambiente adverso”. Mas, não foi possível chegar a um protocolo inovação para o setor público.

Em ambientes adversos, Bill Gates (fundador da Microsoft) e Steve Jobs (fundador da Apple), por exemplo, desenvolveram seus produtos absolutamente inovadores em uma garagem. Pode-se dizer que esses casos são exemplos de adversidade para o desenvolvimento da inovação.

5.2.2 Capacidades para a inovação

A análise das capacidades de inovação é relevante pela possibilidade de investimento em capacitação no setor público, por exemplo. Resultados de pesquisas colaboram para decidir

em qual área de formação/conhecimento a administração pública deve prioritariamente investir.

As capacidades necessárias à potencialização das inovações radicais (rodadas 4 e 4.1), fornecem material para que seja realizada a análise para o modo de inovação melhoria e/ou incremental.

Destacados nos Diagramas 4 e 5, principalmente nos classificadores *CSForest* e *RandomTree*, nota-se a inexistência de ramos de decisão que satisfazem nosso critério *PrecisãoSIM*. No *CSForest* não há um ramo sequer de ambas as árvores de decisão que retorne à predição “sim”. Em *RandomTree*, somente ramos singulares. Entende-se que não há um conjunto de capacidades que determine mais fortemente a geração de uma inovação radical. Todas seriam importantes, com maior ou menor relevância de acordo com o contexto.

Típica hipótese apropriada ao falseamento: se a presença de capacidades não é determinante para a existência de inovação radical, seria a ausência de um conjunto de capacidades determinante para sua inexistência?

Pode-se dizer que “sim” ao atentar aos ramos ressaltados na rodada 4.1, pois há a presença de gestão tecnológica e gestão de projetos, a despeito da presença ou ausência de liderança estratégica, sem a gestão de pessoas praticamente determina uma inovação incremental ou melhoria. A presença de gestão de pessoas melhora essa condição, mas não suficiente para ativação do *PrecisãoSIM* (Diagrama 6).

Ao analisar infere-se que há ausência simultânea de liderança transformadora, gestão de projetos e gestão de pessoas e isso praticamente determina a inexistência de inovações radicais, por exemplo. Inovação radical não é recorrente. De fato, ter uma boa ideia sem as capacidades para desenvolvê-la é o equivalente a nunca tirá-la do papel.

5.2.3 Uma última análise: ambiente e capacidades orientadas aos quatro resultados tradicionais (melhoria de

clima, melhoria de gestão, melhoria de entrega e melhoria de imagem)

A inovação é essencial face os problemas complexos e ao rápido ritmo de mudança na sociedade contemporânea. No setor público não é diferente e a inovação surge campo de conhecimento para oferecer alicerces sólidos aos programas, políticas, projetos e práticas que governos e organizações públicas realizam visando amplos resultados e impactos positivos na qualidade de vida de cidadãos.

Os resultados mostram, de forma geral, que as inovações ocorrem com ênfase em aspectos organizacionais e de processos do que orientadas aos serviços públicos, demonstrando uma característica de inovação gerencial ou administrativa das experiências analisadas.

A análise qualitativa das árvores de decisão geradas nesta pesquisa pode apoiar o direcionamento das organizações públicas quanto ao investimento em variáveis da inovação para o alcance dos resultados relacionados à melhoria de clima, melhoria da gestão organizacional, sendo resultados internos e melhoria da entrega de serviços e melhoria da imagem, como resultados externos à organização.

Alguns resultados importantes se destacaram, como por exemplo, para a melhoria de clima em inovações empreendidas na organização:

- Resultado 1: Melhoria de clima: Para gerar a Melhoria de clima as inovações se dão em contexto de coprodução e parceria, gerando mudanças na gestão da organização, sendo estas desenvolvidas pelos parceiros.
- Resultado 2: Melhoria da gestão organizacional: Para gerar melhoria na gestão organizacional, a gestão de tecnologia se mostra a principal capacidade para inovar, buscando mudanças, sendo a inovação do tipo organizacional, facilitada pela comunicação institucional, para assim se caracterizar em termos de melhoria de seus atributos. Com consequente melhores resultados da gestão. 2.1. Para gerar melhoria na gestão organizacio-

Diagrama 6. Atributos para *inovação incremental ou melhoria*.

```
gestao_tecnol = sim
| gestao_projetos = sim
| | gestao_pessoas = sim: nao {nao:84.0;sim:14.0;} (98.0/14.0) [70.0]
| | gestao_pessoas = nao
| | | lider_transf = sim: nao {nao:14.0;sim:0.0;} (14.0) [0.0]
| | | lider_transf = nao: nao {nao:15.0;sim:1.0;} (16.0/1.0) [5.0]
```

nal, a gestão de tecnologia se mostra a principal capacidade para inovar, contribuindo para a inovação de comunicação, que a inovação seja orientada a solução de problema e que os parceiros sejam desenvolvedores da inovação.

- Resultado 3: melhoria de entrega de serviços: para melhorar a entrega de serviços, a inovação é do tipo organizacional, com a participação de parceiros (coprodução), mesmo havendo resistência a mudanças, os parceiros atuando como desenvolvedores da inovação, esta gera melhoria na entrega de serviços.
- Melhoria da imagem: para melhorar a imagem institucional, não havendo limitação de infraestrutura, a gestão de projetos é uma capacidade importante, para que sendo a inovação de melhoria, esta possa ser gerada em parceria com atores privados e aconteça

por meio de mudanças na gestão da organização.

6. Considerações finais

Os resultados mostram, de forma geral, que as inovações ocorrem com ênfase em aspectos organizacionais e de processos do que orientadas aos serviços públicos, demonstrando uma característica de inovação gerencial ou administrativa das experiências analisadas.

A análise qualitativa das árvores de decisão geradas contribuiu para apoiar o direcionamento das organizações públicas quanto ao investimento em inovação.

A pesquisa colaborou para a realização de vários testes, mas existem possibilidades de novos estudos para explorar a base de dados que tem 301 eventos, com mais de oitenta variáveis. Para isso, é necessário segmentá-la para ampliar as oportunidades de análises.

Referências

- Albury, D. (2005). *Fostering Innovation in Public Services*. Public Money & Management, 25(1), 51-56.
- Arundel, A. & Huber, D. (2013). From too little to too much innovation? Issues in measuring innovation in the public sector. *Structural Change and Economic Dynamics*, 27, 146-159.
- Avlonitis, G. J., Papastathopoulou, P. G. & Gounaris, S. P. An empirically-based typology of product innovativeness for new financial services: success and failure scenarios. *Journal of Product Innovation Management*, 18(5), 324-342, 2001.
- Bachelard, G. (1938). *A Formação do Espírito Científico*. Editora: Contraponto.
- Bloch, C. (2011). *Measuring Public Innovation in the Nordic Countries: Copenhagen Manual*. Copenhagen: MEPIN.
- Borins, S. (2014). *The persistence of innovation in government: a guide for innovative public servants*. IBM Center for The Business of Government.
- Brandão, S. M. & Bruno-Faria, M. D. F. (2013). Inovação no setor público: análise da produção científica em periódicos nacionais e internacionais da área de administração. *Revista de Administração Pública*, 47(1), 227-248.
- Bugge, M. M., Mortesen, P. S., & Bloch, C. (2011). *Report of the Nordic Pilot studies - Analyses of methodology and results*. Copenhagen: MEPIN.
- Daglio, M., Gerson, D. & Kitchen, H. *Building organizational capacity for public sector innovation*. Paris: OECD: 2014.
- Damasceno, M. (2010). Introdução a mineração de dados usando o Weka. *V Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação*. <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/anais/conteudo/anais/files/conferences/1/schedConfs/1/papers/258/public/258-4653-1-PB.pdf>
- De Vries, H. A., Bekkers, V. J. J. M. & Tummers, L. G. (2016). Innovation in the public sector: a systematic review and future research agenda. *Public Administration*, 94(1), 146-166.
- Djellal, F., Gallouj, F., & Miles, I. (2013). *Two decades of research on innovation in services: Which place for public services?* *Structural Change and Economic Dynamics*, 27, 98-117.
- Freund, Y. & Mason, L. (1999). The alternating decision tree learning algorithm. *16th International Conference on Machine Learning*, Bled, Slovenia, 124-133.
- Gallouj, L. R., Toivonen, M., & Windrum, P. (2018). Understanding social innovation in services industries. *Industry and Innovation*, 25(6), 551-569. DOI: 10.1080/13662716.2017.1419124
- Halvorsen, T., Hauknes, J., Miles, I., & Roste, R. (2005). *On the differences between public and private sector innovation*. Oslo: NIFU STEP.
- Hipp, C., & Grupp, H. (2005). Innovation in the service sector: the demand for service-specific innovation measurement concepts and typologies. *Research Policy*, 34(4), 517-535.
- Hughes, A., Moore, K., & Kataria, N. (2011). *Innovation in Public Sector Organisations: A pilot survey for measuring innovation across the public sector*. London: NESTA.
- Isidro, A. (2018). *Gestão pública inovadora: um guia prático para a inovação no setor público*. Curitiba: Editora CRV.
- Koch, P. & Hauknes, J. (2005). *Innovation in the Public Sector*. Public Report No. D20. Oslo: NIFU STEP.

- Lawson, B. & Samson, D. (2001). Developing innovation Capability in organisations: A dynamic capabilities approach. *International Journal of Innovation Management*, 5(3), 377-400.
- Popper, K. R. (2013). *A lógica da pesquisa científica*. Editora Cultrix.
- Potts, J. & Kastelle, T. (2010). Public sector innovation research: what's next? *Innovation: Management, Policy & Practice*, 12, 122-137.
- Sarker, I. H., Kayes, A. S. M., & Watters, P. (2019). Effectiveness analysis of machine learning classification models for predicting personalized context-aware smartphone usage. *Journal of Big Data*.
- Shearer C. (2000). The CRISP-DM model: the new blueprint for data mining. *Journal of Data Warehousing*, 5, 13-22.
- Siers, M. J. & Islam, M. Z. (2015). Software defect prediction using a cost sensitive decision forest and voting, and a potential solution to the class imbalance problem. *Information Systems*, 51, 62-71.
- Sorensen, E. (2016). Political innovations: innovations in political institutions, processes and outputs. *Public Management Review*, 19, 1-19.
- Valladares, P. S. D. A., Vasconcellos, M. A. de, & di Serio, L. C. (2014). Capacidade de Inovação: Revisão Sistemática da Literatura. *Revista de Administração Contemporânea*, 18(5), 598-626.
- Vieira, L. V. (2015). *Inovação no setor público: indutores, capacidades, tipos e resultados de inovação*. Dissertação (Mestrado em Administração), Universidade de Brasília.
- Vigoda-Gadot, E., Shoham, A., Schwabsky, N., & Ruvio, A. (2008). Public Sector Innovation for Europe: A Multinational Eight-Country Exploration of Citizens' Perspectives. *Public Administration*, 86(2), 307-329. DOI: 10.1111/j.1467-9299.2008.00731.x

Sobre os autores

Maíra Sardinha

Mestranda em Governança, Tecnologia e Inovação (UCB), com MBA em Marketing (FGV), especialização em Ciência Política (UnB) e graduação em Comunicação Social (UFMT). Tem experiência de mais de 15 anos em Comunicação Digital, tendo atuado como líder de projetos de aplicativos, portais de Internet e Intranet em instituições como DNIT, MMA, CFOAB e Conab. Atualmente, é consultora em comunicação digital.

Tatiana Queiroz-Isidro

Mestranda em Governança, Tecnologia e Inovação (Universidade Católica de Brasília), Especialização em Engenharia de Software (Universidade Católica de Brasília) e Analista de Sistemas. Pesquisadora do Laboratório de Inovação e Estratégia em Governo (LineGov|UnB) e pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Analista de Negócios no Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO).

Leonardo Vilela Toé

Mestrando em Governança, Tecnologia e Inovação (UCB), pós-graduado em Gestão Empresarial (Fatesf-ES) e tecnólogo em Gestão da Tecnologia da Informação (UCB). Detém as certificações ANBIMA CPA-20, Linguaskill C1, além de certificado em técnicas de Liderança para Alta Performance e Inteligência Emocional (Duomo Aprendizagem Corporativa). Funcionário de carreira do Banco do Brasil há mais de 20 anos, tem experiência de 13 anos em cargos de gestão exercidos no Estados do ES, MA e DF. Atua no segmento Alta Renda com ênfase no Agronegócio.

Antonio Isidro

Doutor (2010) e Mestre (2006) em Administração (UnB), MBA em Gestão de Pessoas (FGV, 2004) e Psicólogo pelo Centro Universitário UniCEUB (2002). Coordenador do Laboratório de Inovação e Estratégia em Governo (LineGov|UnB), Professor e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Brasília.

Hércules Antonio do Prado

Graduado em Processamento de Dados pela Universidade Federal de São Carlos (1976), Mestre em Engenharia de Sistemas e Computação pela COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro (1989) e Doutor em Ciências da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2001). Foi professor visitante da *School of Computing and Information* da Universidade de Pittsburgh, EUA em 1999. É professor da Universidade Católica de Brasília, onde atua no Mestrado em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação (MGCTI). Seus interesses incluem Inteligência Artificial, Gestão do Conhecimento, Gestão Organizacional, Planejamento Estratégico e Aprendizagem Organizacional.

Ana Paula Bernardi da Silva

Licenciada em Matemática pela Universidade Federal de Rio Grande (1995), Mestre em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1998) e Doutora em Engenharia de Sistemas Eletrônicos e de Automação pela Universidade de Brasília (2015). Tem experiência, desenvolvendo projetos desde 2002, na área de modelagem e implementação de Sistemas Inteligentes, governança e transformação digital. Atualmente é professora do Mestrado em Governança, Tecnologia e Inovação, onde atua no grupo de pesquisa focado na Modelagem de Sistemas Complexos.