



Universidade de Brasília – UnB
Faculdade UnB Gama – FGA
Engenharia de Software

Mineração de Dados Aplicada à Avaliação da Qualidade dos Serviços Públicos Federais Brasileiros

Autor: Vítor Gomes de Menezes
Orientador: Prof. Dr. Glauco Vitor Pedrosa
Coorientadora: Profa. Dra. Rejane Maria da Costa Figueiredo

Brasília, DF
2020



Vítor Gomes de Menezes

Mineração de Dados Aplicada à Avaliação da Qualidade dos Serviços Públicos Federais Brasileiros

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Software da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Software.

Universidade de Brasília – UnB

Faculdade UnB Gama – FGA

Orientador: Prof. Dr. Glauco Vitor Pedrosa

Coorientador: Profa. Dra. Rejane Maria da Costa Figueiredo

Brasília, DF

2020

Vítor Gomes de Menezes

Mineração de Dados Aplicada à Avaliação da Qualidade dos Serviços Públicos
Federais Brasileiros/ Vítor Gomes de Menezes. – Brasília, DF, 2020-
87 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Glauco Vitor Pedrosa

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília – UnB
Faculdade UnB Gama – FGA , 2020.

1. Mineração de Dados. 2. Governo Digital. I. Prof. Dr. Glauco Vitor Pedrosa.
II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Mineração de Dados
Aplicada à Avaliação da Qualidade dos Serviços Públicos Federais Brasileiros

CDU 02:141:005.6

Vítor Gomes de Menezes

Mineração de Dados Aplicada à Avaliação da Qualidade dos Serviços Públicos Federais Brasileiros

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Software da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Software.

Trabalho aprovado. Brasília, DF, 10/12/2020 – Data da aprovação do trabalho:

Prof. Dr. Glauco Vitor Pedrosa
Orientador

Profa. Dra. Rejane Maria da Costa Figueiredo
Coorientadora

Prof. Dr. John Lenon Cardoso Gardenghi
Convidado 1

Brasília, DF
2020

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a todos aqueles que me apoiaram na construção dessa experiência incrível na Universidade de Brasília e que me ajudaram a chegar em mais um ponto de transição para o futuro.

Agradeço a Secretaria de Governo Digital (SGD) do Ministério da Economia (ME) pela coleta e fornecimento dos dados da pesquisa de gestão da qualidade analisada neste trabalho. Espero que os resultados deste estudo possam igualmente contribuir a melhoria dos serviços públicos federais brasileiro no âmbito da Jornada de Transformação dos Serviços.

Agradeço ao orientador, Prof. Dr. Glauco Vitor Pedrosa, por guiar-me nessa jornada. Com o professor, pude conhecer a área de mineração de dados muito mais a fundo e descobrir meu interesse por ela. Aprendi muito com essa colaboração e agradeço todo o tempo dedicado nela.

Agradeço à coorientadora Profa. Dra. Rejane Maria da Costa Figueiredo pelo apoio não apenas para este trabalho, mas para toda a minha vida profissional. Levo seus conselhos para toda a vida. Agradeço a oportunidade que tive de participar e contribuir no ITRAC, onde pude desenvolver habilidades profissionais e acadêmicas que decerto impactarão meu futuro.

Agradeço aos meus pais, por tudo. Vocês sempre buscaram dar a mim e ao meu irmão as melhores condições ao seu alcance que pudessem contribuir para o nosso futuro. É graças a vocês e todo o seu esforço na minha criação que pude tornar-me quem sou e chegar hoje a conclusão do ensino superior.

Agradeço ao Gui, que literalmente segurou minha mão durante a finalização deste trabalho. Seu apoio foi essencial para que eu conseguisse terminar essa jornada. Seus conselhos e apoio na vida profissional também foram significativos para que eu conseguisse me preparar para o futuro. Você é uma pessoa incrível que o destino me trouxe e sou feliz por isso.

Agradeço à Profa. Dra. Marília Miranda Forte Gomes e à Gabriela, por todo o apoio, sugestões e aprendizado juntos. Com vocês, pude aprender muito sobre estatística e sobretudo sobre o R. A partir desses conhecimentos, pude conhecer e desenvolver coisas novas além deste trabalho e é muito gratificante.

Agradeço à Fabíola, por me aguentar durante toda a graduação, inclusive durante a realização deste trabalho. Agradeço por sempre ouvir tudo que eu tenho para dizer sem nenhum julgamento - com você, eu sinto um lugar seguro onde posso ser quem sou sem

absolutamente nenhum filtro. Todas as nossas conversas, discussões e trabalhos juntos foram muito importantes para mim.

Agradeço ao Olgierd, por ser uma pessoa maravilhosa que me deu esperança sempre que precisei. Levo tudo que aprendi com você para a vida inteira e sou grato por todas as experiências que compartilhamos e todos os momentos em que você me ajudou de alguma forma.

Agradeço à Vanessa, a melhor veterana que tive durante toda a graduação. Com você, aprendi muito do âmbito acadêmico, aprendi novas maneiras de pesquisa e pude aprimorar minhas habilidades de escrita. Trabalhar com você foi uma experiência incrível e sou grato de tê-la como amiga.

Agradeço a todos os meus colegas, do ITRAC, da FGA e do passado. Vocês me inspiram a buscar ser sempre a melhor versão de mim.

Agradeço a todos os professores da FGA e de toda a Universidade de Brasília com os quais pude aprender sobre o que é ser um engenheiro de software e sobre ser um cidadão na busca da melhoria da democracia e da sociedade. Agradeço especialmente à Profa. Msc. Elaine Venson, quem despertou minha paixão pela Engenharia de Software e tornou-me fiel da área.

Por fim, agradeço novamente a todos aqueles que desempenharam algum papel na construção de quem sou e me apoiaram para a construção do caminho que trilho para o futuro. Obrigado a todos.

Resumo

A implementação de estratégias de governo digital demanda o uso de ferramentas de avaliação de serviços a fim de garantir a entrega de serviços de alta qualidade aos cidadãos. Nesse contexto, foi realizada uma pesquisa acerca da gestão da qualidade dos serviços públicos em parceria com um Ministério do Governo Federal Brasileiro. Este trabalho apresenta um modelo multivariado construído a partir de uma análise de regressão que relaciona aspectos dos serviços e sua nota. As variáveis com maior significância estatística foram: adequação da quantidade de colaboradores à provisão do serviço e exigências documentais que poderiam ser reduzidas. A possibilidade de acompanhar o serviço pela internet apresenta uma relação negativa com a nota dele. O trabalho também busca construir modelos de predição do tempo de espera de serviços entregues a pessoas físicas e pessoas jurídicas. Número de documentos que o usuário deve fornecer para obter o serviço, a quantidade de interações do usuário com o governo e características relacionadas a avaliação da qualidade são pontos que impactam o tempo de espera de serviços para ambos os tipos de pessoa. Para trabalhos futuros, deve-se refinar o instrumento e reanalisar as implicações propostas por este estudo a fim de confirmá-las.

Palavras-chaves: Ciência de Dados; Governo Digital; Mineração de Dados; Avaliação de Serviços.

Abstract

The implementation of digital government strategies requires the use of service assessment tools in order to guarantee the delivery of high quality services to citizens. In this context, a survey was conducted on the quality management of public services in partnership with a Ministry of the Brazilian Federal Government. This work presents a multivariate model built from a regression analysis that relates aspects of services and their score. The variables with the greatest statistical significance were the adequacy of the number of employees to the provision of the service and documentary requirements that could be reduced. The power to keep up with the service over the internet has a negative relationship with its score. The work also seeks to build models for predicting the waiting time for services delivered to individual and legal persons. Number of documents that the user must provide to obtain the service, the number of user interactions with the government and characteristics related to quality assessment are points that impact the waiting time for services for both persons. For future work, the instrument should be refined and the implications proposed by this study reanalyzed in order to confirm them.

Key-words: Data Science; Digital Government; Data Mining; Service Evaluation.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Processo de execução adotado para o desenvolvimento do trabalho. Fonte: Elaborado pelo autor.	17
Figura 2 – Escala SERVQUAL. Fonte: Traduzido de Parasuraman, Zeithaml e Berry (1988).	22
Figura 3 – Modelo DeLone & McLean. Fonte: Traduzido de DeLone e McLean (2003).	23
Figura 4 – Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM). Fonte: Traduzido de Davis, Bagozzi e Warshaw (1989).	23
Figura 5 – Processo de KDD. Fonte: Adaptado de Silva, Peres e Boscarioli (2016).	31
Figura 6 – Exemplo simples para a rotação de dados no PCA. Fonte: Elaborado pelo autor.	33
Figura 7 – Exemplo de agrupamento com raças de cachorros. Fonte: Elaborado pelo autor.	35
Figura 8 – Exemplo de agrupamento com casos de surto de dengue. Fonte: Elaborado pelo autor.	35
Figura 9 – Esquema para ilustrar o funcionamento do AGNES. Fonte: Elaborado pelo autor.	36
Figura 10 – Resultado do AGNES em formato de dendograma. Fonte: Elaborado pelo autor.	37
Figura 11 – Exemplo dos cortes no dendograma do AGNES. Fonte: Elaborado pelo autor.	37
Figura 12 – Representação de uma matriz de similaridades (MS). Fonte: Silva, Peres e Boscarioli (2016).	38
Figura 13 – Sequência de execução e organização dos grupos em representação na forma de dendograma. Fonte: Elaborado pelo autor.	40
Figura 14 – Exemplo da classificação em árvore de decisão. Fonte: Elaborado pelo autor.	40
Figura 15 – Árvore de decisão simples segundo tipo de serviço. Fonte: Elaborado pelo autor.	41
Figura 16 – Exemplos de árvores de decisão segundo a entropia de seus atributos. Fonte: Elaborado pelo autor.	42
Figura 17 – Gráfico de dispersão do conjunto de dados Pesquisa Custo de Serviços. Fonte: Elaborado pelo autor.	46
Figura 18 – Modelo BrQM de Gestão da Qualidade (PEDROSA; MENEZES; FIGUEIREDO, 2020).	49
Figura 19 – Fases para análise de regressão da nota final dos serviços	51

Figura 20 – Distribuição dos serviços segundo nível da nota	53
Figura 21 – Distribuição do tempo de espera dos serviços da base de dados que são ofertados a pessoas físicas.	62
Figura 22 – Distribuição de serviços entregues a pessoas jurídicas segundo seu tempo de espera.	63
Figura 23 – Questionário da Pesquisa de Gestão da Qualidade	87

Lista de tabelas

Tabela 1 – Amostra de dados Perfis de Usuário. Fonte: Elaborado pelo autor. . . .	38
Tabela 2 – Dados da amostra normalizados. Fonte: Elaborado pelo autor.	38
Tabela 3 – Matriz de similaridades. Fonte: Elaborado pelo autor.	39
Tabela 4 – Conjunto de dados <i>Pesquisa de Serviços</i> . Fonte: Elaborado pelo autor.	44
Tabela 5 – Serviço com classificação desconhecida. Fonte: Elaborado pelo autor. .	44
Tabela 6 – Conjunto de dados Pesquisa Custo de Serviços. Fonte: Elaborado pelo autor.	46
Tabela 7 – Resultados da análise univariada	55
Tabela 8 – Resultados dos modelos multivariados estimados para análise das dimensões de avaliação de gestão da qualidade e nota do serviço . . .	56
Tabela 10 – Resultados de alguns classificadores para serviços públicos entregues a pessoas físicas	65
Tabela 11 – Resultados de alguns classificadores para serviços públicos ofertados a pessoas jurídicas	65
Tabela 12 – Variáveis selecionadas para serviços públicos direcionados a pessoas físicas	66
Tabela 13 – Variáveis selecionadas para serviços públicos ofertados a pessoas jurídicas	66
Tabela 14 – Acurácia dos classificadores para serviços públicos direcionados a pessoas físicas após a seleção de variáveis	67
Tabela 15 – Acurácia dos classificadores para serviços públicos entregues a pessoas jurídicas após a seleção de variáveis.	67
Tabela 16 – Matriz de confusão do algoritmo Naïve-Bayes para predição do tempo de espera de serviços públicos ofertados a pessoas físicas	67
Tabela 17 – Matriz de confusão do algoritmo J48 para predição do tempo de espera de serviços públicos ofertados a pessoas jurídicas	68
Tabela 18 – Questionário da Pesquisa de Gestão da Qualidade	80

Lista de abreviaturas e siglas

ACSI	Índice Americano de Satisfação dos Clientes (<i>American Customer Satisfaction Index</i>)
AUC	Área Abaixo da Curva (<i>Area Under the Curve</i>)
AGNES	Agrupamento Aglomerativo (<i>Agglomerative Nesting</i>)
BrQM	Brasil Gestão da Qualidade (<i>Brazil Quality Management</i>)
D&M	DeLone & McLean
ECSI	Índice Europeu de Satisfação dos Clientes (<i>European Customer Satisfaction Index</i>)
EGDI	Índice de Desenvolvimento de Governo Eletrônico (<i>E-Government Development Index</i>)
EPI	Índice de Participação Eletrônica (<i>E-Participation Index</i>)
G2B	Governo para Negócio (<i>Government to Business</i>)
G2C	Governo para Cidadão (<i>Government to Citizen</i>)
G2G	Governo para Governo (<i>Government to Government</i>)
ITRAC	Centro de Pesquisa e Aplicação de Tecnologia da Informação (<i>Information Technology Research and Application Center</i>)
KDD	Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados (<i>Knowledge Discovery in Databases</i>)
LPWAN	Rede de Baixa Energia em Área Extensa (<i>Low-Power Wide-Area Network</i>)
ME	Ministério da Economia
MS	Matriz de Singularidades
MUSA	Análise de Satisfação Multicritérios (<i>Multi-criteria Satisfaction Analysis</i>)
ONU	Organização das Nações Unidas
OSI	Índice de Serviços <i>Online</i> (<i>Online Service Index</i>)

PCA	Análise de Componentes Principais (<i>Principal Component Analysis</i>)
ROC	Característica de Operação do Receptor (<i>Receiver Operating Characteristic</i>)
SVM	Máquina de Vetores de Suporte (<i>Support Vector Machines</i>)
TAM	Modelo de Aceitação de Tecnologia (<i>Technology Acceptance Model</i>)
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TQM	Gestão da Qualidade Total (<i>Total Quality Management</i>)
SGD	Secretaria de Governo Digital
SI	Sistema de Informação
UnB	Universidade de Brasília

Sumário

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Contexto	16
1.2	Problema	17
1.3	Objetivos	17
1.4	Processo de execução do trabalho	17
1.5	Organização do Trabalho	18
2	GOVERNO DIGITAL	20
2.1	Avaliação de Serviços	20
2.2	Modelos para a Avaliação de Serviços	21
2.3	Perspectivas na Avaliação de Serviços	24
2.3.1	Perspectiva do Usuário	24
2.3.1.1	Qualidade de Serviços	25
2.3.1.2	Satisfação do Usuário	26
2.3.1.3	Experiência do Usuário	27
2.3.1.4	Sucesso e Aceitação de SI	27
2.3.2	Perspectiva dos Gestores	28
2.4	Avaliação de Serviços no Governo Federal Brasileiro	29
2.4.1	Histórico da Avaliação de Serviços no Brasil	29
2.4.2	Resultados das estratégias brasileiras	30
3	FUNDAMENTOS DE MINERAÇÃO DE DADOS	31
3.1	Análise Exploratória	32
3.1.1	Análise de Componentes Principais (PCA)	32
3.2	Análise de Agrupamento	33
3.2.1	K-médias	33
3.2.2	AGNES	36
3.2.2.1	Outros tipos de agrupamento	39
3.3	Análise Preditiva	39
3.3.1	Árvores de Decisão	39
3.3.1.1	J48	42
3.3.1.2	Random Forest	43
3.3.2	Naïve-Bayes	43
3.3.3	Outros algoritmos de análise preditiva	44
3.3.4	Análise de Regressão	45
3.3.4.1	Regressão Linear	45

3.3.4.2	Outros tipos de regressão	47
4	PLANEJAMENTO DAS ANÁLISES E MODELOS	48
4.1	Contexto de aplicação	48
4.2	Modelo BrQM	48
4.3	Modelo para a nota dos serviços segundo a perspectiva da gestão da qualidade	50
4.4	Modelos preditivos do tempo de espera dos serviços	50
5	ANÁLISE DE REGRESSÃO DA NOTA FINAL DE CADA SERVIÇO	51
5.1	Métodos	51
5.1.1	Desenvolvimento do Instrumento Preliminar	52
5.1.2	Coleta de Dados	52
5.1.3	Análise Fatorial Exploratória e BrQM	52
5.1.4	Análise de Regressão e caracterização da base de dados	52
5.2	Resultados	54
5.3	Discussão	58
5.4	Considerações finais do capítulo	60
6	MODELOS DE PREDIÇÃO DO TEMPO DE ESPERA DOS SERVIÇOS PÚBLICOS	61
6.1	Métodos	61
6.2	Coleta de Dados	61
6.3	Caracterização da base de dados	61
6.4	Algoritmos de Aprendizado de Máquinas	62
6.4.1	Classificação e Validação	62
6.4.1.1	Seleção de Atributos	64
6.5	Resultados	65
6.5.1	Acurácia de Classificação	65
6.5.1.1	Resultados Preliminares	65
6.5.1.2	Resultados após Seleção de Atributos	66
6.6	Discussão	68
6.7	Considerações finais do capítulo	69
7	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	70
	REFERÊNCIAS	72

ANEXOS	79
ANEXO A – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE GESTÃO DA QUALIDADE	80
ANEXO B – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA SEGUNDO A PERSPECTIVA DO USUÁRIO PARA SERVIÇOS PRESENCIAIS	87

1 Introdução

1.1 Contexto

Nos últimos anos, vários países vêm adotando estratégias a fim de desenvolver novos paradigmas para a entrega dos serviços públicos aos seus cidadãos. Essas estratégias envolvem uma reformulação das estruturas organizacionais relacionadas ao oferecimento do serviço, desde a concepção do serviço até à sua entrega. Essas alterações vêm impactando o relacionamento entre governo e cidadãos, tornando-os mais próximos e, como consequência, gerando uma nova perspectiva na prestação e consumo dos serviços públicos.

“Governo Digital” é uma das estratégias que vêm sendo adotadas pelos governos a fim de transformar a relação G2C (do inglês, *Government to Citizen*). Esse termo se refere ao uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no âmbito governamental, cujo objetivo é tornar as políticas públicas mais eficientes e econômicas com o uso de tecnologias. Dessa forma, as mudanças promovidas a partir da inserção do Governo Digital visam a facilitação dos objetivos econômicos e sociais dos cidadãos, negócios e sociedade desde o nível regional ao internacional (ALIAS et al., 2011).

Entretanto, as estratégias do uso de Governo Digital, mesmo que completamente implementadas, ainda apresentam uma problemática: *como garantir uma boa qualidade de serviços e sua melhoria contínua a fim de assegurar a satisfação de seus usuários?* (Amritesh; MISRA; CHATTERJEE, 2013). Logo, surge a necessidade por ferramentas de avaliação de serviços que permitam identificar suas fraquezas e pontos fortes para que assim ações de melhoria possam ser melhor planejadas e adaptadas a cada caso. De fato, uma ferramenta de avaliação dos serviços públicos viabiliza a criação de um *ranking* dos serviços, a fim de compará-los e planejar melhor a alocação de recursos, bem como direcionar os esforços que devem ser realizados para melhorar a prestação do serviço.

Desde 2000, o governo brasileiro vem realizando uma série de esforços para a adoção de estratégias de governo digital, a partir do nascimento do Programa de Governo Eletrônico do Estado brasileiro. Desde então, leis e decretos nesse contexto foram publicados, apresentando, por exemplo, a Política de Governança Digital Brasileira (Brasil. Presidência da República, 2016a) e o Programa Nacional de Gestão Pública e Desburocratização (Gespública) (Brasil. Presidência da República, 2016a). Esses decretos também provêm diretrizes para a avaliação dos serviços públicos brasileiros, indicando aspectos como a periodicidade de avaliação e ferramentas a serem utilizadas.

1.2 Problema

A questão de pesquisa deste trabalho é:

Como prever aspectos da gestão da qualidade de serviços utilizando mineração de dados com base na percepção dos gestores?

1.3 Objetivos

O objetivo geral desse trabalho é realizar uma mineração dos dados da avaliação de gestão da qualidade e percepção do usuário sobre os serviços públicos federais brasileiros.

Os objetivos específicos são:

- Aplicação de um método de mineração de dados na base da pesquisa de gestão da qualidade e identificar atributos que permitem prever a qualidade dos serviços;
- Identificar atributos que requerem atenção para as estratégias de melhoria dos serviços.

1.4 Processo de execução do trabalho

A processo de execução deste trabalho é de natureza aplicada, ou seja, pretende-se produzir conhecimentos que possam ser aplicados para resolver problemas específicos. Os procedimentos técnicos selecionados para realização deste trabalho estão mostrados na Figura 1. São eles:



Figura 1 – Processo de execução adotado para o desenvolvimento do trabalho. Fonte: Elaborado pelo autor.

1. **Pesquisa bibliográfica:** realizada com base no material disponível na literatura, constituindo-se principalmente de livros e artigos. A pesquisa bibliográfica é realizada neste trabalho a fim de compreender o campo de *Avaliação de Serviços*,

tanto pela *perspectiva do usuário* quanto pela ótica da *gestão da qualidade*, e a área de *mineração de dados*.

2. **Pesquisa documental:** realizada a partir da análise de documentos dos órgãos públicos e privados. Foi utilizada a fim de apoiar o entendimento e a contextualização da avaliação de serviços no contexto brasileiro.
3. **Obtenção das bases de dados:** consiste na alocação das bases de dados da Pesquisa de Gestão da Qualidade dos Serviços Públicos Federais e da Análise do Modelo BRASP para Serviços Presenciais para utilização neste trabalho.
4. **Definir método de mineração de dados:** consiste na análise dos modelos de mineração de dados existentes e definição do mais adequado para utilização no contexto do trabalho.
5. **Implementar método de mineração de dados:** consiste na aplicação do modelo de mineração de dados escolhido na fase anterior nas bases de dados alocadas.
6. **Realizar testes nos resultados:** consiste na verificação da qualidade dos resultados obtidos, validando a geração de conhecimento para aplicação prática.

1.5 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado em quatro capítulos. Neste Capítulo 1 - *Introdução* são apresentados o contexto, problema, objetivos e metodologia relacionados ao trabalho.

No Capítulo 2 - *Governo Digital* são apresentados conceitos e abordagens relacionados às estratégias de governo digital e avaliação de seus serviços associados. Apresenta-se, também, o contexto de governo digital e avaliação de serviços do Estado brasileiro.

No Capítulo 3 - *Fundamentos de Mineração de Dados* são abordados conceitos e métodos de mineração de dados, elucidando cada um deles a partir de exemplos.

No Capítulo 4 - *Proposta de Trabalho* é apresentado o planejamento de execução do trabalho, definindo tarefas e resultados esperados.

No Capítulo 5 - *Análise de Regressão da Nota Final de Cada Serviço* são apresentadas as análises feitas sobre a relação entre as características dos serviços e suas notas.

No Capítulo 6 - *Modelos de Predição do Tempo de Espera dos Serviços Públicos* são apresentadas as análises feitas sobre a relação entre as características dos serviços e seus tempos de espera.

No Capítulo 7 - *Conclusões e Trabalhos Futuros* são apresentadas as considerações finais do trabalho, apontando limitações do estudo e possíveis caminhos para trabalhos futuros.

2 Governo Digital

As estratégias de governo digital consistem na aplicação de TICs na estrutura interna das agências públicas e na entrega dos serviços oferecidos por elas, promovendo transformações organizacionais e nos relacionamentos entre o governo e as outras esferas da sociedade. A implementação de governo digital promove, dentre outros, o desenvolvimento de instituições eficientes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis da sociedade. A adoção desse tipo de estratégias pelos diferentes governos tem crescido rapidamente nas últimas duas décadas ([Organização das Nações Unidas, 2018](#)).

Acompanhada à elaboração e implementação de novas estratégias de serviços está o dever dos governos de entregarem serviços de qualidade que apoiem seus cidadãos no alcance de seus objetivos e cumprimento de suas obrigações. Nesse sentido, a avaliação dos serviços públicos torna-se um aspecto essencial para o cumprimento dos compromissos dos governos.

Desse modo, diferentes governos vêm desenvolvendo ferramentas de avaliação de seus serviços a fim de compará-los e identificar gargalos, para, então, aplicar ações de melhoria. O Brasil é um exemplo. No país, apesar do conceito de governo digital estar fortemente ligado ao uso de TICs e digitalização de serviços, o plano de governo digital engloba avaliações de serviços de qualquer tipo, incorporando serviços não digitais, conforme a legislação vigente ([Brasil. Presidência da República, 2017a](#); [Brasil. Presidência da República, 2017b](#)).

2.1 Avaliação de Serviços

A implementação de novas estratégias na entrega de serviços demanda ferramentas para avaliar seu sucesso. A importância da avaliação encontra-se no seu valor para uma identificação sistemática de problemas na qualidade de serviços, facilitando, assim, o processo de formulação de soluções para essas questões ([MISRA; CHATTERJEE et al., 2013](#)).

Além disso, a capacidade das organizações de suprirem as necessidades e expectativas de seus clientes está diretamente relacionada ao nível de qualidade de seus serviços ([SSEMUGABI; de Villiers, 2016](#)). Avaliar a qualidade dos serviços permite também o aperfeiçoamento de seus pontos fracos ([SKORDOULIS; ALASONAS; Pekka-Economou, 2017](#)). O conceito de qualidade dos serviços é recente ([ALANEZI; MAHMOOD; BASRI, 2011](#)), de maneira que os modelos predominantemente utilizados datam das décadas de 80 e 90 ([PARASURAMAN; ZEITHAML; BERRY, 1985](#); [DAVIS, 1989](#); [DELONE;](#)

[MCLEAN, 1992](#)).

Essa área apresenta ainda obstáculos específicos. A natureza intangível dos serviços torna sua avaliação mais complexa que a avaliação de um produto, por exemplo. Um produto pode ser analisado a partir de critérios objetivos como seu funcionamento, atendimento a padrões da indústria, acabamento, durabilidade, etc. Já um serviço é avaliado pelo seu desempenho e pela experiência de seu usuário frente a seu uso. Além disso, a análise dos processos de *back-office*, bem como da perspectiva de gerentes, permite a construção de uma análise mais completa.

2.2 Modelos para a Avaliação de Serviços

Os primeiros modelos sobre avaliação de serviços surgiram no meio privado, sobretudo no campo varejista, apontando sua importância para firmas e consumidores ([PARASURAMAN; ZEITHAML; BERRY, 1985](#)).

[Parasuraman, Zeithaml e Berry \(1985\)](#), por exemplo, propõem inicialmente um modelo de *Gap* da qualidade de serviços, estabelecendo a análise da diferença entre aquilo que é esperado pelo usuário, *ie.* as expectativas do usuário, e aquilo que é de fato vivenciado por ele durante a execução do serviço, *ie.* a percepção do desempenho do serviço. Os autores elencam cinco tipos de *gaps*, apontando as discrepâncias entre: expectativa do consumidor e percepções dos gestores; percepções dos gestores e especificação da qualidade do serviço; especificação da qualidade do serviço e entrega do serviço; entrega do serviço e comunicações externas; e por último serviço esperado e serviço percebido, formado pelo conjunto dos *gaps* anteriores. Ainda, são levantados os determinantes para a qualidade percebida do serviço. São eles: acesso, comunicação, competência, cortesia, credibilidade, confiabilidade, responsividade, segurança, tangíveis e conhecimento/entendimento do consumidor.

Continuando seus estudos na área de avaliação de serviços, [Parasuraman, Zeithaml e Berry \(1988\)](#) constroem a escala SERVQUAL, a fim de medir os *gaps* propostos anteriormente. Como mostra a Figura 2, a escala é composta de 22 itens agrupados em cinco dimensões: tangíveis, confiabilidade, responsividade, garantia e empatia.

Mais tarde, a crescente adoção de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) pelas empresas e disseminação de computadores pessoais promove uma transformação nas formas de oferta de serviços, visando facilitar o papel dos usuários e reduzir custos. Nesse sentido, os departamentos de TI das empresas acumulam a função de provedores de serviços ([PITT; WATSON; KAVAN, 1995](#)). Graças a tais mudanças organizacionais, novos modelos, próprios ao meio digital, surgem. O modelo DeLone & McLean e o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) são exemplos inseridos nesse contexto que estão bastante difundidos na literatura.

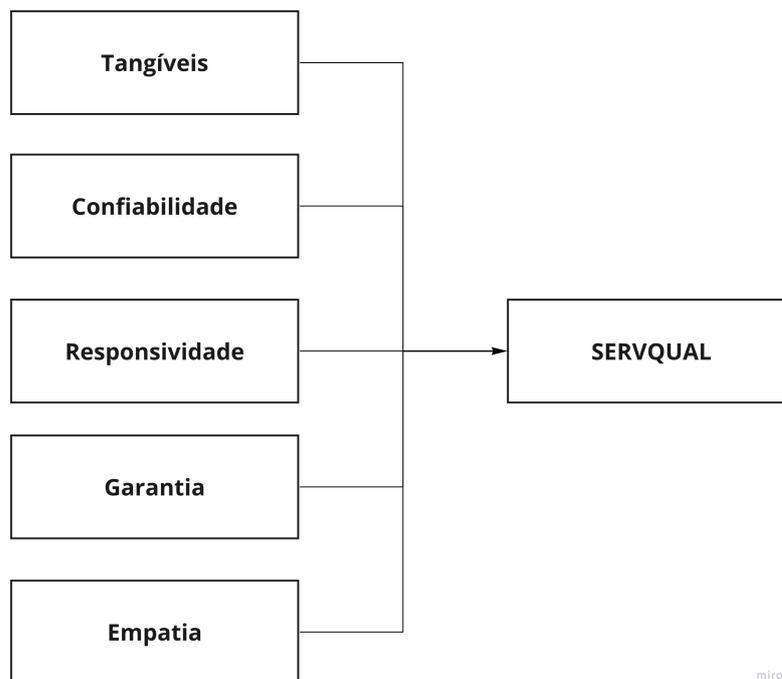


Figura 2 – Escala SERVQUAL. Fonte: Traduzido de [Parasuraman, Zeithaml e Berry \(1988\)](#).

[DeLone e McLean \(1992\)](#) ressaltam a importância de definir qual é a variável de sucesso de sistemas de informação. Feito isso, é possível avaliar sistemas e suas práticas, políticas e processos associados a partir de uma ferramenta única. Entretanto, ao iniciarem sua busca por tal variável, os autores descobrem que há tantos modelos quanto estudos na área. Analisando as medidas existentes, DeLone & McLean afirmam que elas podem ser classificadas em apenas algumas dimensões, que como resultado, compõem o modelo proposto por eles.

Seguinte à publicação do modelo D&M, outros pesquisadores o aplicaram e apontaram suas considerações. [Seddon \(1997\)](#), por exemplo, indica que a união de interdependências causais e processuais torna a compreensão de seus resultados confusa e passível de diferentes significações. Portanto, o autor sugere uma extensão do modelo, separando as interpretações causais e processuais em um modelo de sucesso e um modelo parcial de comportamento de uso. Em resposta aos comentários em relação ao modelo, DeLone & McLean rediscutem suas proposições. Como resultado, uma atualização do modelo é apresentada, ilustrada na Figura 3. Nessa versão, três dimensões de qualidade — informação, sistema e serviço — impactam uma relação cíclica entre uso ou intenção de uso, satisfação do usuário e benefícios líquidos. Segundo os autores, a escolha entre a medição de uso ou intenção de uso depende do contexto, dado que o primeiro configura um comportamento e o último uma atitude. Em alguns casos, a medição da intenção de uso pode solucionar as problemáticas causais e processuais indicadas por [Seddon \(1997\)](#).

Além disso, a medida de benefícios líquidos é acrescentada em substituição aos impactos individuais e organizacionais, a fim de expor uma dimensão de alto nível que permita a avaliação dos impactos próprios de cada contexto (DELONE; MCLEAN, 2003).

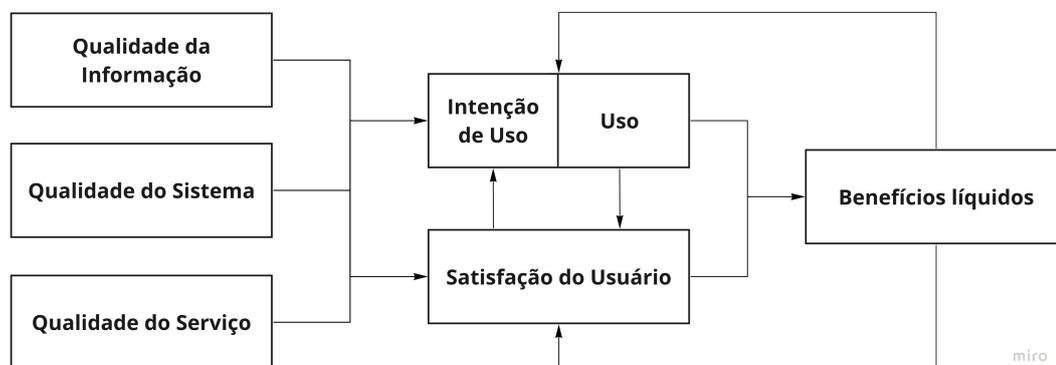


Figura 3 – Modelo DeLone & McLean. Fonte: Traduzido de DeLone e McLean (2003).

O modelo TAM também nasce como uma proposta de avaliação dentro desse novo cenário de difusão das tecnologias da informação. Nele, procura-se prever a aceitação de tecnologias computacionais por parte dos usuários. Busca-se, também, explicar as intenções dos usuários a partir de suas atitudes, normas subjetivas, percepções e variáveis relacionadas. Desse modo, como mostra a Figura 4, é sugerido o estudo das intenções de uso dos usuários a partir da medição de suas percepções de usabilidade e facilidade de uso, e da análise das variáveis externas que impactam tais percepções. Finalmente, o modelo prega que as percepções do usuário afetam suas atitudes de uso, que, por sua vez, influenciam na sua intenção comportamental de uso, e que por último resulta no uso definitivo do sistema (DAVIS, 1989; DAVIS; BAGOZZI; WARSHAW, 1989).

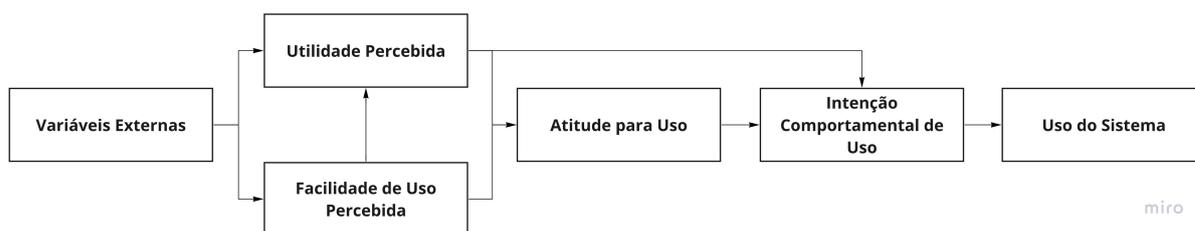


Figura 4 – Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM). Fonte: Traduzido de Davis, Bagozzi e Warshaw (1989).

Um contraponto interessante das abordagens voltadas a contextos digitais apresentadas aqui, nomeadamente D&M e TAM, é que ambas, ao realizarem suas avaliações pela perspectiva do usuário, apresentam como um de seus focos as atitudes e comportamentos dos usuários, como intenção de uso e o uso de fato do sistema, respectivamente.

2.3 Perspectivas na Avaliação de Serviços

O campo de avaliação de serviços possui uma vasta diversidade de ferramentas propostas (DELONE; MCLEAN, 1992) que, não obstante, possuem características e objetivos semelhantes e portanto podem ser categorizadas. Antes de tudo, os instrumentos dividem-se a partir do ponto de vista adotado. Tradicionalmente, a avaliação é considerada uma função cujo resultado é a satisfação do usuário (LANGHAM; PAULSEN; HARTEL, 2017) e portanto ela é conduzida pela perspectiva do usuário. Entretanto, mesmo que menos usuais, há aplicações pela ótica interna dos serviços, isto é, a visão da gestão da qualidade dos serviços.

Por sua vez, as perspectivas de avaliação podem ser divididas em abordagens. A classificação dessas abordagens, de maneira geral, dá-se a partir de sua variável dependente, isto é, a variável de resultado da aplicação.

As subseções seguintes apresentam a definição e importância de cada perspectiva de avaliação — perspectiva do usuário e gestão da qualidade —, abordagens que as compõem e histórico de modelos associados.

2.3.1 Perspectiva do Usuário

A perspectiva do usuário é um ponto de vista tradicional no campo de avaliação de serviços (LANGHAM; PAULSEN; HARTEL, 2017). A satisfação do usuário, por exemplo, é um dos pontos-chave para o desenvolvimento das empresas contemporâneas. Sua relação com fatores de vantagem competitiva e desempenho financeiro tornam-na um bom medidor do sucesso e qualidade dos serviços. Por isso, nota-se uma crescente adoção tanto por organizações quanto pesquisadores (DROSOS; TSOTSOLAS, 2014; DROSOS et al., 2015). Medir a satisfação do usuário garante ainda um retorno objetivo das preferências e expectativas do usuário (ALIAS et al., 2011), importante para facilitar a melhoria dos serviços ao usuário.

Avaliar seus serviços pela ótica do usuário é importante tanto para empresas privadas quanto para o setor público. O resultado da análise das percepções do usuário permite identificar e melhorar fraquezas bem como validar os serviços como orientados ao usuário, uma tendência à maneira que as estratégias de construção e avaliação de serviços dos governos tornam-se orientadas ao cidadão (SIGWEJO; PATHER, 2016; SKORDOULIS; ALASONAS; Pekka-Economou, 2017; ZHENG; LU, 2012).

Apesar de possuírem objetivo similar, a avaliação segundo a ótica do usuário pode ser dividida em algumas abordagens de acordo com seu foco de medição ou variável dependente. São elas: qualidade de serviços, sucesso e aceitação de SI, satisfação do usuário e experiência do usuário.

2.3.1.1 Qualidade de Serviços

Estudos dessa abordagem procuram, de maneira geral, medir a qualidade do serviço entregue a partir das percepções do usuário durante a entrega do serviço. Assim como proposto por [Parasuraman, Zeithaml e Berry \(1985\)](#), [Parasuraman, Zeithaml e Berry \(1988\)](#), mede-se a diferença entre as expectativas e percepções do usuário a fim de calcular a qualidade dos serviços. Nesses casos, a escala SERVQUAL ou as bases de sua formulação geralmente são utilizadas ou servem como base para a construção de novos modelos.

Ainda, diversas das pesquisas que aplicam essa abordagem realizam um contraponto com a satisfação do usuário, indicando como se dá a ligação entre ela e a qualidade de serviços ([RODRÍGUEZ et al., 2009](#); [SRIVASTAVA](#); [TEO](#); [NISHANT, 2011](#)).

[Alfadli e Munro \(2018\)](#) constroem um modelo inédito para avaliação da qualidade de serviços de governo em um contexto geral. Um ponto interessante de seu modelo é que os construtos são divididos conforme uma linha processual do desenvolvimento de um serviço, desde sua conceituação à entrega.

No contexto de serviços de governo regionais, [Rodríguez et al. \(2009\)](#) constroem um modelo que relaciona aspectos funcionais e técnicos dos serviços bem como da imagem das instituições públicas. Os autores apontam ainda uma relação direta entre a qualidade dos serviços e a satisfação pública. No mesmo sentido, [Alanezi, Mahmood e Basri \(2011\)](#) levantam onze dimensões de qualidade de serviços e apontam sua influência para a satisfação e confiança dos usuários, lembrando sua necessidade de atenção pelos gerentes de serviços.

Assim como [Rodríguez et al. \(2009\)](#), outros estudos também são aplicados ao contexto local de governo, aplicando outras ferramentas. [Huai \(2011\)](#), por exemplo, adota a escala SERVQUAL para avaliar a qualidade de governo digital em uma cidade chinesa. [Srivastava, Teo e Nishant \(2011\)](#) também utilizam a escala SERVQUAL, adotando-a para a avaliação da qualidade junto a usuários de portais de governo de Singapura. Os autores afirmam ainda que a qualidade dos serviços e satisfação do usuário possuem uma relação linear, de modo que as dimensões de responsividade e confiabilidade são as principais impactadores dessa última.

Em seguida, [Alanezi, Mahmood e Basri \(2012\)](#) propõem um novo modelo para o contexto da Arábia Saudita. Neste novo estudo, as dimensões são agrupadas em categorias, abordando aspectos funcionais, processuais, de conteúdo e de atendimento ao cidadão.

Retornando às bases da avaliação de serviços, [Amritesh, Misra e Chatterjee \(2013\)](#) baseiam-se no modelo de *Gap* de Parasuraman ([PARASURAMAN](#); [ZEITHAML](#); [BERRY, 1985](#)) para avaliarem estratégias de governo digital na Índia. São levantados cinco aspectos

passíveis de discrepâncias: conceitualização do serviço, desenho do serviço, capacidade do serviço, oferta do serviço e consumo do serviço.

Finalmente, [Patra et al. \(2015\)](#) adotam a escala SERVQUAL para a avaliação de estratégias de governo digital na Índia, avaliando sua validade no contexto de governo e considerando sua aplicação para populações diversas.

2.3.1.2 Satisfação do Usuário

A satisfação do usuário é um aspecto psicológico que, sobretudo no contexto público, relaciona-se às necessidades e objetivos dos cidadãos. Conforme as estratégias de governo caminham para orientação ao usuário, a satisfação tornou-se uma ferramenta de *benchmark* na área de avaliação ([ZHENG; LU, 2012](#)).

Assim como nas abordagens de qualidade de serviços, estudos que medem a satisfação do usuário também perpassam outras áreas. De maneira geral, há a inclusão de construtos de qualidade de serviços e a indicação de uma relação de influência entre qualidade de serviços e uso para com a satisfação.

Desse modo, [Saha, Nath e Salehi-Sangari \(2010\)](#) unem construtos de qualidade de serviços, tais como eficiência, privacidade, responsividade e assistência *web*, a dimensões de uso, como frequência, diversidade e dependência, a fim de avaliar o sucesso de estratégias de governo digital na Suécia. Diferentemente, [Alias et al. \(2011\)](#) adotam o modelo EGOVSAT ([HORAN; ABHICHANDANI, 2006](#)), criado especificamente para medir a satisfação de usuários no âmbito de governo digital, para avaliar serviços na Malásia. Já [Zheng e Lu \(2012\)](#) trazem em perspectiva modelos de satisfação desenvolvidos por governos para seus ambientes específicos, como o ACSI e o ECSI, construídos pelos Estados Unidos e Europa, respectivamente. Baseado nesses modelos, os autores estudam os principais fatores da satisfação pública com governos locais na China.

[Anwer et al. \(2016\)](#) defendem que os aspectos internos do serviços, *ie.* aspectos de *back-office*, também afetam a satisfação dos usuários. Portanto, indicam um modelo dividido na avaliação tanto da visão externa quanto da visão interna. O modelo é aplicado para a avaliação de serviços do Afeganistão em um contexto geral.

Por fim, [Skordoulis, Alasonas e Pekka-Economou \(2017\)](#) adotam a análise de satisfação multicritérios (MUSA) para criar um modelo de quatro dimensões (conteúdo, navegação, aparência e serviços digitais) para avaliar um sistema de *e-tax* na Grécia. Os autores também apontam a importância da satisfação para a adoção de serviços digitais, visto que esses muitas vezes coexistem com suas versões presenciais.

2.3.1.3 Experiência do Usuário

Para essa parcela de pesquisa, a experiência do usuário envolve todas as ferramentas, processos e pessoas compreendidos na produção e entrega daquilo que é vivenciado pelo usuário. A experiência ainda abrange todas as atividades requisitadas ao usuário para obter o serviço e/ou cumprir suas obrigações para com o governo (LANGHAM; PAULSEN; HARTEL, 2017).

Segundo Ssemugabi e de Villiers (2016), a experiência está intimamente ligada ao conceito de usabilidade, servindo como uma extensão dele ao incorporar características hedônicas.

Dessa forma, Okunola e Rowley (2013) procuram avaliar a experiência de usuários para com o sistema de imigração da Nigéria, incorporando variáveis de satisfação e aceitação de sistemas, e outras novas. Já Ssemugabi e de Villiers (2016) trazem uma maneira mais genérica da avaliação. Os autores propõem o modelo *e-SQUUX*, abrangendo conceitos de qualidade de serviços, usabilidade e experiência do usuário em um modelo de 24 dimensões. Desse modo, o framework funciona conforme o contexto de aplicação, incluindo apenas as dimensões apropriadas.

Enfim, Langham, Paulsen e Hartel (2017) argumentam que a análise da satisfação não é suficiente para se ter uma visão completa do estado dos serviços, especialmente no contexto de *e-tax*. Portanto, sugerem um modelo de três dimensões que incorpora a visão interna, tentando avaliar todos os aspectos envolvidos na construção da experiência do usuário.

2.3.1.4 Sucesso e Aceitação de SI

De maneira geral, os estudos dessa abordagem utilizam ou baseiam-se nos modelos D&M e TAM. Nessa lógica, procuram medir o sucesso e prever a aceitação dos serviços e sistemas de informação empregados. São analisadas variáveis de qualidade, bem como atitudes e comportamentos dos usuários. Frequentemente também são analisados os impactos aos usuários ou seus benefícios líquidos. Nesse sentido, a aceitação dos sistemas e seu subsequente uso são pontos importantes para o sucesso e melhoria das estratégias de serviços.

Wang e Liao (2008), por exemplo, adotam o modelo D&M para avaliarem serviços de governo de Taiwan em um contexto geral. Floropoulos et al. (2010) também utilizam-no como base junto ao modelo de Seddon para avaliarem serviços de *e-tax* na Grécia. Similarmente, Jang (2010) aplica-o para o contexto de serviços de *e-procurement* em Taiwan. Com base no TAM, Bhattacharya, Gulla e Gupta (2012) avaliam um contexto genérico de serviços de governo digital na Índia.

Em seguida, unindo ambos modelos D&M e TAM, Almalki, Duan e Frommholz

(2013) propõem um modelo ampliado, incorporando características de aceitação de sistemas para a avaliação do sucesso das estratégias. De maneira similar, [Rana et al. \(2015\)](#) integram esses modelos para avaliarem um sistema de governo na Índia. O mesmo acontece no estudo de [Uthaman e Vasanthagopal \(2017\)](#) ao avaliar serviços de governo regionais na Índia.

Por fim, apesar do histórico sugerir uma tendência recente para a utilização integrada dos modelos D&M e TAM, ainda ocorrem aplicações individuais de cada um. [Singh e Singh \(2018\)](#), por exemplo, mais recentemente adotam o modelo D&M para a avaliação genérica de serviços de governo na Índia.

2.3.2 Perspectiva dos Gestores

A maioria dos estudos do campo de avaliação de serviços é focado na perspectiva do usuário. Todavia, avaliar a visão interna dos serviços é igualmente importante pois o desempenho dos serviços é impactado pela organização interna das instituições ([ARIAS; MAÇADA, 2018](#)). Outros pesquisadores também apontam para esse maior foco na visão externa dos serviços, sobretudo no campo de governo, ressaltando que a maioria das ferramentas de avaliação existentes focam apenas em um aspecto da avaliação das estratégias de governo, medindo a qualidade dos serviços de *front-office* e da entrega dos serviços ([LANGHAM; PAULSEN; HARTEL, 2017](#); [ANWER et al., 2016](#); [KUNSTELJ; VINTAR, 2005](#)).

Ainda, o conhecimento pelos funcionários dos procedimentos e passos a serem executados pelos usuários para obtenção dos serviços bem como sua dedicação na entrega dos mesmos são pontos importantes da qualidade dos serviços. Desse modo, o conhecimento e a ótica dos funcionários, e especialmente dos gerentes, é fundamental para uma avaliação completa dos serviços de governo ([Hsieh et al., 2012](#)).

As particularidades dessa área de pesquisa, como menor foco de estudos sobre ela, dificultam sua categorização em abordagens e portanto aqui são tratados apenas seus modelos associados.

Um modelo amplamente difundido no passado, tanto no setor privado ([ISLAM; HAQUE, 2012](#)) quanto no público ([United States of America. Department of Defense., 1988](#)), é o TQM (*Total Quality Management*). Apesar de ter sido um modelo tradicional para a gestão da qualidade, não há um consenso sobre seu conceito e atividades ([Al-Damen, 2017](#); [ISLAM; HAQUE, 2012](#)). [Al-Damen \(2017\)](#), por exemplo, define-o como uma cultura de gestão organizacional para a maximização da satisfação dos clientes.

Assim como no campo de avaliação pela perspectiva do usuário, a aplicação dos modelos às vezes vai de encontro a outros. Tem-se como exemplo a aplicação de [Calabrese e Scoglio \(2012\)](#), onde a estrutura de discrepâncias do SERVQUAL é incorporada ao TQM,

resultando em uma abordagem tanto para o gerenciamento quanto para a avaliação da qualidade.

Ainda, a série ISO 9000 apresenta um conjunto de diretrizes para definição e adoção de sistemas de gestão de qualidade, similares àquelas contidas no TQM (KARTHA, 2004).

Além disso, de maneira similar à transposição de modelos do setor privado no setor público (*e.g.* SERVQUAL, D&M), abordagens de outros campos da indústria também são adaptados para o contexto da gestão da qualidade em ambos setores. A título de exemplo, aparecem adaptações do *lean* (APTE; GOH, 2004; PUNNAKITIKASHEM, 2013), metodologia nascida no contexto de manufaturas, trazendo novas dimensões de avaliação e gestão, bem como a contextualização dos conceitos de otimização *lean*.

2.4 Avaliação de Serviços no Governo Federal Brasileiro

2.4.1 Histórico da Avaliação de Serviços no Brasil

As estratégias brasileiras de avaliação de serviços públicos estão ligadas à política de transformação digital do Governo Federal. O lançamento do Programa de Governo Eletrônico do Estado brasileiro, em 2000, dá início aos esforços nesse sentido. O programa surge a partir da criação do Grupo de Trabalho Interministerial, com o objetivo de investigar as novas formas eletrônicas de interação e a partir de seus resultados, propor políticas adequadas (Brasil. Presidência da República, 2000).

Mais recentemente, a publicação da Estratégia de Governança Digital (EGD) (Brasil. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, 2016; Brasil. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, 2018) e da Política de Governança Digital (Brasil. Presidência da República, 2016a) evidenciam alguns dos trabalhos realizados na área de avaliação. Esses documentos guiam as instituições brasileiras para a utilização de indicadores estratégicos internacionais, como os medidos no Estudo sobre Governo Eletrônico da ONU, lançado a cada dois anos, bem como indicadores próprios da estratégia brasileira.

Em seguida, a Lei 13.460/2017 (Brasil. Presidência da República, 2017b), declara como um dos direitos básicos do usuário a sua participação no acompanhamento da avaliação dos serviços. Além disso, a avaliação periódica dos serviços pelas instituições torna-se obrigatória, devendo ser realizada preferencialmente por meio de pesquisa de satisfação e seus resultados publicados no sítio da agência. Segundo a lei, os aspectos dos serviços a serem avaliados são: satisfação do usuário; qualidade do atendimento; cumprimento de compromissos e prazos; quantidade de manifestações dos usuários, sejam elas reclamações, sugestões ou elogios; e medidas de melhoria implementadas.

Mais tarde, o Decreto 9.094/2017 (Brasil. Presidência da República, 2017a) declara

que os resultados das pesquisas de satisfação devem ser utilizados como entradas do processo de reorientação e melhoria dos serviços públicos. Isso apoia o Decreto 8.936/2016 (Brasil. Presidência da República, 2016b) que afirma que as instituições públicas devem monitorar e implementar ações de melhoria dos serviços segundo os resultados das pesquisas de satisfação. Por fim, as agências e o resultado da avaliação de seus serviços são comparados a partir de dois rankings publicados no Portal de Serviços do Governo Federal, um para aquelas entidades com a maior quantidade de reclamações e outro para aquelas com a melhor avaliação dos serviços pelos usuários, assim como promulgado pelo Decreto 9.723/2019 (Brasil. Presidência da República, 2019).

2.4.2 Resultados das estratégias brasileiras

No âmbito mundial, o Brasil elevou sua posição no Índice de Desenvolvimento de Governo Eletrônico (EGDI) de 51º em 2016 (Organização das Nações Unidas, 2016) para 44º em 2018 (Organização das Nações Unidas, 2018), segundo a ONU. Isso ocorreu principalmente pela elevação de seu Índice de Serviços *Online* (OSI), medida de escopo e qualidade dos serviços digitais, evidenciando a melhoria na qualidade desse tipo de serviço. Outro aspecto notável é a subida de 25 posições no Índice de Participação Eletrônica (EPI) do país entre 2016 e 2018, o que o coloca na 12ª posição no ranking global.

3 Fundamentos de Mineração de Dados

À maneira que o tamanho das bases de dados cresce de modo exponencial, dificultando sua análise manual, surge a necessidade por estratégias para automatização das tarefas realizadas na análise de bases de dados. Em resposta a isso, nasce a área de mineração de dados, que pode ser entendida, grosso modo, como um processo automatizado ou semiautomatizado para estudo de grandes bases de dados a fim de detectar padrões pertinentes dos dados, para captar informações importante implícitas, apoiando a geração de conhecimento.

O campo de mineração de dados está fortemente ligado ao processo de KDD, ou Processo de Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados, servindo como uma de suas fases. De maneira geral, o KDD pode ser compreendido como um processo sistemático de análise de bases de dados para a geração de conhecimento, sendo dividido em quatro fases distintas, como mostra a Figura 5. O processo se inicia a partir da obtenção dos dados e organização das bases. Em seguida, os dados podem passar por uma série de processamentos, como eliminação de dados repetidos ou inválidos (*e.g.* respostas vazias de um questionário), normalização dos valores, etc. Depois, executa-se a mineração dos dados a partir de estratégias de agrupamento, predição ou associação. Por último, os resultados obtidos são avaliados e validados, gerando gráficos, tabelas e outros instrumentos que facilitem a visualização dos resultados. Como representado pela seta bilateral abaixo das fases, o processo não precisa acabar no pós-processamento. Conforme o contexto, cada fase pode ser executada mais de uma vez e não necessariamente na ordem descrita acima.

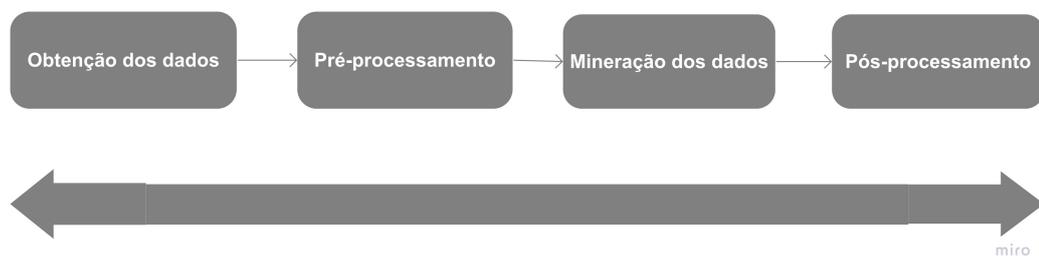


Figura 5 – Processo de KDD. Fonte: Adaptado de [Silva, Peres e Boscaroli \(2016\)](#).

Logo, a mineração de dados é uma estratégia com o objetivo de descobrir padrões em bases de dados a fim de promover a geração de conhecimento. Nela, são executados algoritmos automatizados que recebem como entrada um conjunto de eventos do mundo real e retornam como resultado um padrão comportamental, expresso como um perfil, função de mapeamento, entre outros.

Neste capítulo, são abordados variados algoritmos oriundos de diferentes abordagens dentro da mineração de dados. Estes algoritmos são candidatos para a execução das análises sob a pesquisa de gestão da qualidade.

3.1 Análise Exploratória

A análise exploratória, apoiada por conceitos da estatística descritiva, é diversas vezes utilizada como um primeiro passo para análise dos dados, principalmente quando a quantidade de dados existentes é grande demais para investigação manual. Desse modo, utiliza-se ferramentas do campo da estatística que apresentam características dos dados, apoiando a determinação do método de mineração de dados a ser utilizado em seguida.

Medidas de tendência central, dispersão, correlação, gráficos e outras ferramentas mais complexas da análise exploratória de dados como o PCA são exemplos de práticas utilizadas nessa abordagem para a descoberta de aspectos dos dados.

3.1.1 Análise de Componentes Principais (PCA)

A análise de componentes principais, como o nome diz, tem como objetivo identificar os principais componentes de um conjunto de dados. Isso é realizado a partir da identificação do conjunto de dimensões que melhor explicam a variância dos dados.

Para se obter os componentes principais, primeiro são calculados os autovalores e autovetores de cada dimensão do conjunto de dados. Em seguida, os dados são rotacionados segundo seus autovalores e autovetores a partir de alguma técnica de rotação para se obter a perspectiva dos dados em que mais informações podem ser visualizadas, como mostra o exemplo simples da Figura 6. Por fim, com base na análise dos valores dos autovalores e autovetores e nos resultados da variância explicada por cada configuração de dimensões, são selecionadas aquelas dimensões que mais impactam a variabilidade dos dados.

O PCA pode ser utilizado, por exemplo, para redução de questões de um questionário. Soares et al. (2019) utiliza a abordagem PCA para reduzir a quantidade de questões do modelo Br-GovQual, um instrumento para avaliação de serviços parcialmente digitalizados.

No contexto de mineração de dados, o PCA também pode ser aplicado para selecionar os atributos relevantes de análise pelo método de mineração, podendo diminuir consideravelmente a quantidade de dados a serem analisados por ele, otimizando seu processo.

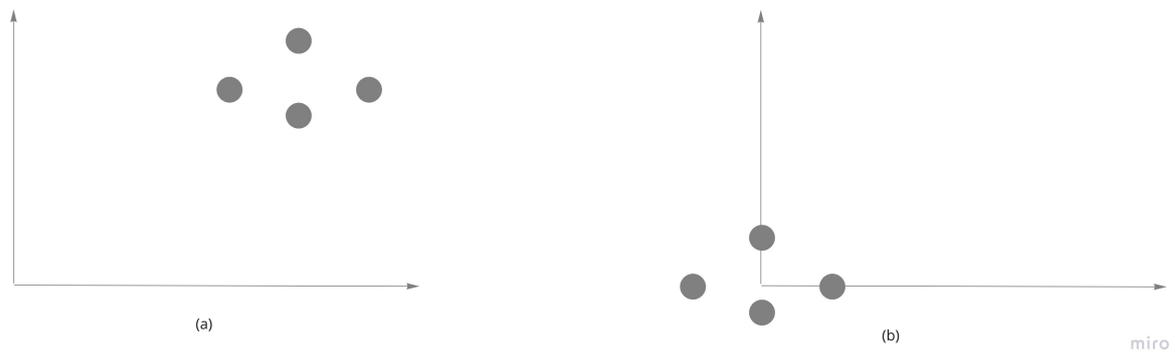


Figura 6 – Exemplo simples para a rotação de dados no PCA. Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 Análise de Agrupamento

Na análise de agrupamento, busca-se identificar grupos de elementos a partir de um conjunto de dados que compartilham uma certa característica. Por exemplo, identificar perfis de usuários e de sua experiência com um determinado serviço.

De maneira geral, o agrupamento é realizado a partir de critérios de similaridade ou dissimilaridade que calculam a distância entre exemplares de dados a partir de um algoritmo. Nesse sentido, procura-se maximizar a similaridade entre exemplares de um mesmo grupo e minimizar a semelhança entre exemplares de grupos diferentes. Essa abordagem pode ser utilizada para o entendimento dos perfis existentes no conjunto de dados (*e.g.* perfis dos usuários de um serviço) ou também para alocar um novo exemplar de dados ao grupo mais similar a ele, permitindo descobrir como tratá-lo (*e.g.* descobrir quais tarefas de melhoria executar a partir daquelas associadas ao grupo que um novo serviço é alocado).

3.2.1 K-médias

O algoritmo k-médias é uma técnica de análise de agrupamento cujo objetivo é encontrar grupos (*clusters*) em um conjunto de dados. A proposta do algoritmo é dividir o conjunto de dados em k grupos, de tal forma que os elementos de um mesmo grupo possuem padrões similares, enquanto elementos de grupos distintos não compartilham o mesmo padrão (LESKOVEC; RAJARAMAN; ULLMAN, 2014; MACQUEEN et al., 1967).

Mais especificamente, o número k de grupos geralmente é fornecido *a priori* como parâmetro para executar o algoritmo. Contudo, essa quantidade k de grupos também pode ser obtida através de uma estratégia gulosa que é a minimização do erro quadrático, ou seja, realiza-se o agrupamento usando diferentes valores de k e escolhe-se a quantidade o

grupo com o menor erro quadrático entre seus elementos (LESKOVEC; RAJARAMAN; ULLMAN, 2014).

O algoritmo funciona da seguinte maneira (LESKOVEC; RAJARAMAN; ULLMAN, 2014):

```
1 k_medias(D) {
2   Passo 1) Escolhe-se k elementos do conjunto como representantes iniciais
3     dos grupos ;
4   Passo 2) Para cada ponto p restante do conjunto de dados, faça:
5     Passo 2.1) Encontre o centroide mais próximo de p;
6     Passo 2.2) Adicione p ao grupo desse centroide;
7   Passo 3) Atualize o centroide de cada grupo
8   Passo 4) Se não houve mudança de centroide, finalize o algoritmo. Senão
9     retorne ao Passo 2.
10 }
11
```

Os k pontos escolhidos no início do algoritmo podem ser determinados a partir de duas abordagens (LESKOVEC; RAJARAMAN; ULLMAN, 2014):

1. Escolher os pontos mais distantes uns dos outros;
2. Utilizar algum outro algoritmo de *clusterização* mais simples e então pegar um ponto de cada um desses clusters.

Outra problemática levantada neste algoritmo é a escolha do número correto de k pontos, já que este deve ser conhecido para obter um resultado otimizado. Segundo Leskovec, Rajaraman e Ullman (2014), a partir da avaliação da qualidade do agrupamento para vários valores de k , é possível encontrar o valor ideal.

A definição de k pode ser feita através da análise do gráfico diâmetro médio vs número de *clusters* e a utilização da regra do cotovelo. Analogamente, é possível realizá-lo através da análise da diferença de diâmetro dos *clusters*: quando a diferença de diâmetro para dois valores distintos e próximos de k não for mais significativa, pode-se assumir um deles como tal. Contudo, conforme Leskovec, Rajaraman e Ullman (2014) afirmam, o conceito de mudança significativa deve ser claro e bem definido.

Segundo MacQueen et al. (1967), suas aplicações vão desde técnicas de agrupamento por similaridade a predições não lineares, aproximação de distribuições multivariadas e testes não paramétricos para independência entre diversas variáveis.

Apresenta-se dois exemplos práticos para elucidar melhor suas aplicações. O primeiro, representado na Figura 7, apresenta um caso simples em que observa-se, no gráfico altura vs peso, que diferentes raças de cachorro tendem a formar agrupamentos.

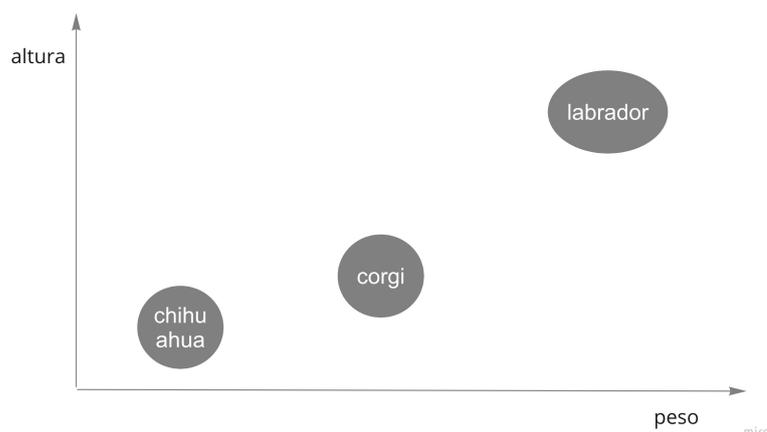


Figura 7 – Exemplo de agrupamento com raças de cachorros. Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 8 mostra um caso mais complexo para a tarefa de agrupamento, em que casos de um surto de dengue em uma cidade são analisados a fim de determinar as regiões com os focos dessa doença. Assim, com a análise de agrupamento pode-se concentrar as ações de saúde em pontos estratégicos.

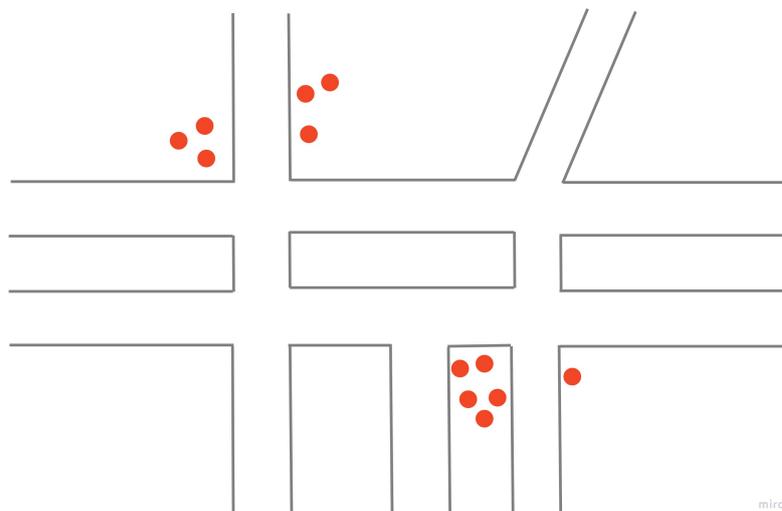


Figura 8 – Exemplo de agrupamento com casos de surto de dengue. Fonte: Elaborado pelo autor.

Diversas outras aplicações são encontradas na literatura. Por exemplo, no estudo de [Grados e Schrevens \(2019\)](#) sobre os impactos ambientais da produção agrícola de batata, o algoritmo permitiu agrupar os diferentes tipos de plantações segundo a natureza de seus fertilizantes: orgânicos, inorgânicos e mistos. Para [Kim e Kim \(2019\)](#), uma aplicação do k -médias é proposta para otimizar a transmissão de dados em LPWANs, considerando as características de cada dispositivo.

Evoluções do algoritmo k -médias existem, como o BFR ([BRADLEY et al., 1998](#)), em que é possível executar o algoritmo k -médias em dados maiores que a memória

principal.

3.2.2 AGNES

AGNES é um algoritmo de agrupamento hierárquico que tem esse nome por dividir os dados hierarquicamente em grupos, resultando em uma estrutura de dados em formato de árvore. AGNES é um algoritmo aglomerativo, ou seja, aplica uma estratégia *bottom-up*. Isso significa que ao iniciá-lo, cada exemplar é um grupo distinto, e a cada iteração eles vão sendo aglomerados conforme sua similaridade.

No início do algoritmo, cada exemplar de dados representa um grupo diferente, ou seja, cada grupo existente contém apenas um exemplar. Em seguida, aplica-se o critério de similaridade escolhido aos grupos, e os mais similares entre si são fundidos. A cada iteração, o par de grupos mais similar é fundido, até que não haja mais nenhum para ser aglomerado, ou seja, todos os exemplares estejam fundidos em apenas um grupo.

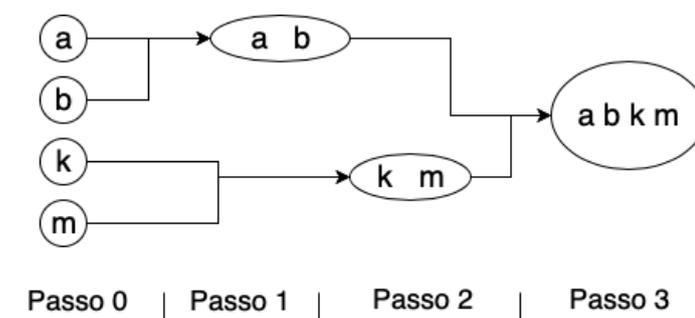


Figura 9 – Esquema para ilustrar o funcionamento do AGNES. Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 9 apresenta a execução do AGNES em um conjunto de dados. No início do algoritmo, a , b , k e m formam grupos distintos. Digamos que para este caso o critério de similaridade utilizado seja a menor distância entre duas letras do alfabeto. Na primeira iteração, a e b são unidos em um grupo. Na iteração seguinte, k e m são aglomerados. Por fim, os grupos $[a, b]$ e $[k, m]$ são fundidos em $[a, b, k, m]$. Como não há mais grupos para aglomerar, o algoritmo é finalizado.

De maneira geral, o resultado desse algoritmo é apresentado em dendogramas, evidenciando sua estrutura hierárquica. A estrutura em dendograma para o exemplo acima é mostrada na Figura 10.

Ainda, a representação gráfica do resultado no formato de dendograma facilita a visualização dos diferentes grupos e seus itens conforme a distância entre eles aumenta. Isso conseqüentemente auxilia na decisão pela quantidade de grupos a se utilizar. A Figura 11 mostra como isso funciona, onde z representa a quantidade de grupos gerada por cada corte. Para $z = 1$, tem-se o grupo $[a, b, k, m]$; $z = 2$ gera os grupos $[a, b]$ e $[k, m]$; e $z = 3$ gera os grupos $[a, b]$, $[k]$ e $[m]$.

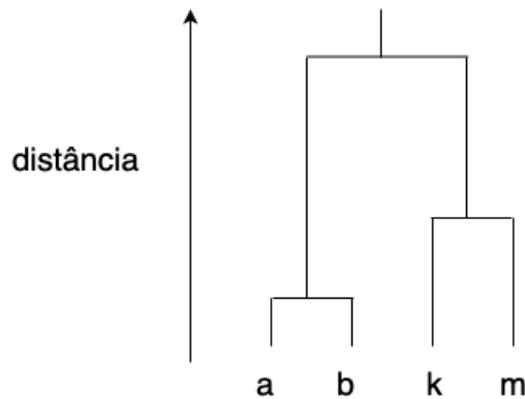


Figura 10 – Resultado do AGNES em formato de dendrograma. Fonte: Elaborado pelo autor.

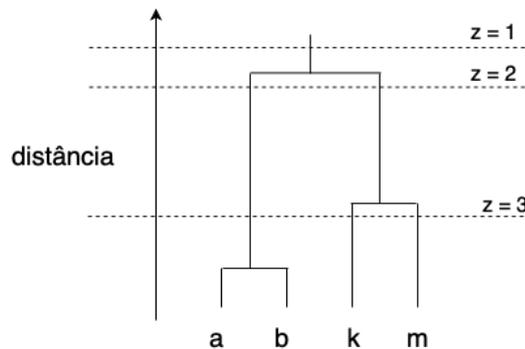


Figura 11 – Exemplo dos cortes no dendrograma do AGNES. Fonte: Elaborado pelo autor.

O critério de similaridade fica a critério do executante, sendo aplicado sempre em pares de grupos ou exemplares. Geralmente, utiliza-se alguma medida de distância, em que os grupos com a menor distância a cada iteração são combinados.

Após o cálculo das distâncias, a construção de uma matriz de similaridades facilita a relação entre os exemplares e a visualização das menores distâncias. Como na Figura 12, ela é de tamanho $n \times n$, onde n é a quantidade de exemplares. Nessa matriz, cada célula representa uma distância $dist_{x_p x_q}$ entre dois exemplares x_p e x_q . A diagonal tem sempre o valor 0 (zero), pois analisa a similaridade de um exemplar consigo mesmo. Além disso, a matriz é simétrica, sendo necessário preencher apenas um dos lados da diagonal da matriz.

Para elucidar o AGNES, consideremos o seguinte cenário: um gerente de um departamento envolvido na avaliação do serviço de obtenção da carteira internacional de vacinação deseja identificar os perfis de usuários para possivelmente identificar fraquezas com determinados grupos e poder propor melhorias. Para isso, o gerente decide relacionar a idade dos usuários ao tempo de permanência no sítio *web* até a obtenção da carteira. Uma amostra desses dados é apresentada na Tabela 1. Em seguida, os dados são normalizados,

$$MS = \begin{bmatrix} 0 & & & & \\ dist_{x_2x_1} & 0 & & & \\ dist_{x_3x_1} & dist_{x_2x_3} & 0 & & \\ \vdots & \vdots & \vdots & 0 & \\ dist_{x_nx_1} & dist_{x_nx_2} & \dots & dist_{x_nx_{n+1}} & 0 \end{bmatrix}$$

Figura 12 – Representação de uma matriz de similaridades (MS). Fonte: [Silva, Peres e Boscaroli \(2016\)](#).

como mostra a Tabela 2, para então construir a matriz de similaridades, como na Tabela 3.

Tabela 1 – Amostra de dados Perfis de Usuário. Fonte: Elaborado pelo autor.

ID	IDADE	TEMPO NO SÍTIO WEB (em minutos)
u1	40	17,7
u2	18	5,4
u3	39	22,5
u4	52	18,5
u5	20	6,2
u6	35	24,5

Tabela 2 – Dados da amostra normalizados. Fonte: Elaborado pelo autor.

ID	IDADE	TEMPO NO SÍTIO WEB (em minutos)
u1	0,77	0,72
u2	0,35	0,22
u3	0,75	0,92
u4	1	0,76
u5	0,38	0,25
u6	0,67	1

Por fim, a Figura 13 apresenta as iterações do algoritmo e seus resultados na forma de dendograma. Nesse exemplo, analisando a forma do dendograma e os valores associados, a escolha de dois grupos é interessante, com um corte no intervalo $0,23 < distancia < 0,62$. A partir desses resultados, obtém-se dois grupos, um jovem, obtendo sua carteira rapidamente e outro mais velho, que despense mais tempo para realizar o mesmo. Subsequentemente, o gerente pode determinar um outro estudo para o levantamento das razões dessas discrepâncias, por exemplo.

Tabela 3 – Matriz de similaridades. Fonte: Elaborado pelo autor.

	$u1$	$u2$	$u3$	$u4$	$u5$	$u6$
$u1$	0					
$u2$	0,65	0				
$u3$	0,20	0,81	0			
$u4$	0,23	0,85	0,30	0		
$u5$	0,62	0,04	0,77	0,80	0	
$u6$	0,29	0,84	0,11	0,41	0,80	0

3.2.2.1 Outros tipos de agrupamento

O algoritmo k -NN ou k -vizinhos mais próximos (*k-nearest neighbors*). Nele, os dados estão organizados em um hiperplano de suas características. Para cada valor de entrada a ser classificado, é verificado um número k de vizinhos, pré-determinado. De maneira geral, o rótulo é atribuído a classe mais comum dentro os k vizinhos mais próximos do valor de entrada.

3.3 Análise Preditiva

A análise preditiva é uma abordagem de exame de dados que busca observar as relações entre exemplares de um conjunto de dados, que são descritos a partir de seus atributos e uma classe associada a cada um. Um exemplar, então, representa um evento no contexto (*e.g.* um serviço ofertado por uma instituição) que pode ser classificado por rótulos de um conjunto finito de atributos de classe (*e.g.* nível de maturidade do serviço) ou por um número dentro de uma série de valores contínuos representante do evento associado (*e.g.* tempo de espera).

A descoberta dos relacionamentos entre exemplares é realizada através de um modelo de predição na forma de funções ou de uma estrutura de dados. A construção do modelo é feita a partir do ajuste de parâmetros conforme um algoritmo. Após determinar o modelo, pode-se empregá-lo sob um novo exemplar de dados não constituinte dos dados de treinamento a fim de obter sua classificação.

Como nos exemplos abordados a seguir, esse tipo de análise pode ajudar um gerente de serviços a definir ações a serem tomadas frente às características de um serviço ou elaborar um ranking dos mesmos.

3.3.1 Árvores de Decisão

Árvores de decisão constituem uma técnica de análise preditiva amplamente utilizada na mineração de dados, usualmente para a classificação de dados. Assim como nas estruturas de dados nomeadas árvores, há um nó raiz e nós internos subjacentes até

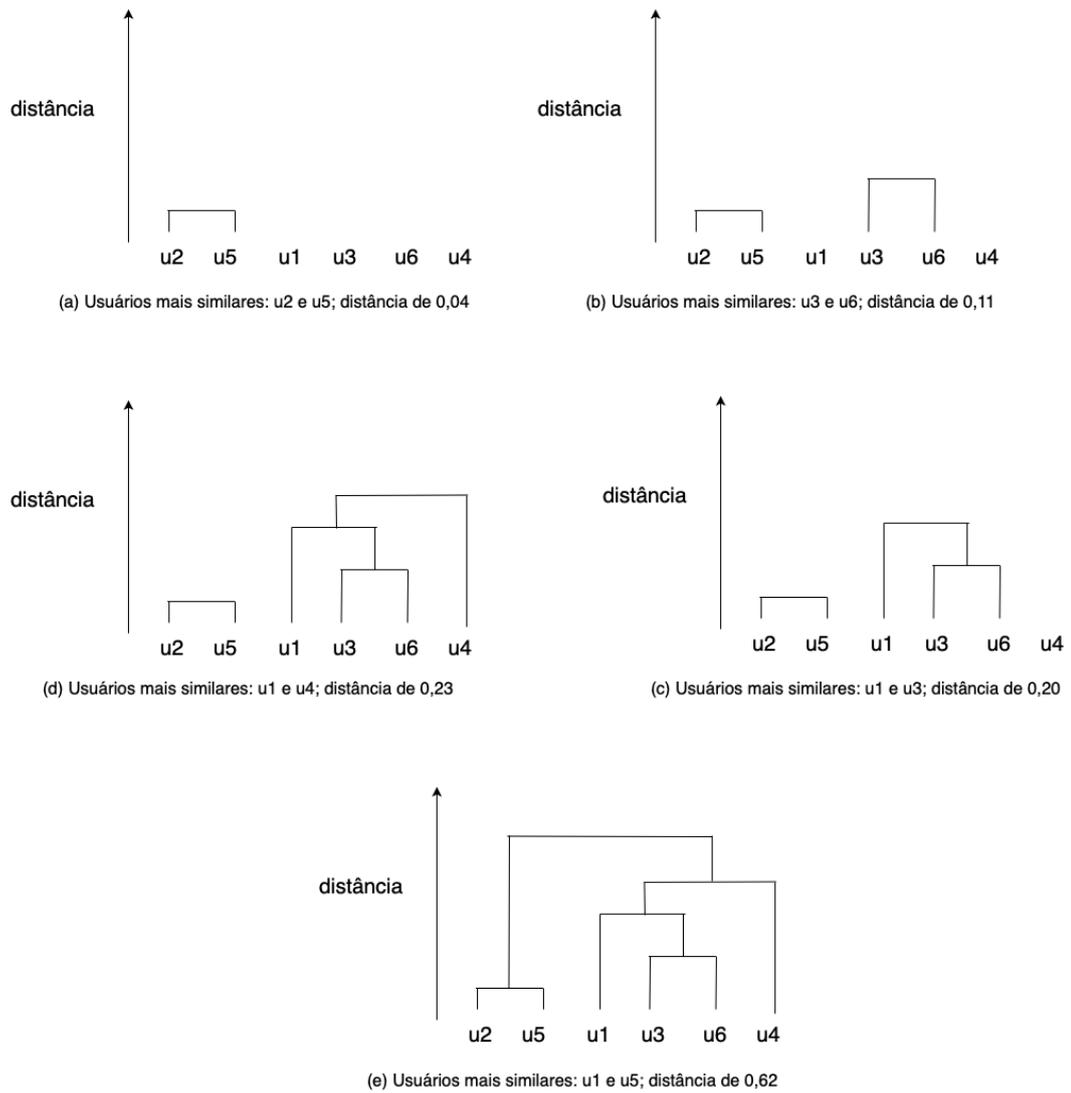


Figura 13 – Sequência de execução e organização dos grupos em representação na forma de dendograma. Fonte: Elaborado pelo autor.

nós folhas, em que cada nó representa um exemplar de dados. No contexto da classificação de dados, árvores de decisão são úteis para facilitar e guiar a identificação da classe de um determinado exemplar de dados.

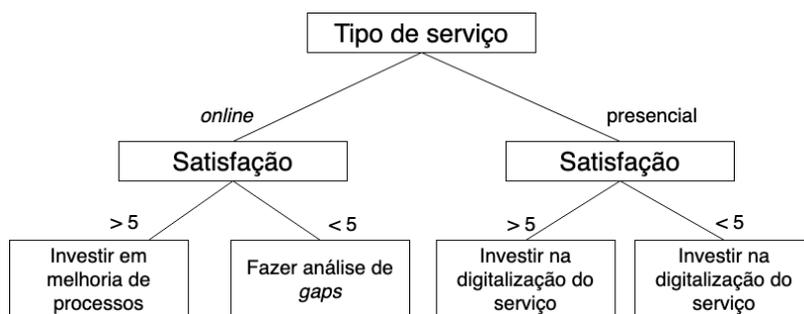


Figura 14 – Exemplo da classificação em árvore de decisão. Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 14 apresenta um exemplo dessa prática. Nele, um gerente de serviços monta uma árvore de decisão a fim de auxiliá-lo na decisão de que medida aplicar a um conjunto de serviços frente ao tipo de cada um e seu nível de satisfação. Nota-se que os nós internos (tipo de serviço e satisfação) representam atributos dos serviços. De cada nó, surgem subárvores para cada valor que aquele atributo pode assumir. Por fim, cada nó folha representa a classificação ou decisão para o exemplar de dados que o encontra. Na figura, a árvore de decisão classifica os serviços segundo a medida a ser adotada: investimento em melhoria de processos, realização de análise de gaps e digitalização do serviço. Nessa situação, um serviço *online* com satisfação maior que 5, por exemplo, deve investir em melhoria de processos.

Na Figura 14 também é possível observar que os valores dos atributos podem ser divididos de diferentes maneiras. Para o tipo de serviço, cada valor representa uma nova classe, enquanto para a satisfação, adota-se um intervalo para dividi-las.

A execução da classificação de um exemplar de dados a partir de uma árvore de decisão é portanto simples. Quando um novo dado entra na árvore, deve percorrê-la da raiz até uma das folhas. A cada nó interno, um de seus atributos é verificado. Conforme o valor do atributo, uma subárvore é escolhida para continuar a execução. Isso ocorre até que o exemplar vá de encontro a uma folha e obtenha sua classificação.

Um ponto interessante que facilita a compreensão das árvores de decisão é que o caminho para suas subárvores, ou seja, a verificação do valor do atributo do exemplar de dados, pode ser interpretada como uma regra *SE ENTÃO*. Na Figura 15, por exemplo, se o tipo de serviço é igual a *online*, então deve-se avaliar o serviço. Mas se o tipo de serviço é igual a *presencial*, então deve-se digitalizá-lo.

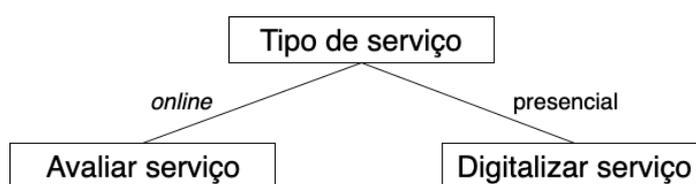


Figura 15 – Árvore de decisão simples segundo tipo de serviço. Fonte: Elaborado pelo autor.

O algoritmo apresenta, entretanto, uma problemática durante a construção da árvore: otimizar a quantidade de nós a fim de minimizar a quantidade de comparações executadas durante a classificação dos dados. Essa questão está intimamente ligado à escolha dos atributos para compor a árvore, bem como de sua ordem na hierarquia. Pensando nisso, diversos autores sugerem critérios de seleção de atributos, como a análise da entropia (SILVA; PERES; BOSCARIOLI, 2016).

A entropia, grosso modo, é a medida de desordem de um sistema. No caso da classificação de dados, quanto maior a desordem de um conjunto de dados, ou seja, quanto

mais exemplares de classes diferentes existirem no conjunto de dados, com probabilidades similares, maior a sua entropia.

Desse modo, um atributo que gera partições de dados com maior entropia necessita de mais subárvores para poder classificar seus dados. Enquanto isso, um atributo que gera conjuntos de dados com menor entropia necessita de menos subárvores, pois cada grupo gerado está mais ordenado, ou seja, possui mais exemplares da mesma classe. A Figura 16 procura ilustrar a diferença entre a escolha entre atributos com menor ou maior entropia. Na Figura 16 (a), ao se adotar atributos de menor entropia, obtém-se uma árvore com menor quantidade de níveis. Enquanto isso, em na Figura 16 (b), ao escolher atributos de maior entropia, obtém-se uma árvore com maior quantidade de níveis e, portanto, alguns dados demorarão um pouco mais para serem classificados.

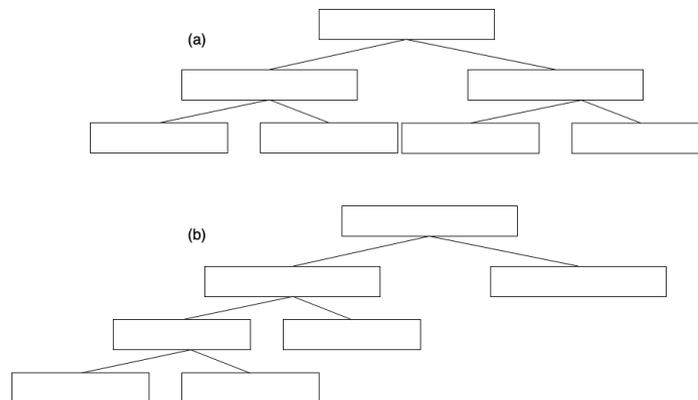


Figura 16 – Exemplos de árvores de decisão segundo a entropia de seus atributos. Fonte: Elaborado pelo autor.

Portanto, ao se construir uma árvore de decisão, busca-se escolher, na alocação de cada nó, aquele atributo que gerará partições com a menor entropia possível. Dessa forma, obter-se-á uma árvore com menos níveis de nós e, ao executar a classificação, cada exemplar de dados chegará mais rápido à folha, obtendo seu rótulo.

Alguns algoritmos de classificação que têm como base árvores de decisão são apresentados nas subseções a seguir.

3.3.1.1 J48

O algoritmo J48 consiste implementação do algoritmo C4.5 baseado em árvores de decisão (QUINLAN, 2014). O algoritmo C4.5 é uma evolução do algoritmo ID3, desenvolvido pelo mesmo autor, utilizando o conceito de entropia da informação. A construção dos nós da árvore busca dividir os dados mais efetivamente a partir da separação segundo o ganho de informação, ou diferença de entropia, normalizado. O atributo com o maior ganho de informação é selecionado para a decisão recursivamente até as folhas da árvore.

3.3.1.2 Random Forest

O algoritmo de Floresta Aleatória (*Random Forest*) é um método de *ensemble learning* que consiste na construção de diferentes árvores de decisão. Em *ensemble learning*, são construídos diversos modelos para análise dos dados e, no contexto de classificação, os resultados são determinados a partir de uma métrica geral dos modelos - geralmente, uma medida de tendência central. No *Random Forest*, os dados a serem classificados são aplicados em cada uma das árvores de decisão construídas e seu rótulo é determinado pela moda ou média dos resultados das árvores da floresta.

3.3.2 Naïve-Bayes

O algoritmo *Naïve-Bayes*, assim como as árvores de decisão, é um algoritmo de classificação de dados bem difundido. E, de maneira similar, pode ser utilizado tanto com dados categóricos quanto numéricos. A classificação nesse algoritmo é feita a partir de uma análise estatística, baseada no teorema de Bayes, mostrado em (3.1). A análise é, portanto, intimamente ligada ao cálculo de probabilidades condicionais.

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \quad (3.1)$$

O algoritmo recebe o nome de *naïve*, isto é, ingênuo, pois desconsidera os efeitos dos valores de um atributo sobre os outros, ou seja, para o algoritmo, o valor de um atributo é independente do valor de qualquer outro atributo e de seus efeitos sobre ele. Por exemplo, uma fruta pode ser considerada uma mexerica se for laranja, redonda e de aproximadamente 10cm de diâmetro.

A construção do classificador é realizada a partir de um conjunto de dados de treinamento, que é utilizado para o cálculo das probabilidades condicionais empregadas no algoritmo. A partir disso, é possível receber um exemplar de dados com rótulo desconhecido e classificá-lo.

Para elucidar o algoritmo, vamos considerar um cenário em que se deseja classificar uma série de serviços avaliados em um pesquisa interna, denominada aqui *Pesquisa de Serviços*, quanto a sua maturidade com base em suas práticas. A Tabela 4 apresenta o conjunto de dados de treinamento, apresentando número de identificação de cada serviço (*ID*) e aspectos descritivos de cada um deles, como seu tipo (*TIPO*), disponibilização de um aplicativo de celular (*APP*), realização da medição do tempo de espera dos usuários (*MTE*), uso dos dados das reclamações dos usuário para a melhoria dos serviços (*R*) e por fim a maturidade (*MATURIDADE*) de cada um deles.

O objetivo, então, é de classificar o serviço da Tabela 5 segundo sua maturidade. Conforme o *Naïve-Bayes*, a primeira tarefa é calcular as probabilidades de $P(alta)$,

Tabela 4 – Conjunto de dados *Pesquisa de Serviços*. Fonte: Elaborado pelo autor.

ID	TIPO	APP	MTE	R	MATURIDADE
x_1	online	sim	sim	sim	alta
x_2	online	não	sim	não	média
x_3	presencial	sim	sim	não	alta
x_4	parcialmente online	não	sim	sim	baixa
x_5	online	sim	não	sim	média
x_6	presencial	sim	não	sim	baixa
x_7	parcialmente online	sim	não	não	média
x_8	parcialmente online	sim	sim	sim	alta
x_9	presencial	sim	não	sim	média
x_{10}	presencial	não	sim	sim	média

Tabela 5 – Serviço com classificação desconhecida. Fonte: Elaborado pelo autor.

ID	TIPO	APP	MTE	R	MATURIDADE
x_y	presencial	sim	sim	sim	?

$P(média)$ e $P(baixa)$. A série de dados possui 10 exemplares, a classe *alta* possui 3 exemplares, a classe *média* possui 5 exemplares e a classe *baixa* possui 2 exemplares. Logo, tem-se $P(alta) = 3/10 = 0,3$, $P(média) = 5/10 = 0,5$ e $P(baixa) = 2/10 = 0,2$.

Em seguida, analisa-se cada uma das características do serviço a ser classificado com o cálculo das probabilidades condicionais de cada classe. Para o atributo *TIPO*, o serviço possui o valor presencial. Portanto, identifica-se na Pesquisa de Serviços aqueles que possuem o mesmo valor, sendo eles 4 (x_3, x_6, x_9, x_{10}). Destes, 1 (x_3) possui maturidade alta, 2 (x_9, x_{10}) maturidade média e 1 maturidade baixa (x_6). Assim, $P(presencial|alta) = 1/3 = 0,33$, $P(presencial|média) = 2/5 = 0,4$ e $P(presencial|baixa) = 1/2 = 0,5$.

O processo é repetido para cada uma das características do serviço a ser classificado. No final, todas as probabilidades de cada classe de maturidade são multiplicadas. Assim, $P(alta|x_y) = 3/10 * 1/3 * 3/3 * 3/3 * 2/3 = 0,066$, $P(média|x_y) = 5/10 * 2/5 * 3/5 * 2/5 * 3/5 = 0,028$ e $P(baixa|x_y) = 2/10 * 1/2 * 1/2 * 1/2 * 2/2 = 0,025$. O serviço é então alocado para aquela classe que obteve a maior probabilidade como resultado. Nesse caso, o novo serviço é classificado como de alta maturidade e o algoritmo é finalizado.

3.3.3 Outros algoritmos de análise preditiva

O algoritmo de Máquinas de Vetores de Suporte (SVM) busca encontrar o hiperplano em um espaço n -dimensional - sendo n a quantidade de variáveis ou características - que classifica os pontos de maneira distinta de maneira mais otimizada. De maneira geral, procura-se o hiperplano que apresente a maior distância entre os pontos

das classes, ou seja, que possua a margem máxima. Desse modo, busca-se garantir que os pontos a serem classificados pelo modelo o sejam com maior confiança.

O Perceptron Multicamadas (*Multilayer Perceptron*) é um algoritmo baseado em redes neurais artificiais. Essas redes são modelos computacionais inspirados nos cérebros de animais, simulando redes neurais biológicas. Nelas, há um rede de nós (neurônios) interconectados que realizam operações sobre valores de entrada. No Perceptron Multicamadas, os nós são organizados em diferentes camadas a fim de receber um dado e classificá-lo.

3.3.4 Análise de Regressão

Na análise preditiva, busca-se prever o rótulo ou classe de um novo exemplar de dados não constituinte dos dados de treinamento. Em diversos casos, o rótulo a ser atribuído é categórico. Entretanto, quando o rótulo é do tipo numérico (contínuo ou discreto), tem-se uma questão de regressão.

Os modelos de regressão podem ser categorizados como linear ou não linear, e simples ou multivariado. Para as duas primeiras categorias, o tipo de regressão é definido pela função de aproximação: no modelo linear a função representa uma reta, enquanto no modelo não linear a função pode ser do tipo polinomial, exponencial, logarítmica, etc. Além disso, quando utiliza-se apenas um atributo descritivo para prever o rótulo do exemplar, a regressão é dita do tipo simples. Já quando mais de um atributo é utilizado, a regressão é multivariada.

A regressão é comumente utilizada para prever valores a partir do histórico dos dados. No campo de avaliação de serviços, ela pode ser utilizada, por exemplo, para modelar o tempo de espera dos serviços, buscando prever, a partir das características de um serviço, quanto tempo o usuário espera para obtê-lo.

3.3.4.1 Regressão Linear

Na regressão linear, há dois elementos de base: o resultado da classificação, representado pelo rótulo y , e os atributos descritivos \vec{x} que explicam o valor do rótulo. A Equação (3.2) apresenta a equação de regressão para o caso de uma regressão linear simples, em que há apenas um atributo descritivo x . Nela, aparecem os elementos a e b , denominados coeficientes de regressão, e que representam o ponto de interseção da função com o eixo y e a inclinação da reta, respectivamente.

$$y = a + bx \tag{3.2}$$

Portanto, modelar a relação entre os atributos \vec{x} e o rótulo y significa encontrar os valores dos coeficientes de regressão da equação. Uma estratégia amplamente utilizada

para calculá-los é o método dos mínimos quadrados, que busca minimizar o erro entre os valores dos atributos e os valores estimados pelo regressor. Considerando um conjunto de dados de treinamento da forma $X_{treinamento} = \{(x_i, y_i)\}, i = 1, \dots, n$, os coeficientes de regressão podem ser calculados pelo método dos mínimos quadrados como mostram as Equações (3.3) e (3.4). Nas equações, μ_x e μ_y representam as médias dos valores $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ e $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$, respectivamente.

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y)}{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2} \quad (3.3)$$

$$a = \mu_y - b\mu_x \quad (3.4)$$

Para elucidar essa estratégia, consideremos um cenário em que um diretor de serviços gostaria de estudar a relação entre o tempo de espera para obtenção dos serviços e o seu custo para o governo. Um exemplo de conjunto de dados, denominado *Pesquisa Custo de Serviços* para esse exemplo é mostrado na Tabela 6. A Figura 17 apresenta o gráfico de dispersão desse conjunto de dados.

Tabela 6 – Conjunto de dados Pesquisa Custo de Serviços. Fonte: Elaborado pelo autor.

ID	TEMPO DE ESPERA (em minutos)	CUSTO (em milhões)
x_1	3	110
x_2	5	150
x_3	20	420
x_4	100	900
x_5	60	560
x_6	43	340
x_7	90	400

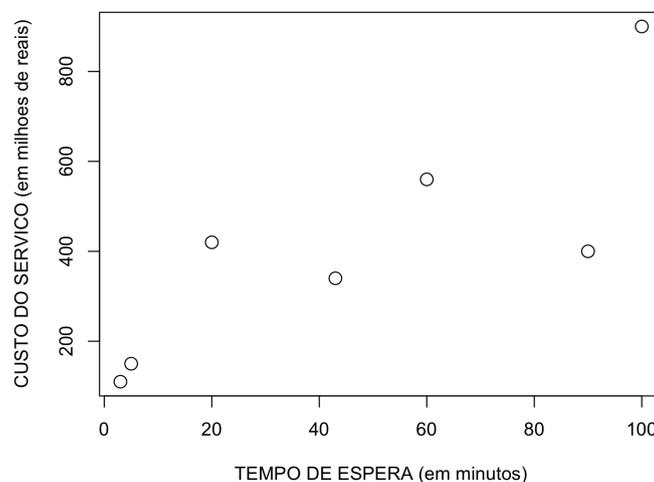


Figura 17 – Gráfico de dispersão do conjunto de dados Pesquisa Custo de Serviços. Fonte: Elaborado pelo autor.

Aplicando o método dos mínimos quadrados, obtém-se a Equação 3.5, que pode então ser utilizada para, a partir do tempo de espera, prever o custo de um serviço diferente não incluído anteriormente na pesquisa. Ainda, além do aspecto preditivo, a análise realizada pode ser útil em outros aspectos, como definir até que ponto pretende-se minimizar o tempo de espera de um serviço, otimizando seu custo.

$$y = 155,820 + 5.574x \quad (3.5)$$

3.3.4.2 Outros tipos de regressão

A regressão logística é similar a regressão linear, mas nela a variável resposta é binária. Ela fornece uma previsão sempre entre zero e um, de modo que seus resultados podem ser interpretados para estimar a probabilidade associado a ocorrência de um evento. Uma vantagem dela frente a regressão linear é que, de maneira geral, ela não é influenciada por casos extremos (*outliers*), ou seja, dados que distoam da tendência geral do conjunto.

Na regressão de Poisson, assume-se que a variável resposta apresenta uma distribuição de Poisson - mesmo que essa propriedade costume ser violada para dados experimentais (TADANO; UGAYA; FRANCO, 2009). Essa distribuição apresenta a possibilidade de uma série de eventos ocorrerem em um intervalo de tempo ou num local específico se eles ocorrem de maneira independente ao último evento. Sua análise é feita a partir de proporções ou razões de contagem e ela é útil, por exemplo, em casos em que a variável resposta possui caráter não-linear.

4 Planejamento das Análises e Modelos

4.1 Contexto de aplicação

Este trabalho é realizado dentro do contexto de cooperação entre o laboratório de pesquisa ITRAC - FGA/UnB e o Governo Federal brasileiro. Essa parceria tem como objetivo a identificação e desenvolvimento de metodologias, ferramentas e modelos para a promoção Transformação Digital de Serviços Públicos.

As atividades do projeto de cooperação neste trabalho estão relacionadas com a frente de Avaliação de Serviços, cujo foco é o apoio no desenvolvimento de ferramentas e de modelos que permitam a avaliação dos serviços públicos brasileiros, tanto pela perspectiva do usuário quanto pela visão interna.

Foi realizada uma pesquisa de gestão da qualidade com os diretores dos serviços públicos e uma pesquisa de satisfação junto a usuários de serviços presenciais. Os questionários utilizados em cada uma dessas pesquisas podem ser visualizados nos Anexos [A](#) e [B](#), respectivamente.

Subsequentemente a aplicação do questionário de gestão da qualidade, foi construído o modelo Brasil Gestão da Qualidade (BrQM, *Brazil Quality Management*) (PEDROSA; MENEZES; FIGUEIREDO, 2020), identificando as principais dimensões de avaliação desse aspecto.

Considerando o contexto da frente de Avaliação de Serviços, neste trabalho são definidos alguns produtos:

- Aplicação de análise de regressão e proposta de um modelo para a nota dos serviços segundo a perspectiva da gestão da qualidade; e,
- Proposta de modelos de predição do tempo de espera dos serviços.

4.2 Modelo BrQM

O modelo BrQM é um modelo composto por oito dimensões de gestão da qualidade para apoiar as construções de estratégias de avaliação e melhoria dos serviços públicos por instituições públicas federais brasileiras. Conforme mostra a Figura 18, o modelo compreende as dimensões:

- Sistemas;

- Governança;
- Recursos Humanos;
- Recursos Digitais;
- Avaliação da Satisfação;
- Exigências Documentais e Atendimento;
- Canais de Atendimento;
- Estratégias e Transparência.

Além dessa dimensões, o questionário também apresenta uma questão sobre a nota do serviço associada pelo gestor. O Anexo A apresenta os itens do BrQM bem como os códigos utilizados neste estudo.

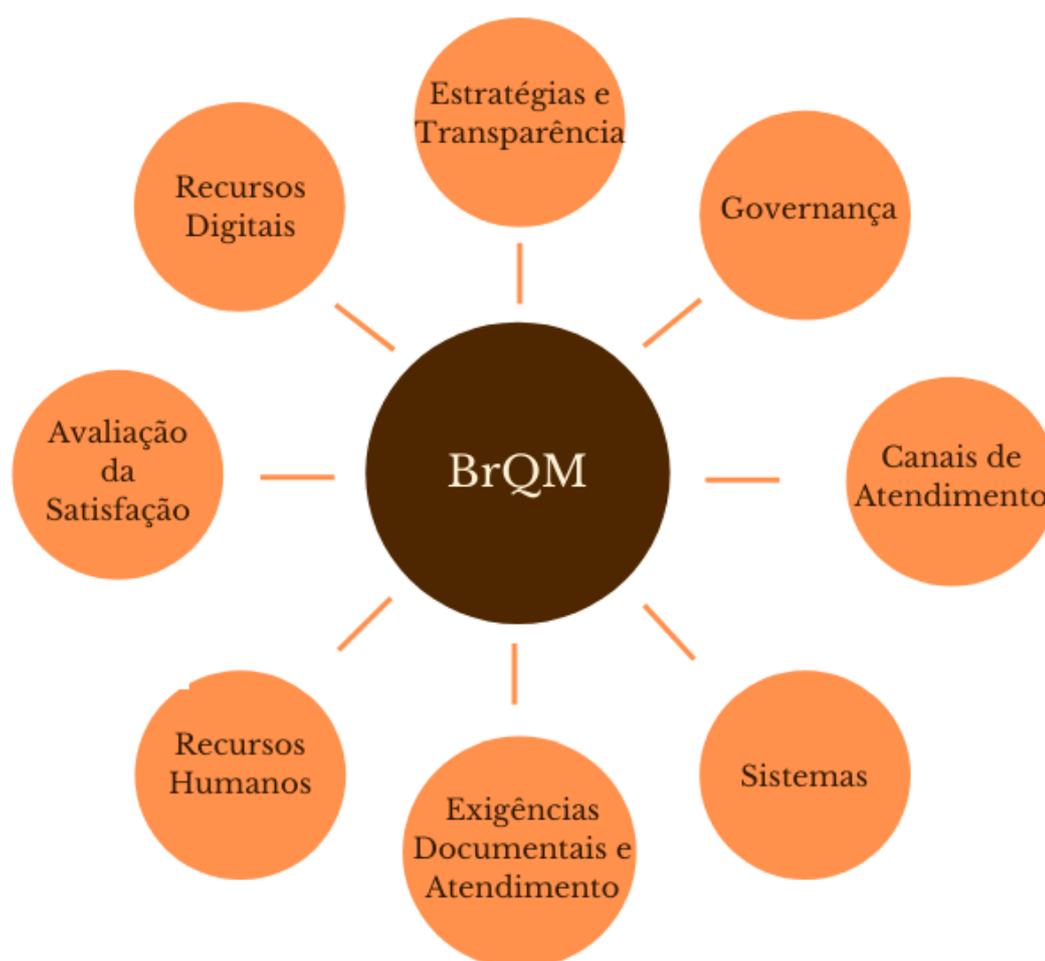


Figura 18 – Modelo BrQM de Gestão da Qualidade (PEDROSA; MENEZES; FIGUEIREDO, 2020).

O modelo foi construído a partir de uma análise fatorial exploratória nos dados da pesquisa de gestão da qualidade onde os fatores foram agrupados segundo correlações semânticas similares. Ele propõe a associação de pesos para suas variáveis e dimensões a fim de calcular um escore de cada serviço segundo as respostas de cada item. Para cada variável do modelo, seu peso foi ajustado segundo sua carga fatorial e os pesos de cada dimensão foram ajustados segundo a variância explicada por ela obtido na análise fatorial exploratória. As respostas dos itens também foram codificadas para permitir o cálculo dos escores: Sim/Não foram codificados como 0 e 1, respectivamente; e Likert-4 foi codificado como 0 - Discordo totalmente, 0,33 - Discordo parcialmente, 0,66 Concordo parcialmente e 1 - Concordo totalmente.

4.3 Modelo para a nota dos serviços segundo a perspectiva da gestão da qualidade

A análise de regressão permite estudar o impacto de diferentes valores de um atributo sobre outro. A partir dos resultados dessa análise, o objetivo foi construir um modelo da nota dos serviços segundo a perspectiva da gestão da qualidade, buscando entender quais variáveis são estatisticamente significativas para explicar a nota atribuída a um serviço pelos gestores. O objetivo foi identificar as variáveis que indicam ou permitem prever, por exemplo, a nota do serviço. E, portanto, propõe-se um modelo que, com um conjunto de poucas questões, consegue identificar os pontos que impactam majoritariamente ou que permitem explicar a variação nas notas dos serviços segundo a perspectiva interna.

4.4 Modelos preditivos do tempo de espera dos serviços

A partir da análise de diferentes algoritmos de mineração de dados, construídos modelos preditivos do tempo de espera dos serviços e identificados os classificadores mais adequados para a predição. Buscou-se, assim, entender quais variáveis são significativas para explicar o tempo de espera e identificar aspectos que impactam para um tempo de espera maior ou menor.

5 Análise de Regressão da Nota Final de cada Serviço

5.1 Métodos

O objetivo deste estudo é prever a avaliação de serviços públicos pela perspectiva do gestor. Este estudo é uma continuação das análises feitas em [Pedrosa, Menezes e Figueiredo \(2020\)](#), analisando a importância das dimensões do modelo BrQM para o resultado da avaliação. Para entender essa relação da perspectiva do gestor e a nota atribuída ao serviço, foi realizada uma pesquisa descritiva quantitativa seguida de uma análise estatística e semântica. Este trabalho foi conduzido em quatro fases, como mostra a Figura 19.

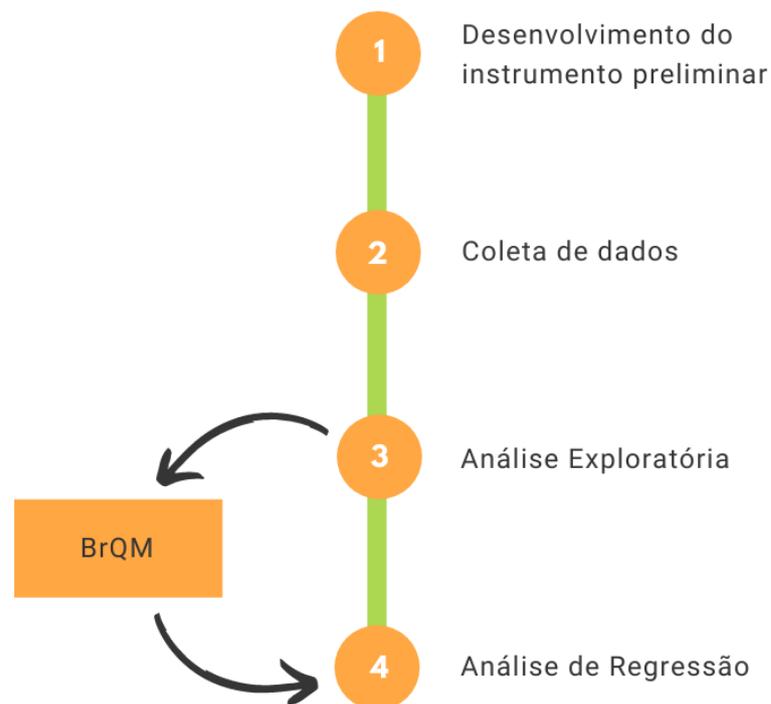


Figura 19 – Fases para análise de regressão da nota final dos serviços

Na primeira fase, construiu-se o instrumento preliminar de avaliação. Em seguida, o instrumento foi utilizado em entrevistas com gestores de serviços públicos brasileiros para a coleta de dados. Depois, realizou-se uma análise exploratória seguida de análise semântica, analisando as dimensões do instrumento e suas relações entre si, culminando no refinamento do instrumento e proposta do modelo BrQM. O processo até essa fase é explorado com mais detalhes em [Pedrosa, Menezes e Figueiredo \(2020\)](#). Por fim,

neste estudo, realizou-se uma análise de regressão a fim de compreender as relações das dimensões propostas no BrQM com a nota dos serviços.

5.1.1 Desenvolvimento do Instrumento Preliminar

O instrumento preliminar foi desenvolvido pelo Departamento de Modernização e Inovação de Serviços (INOVA) do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão com base no modelo de avaliação do Banco Interamericano de Desenvolvimento (IDB), chamado Simplificando Vidas (SV). Inicialmente, um teste foi realizado com gerentes de 9 instituições federais (5% das respostas esperadas) e seu resultado foi utilizado para refinar o instrumento com base nos comentários e sugestões recebidos.

5.1.2 Coleta de Dados

Em seguida, a coleta de dados ocorreu através de entrevistas com gestores de 289 serviços públicos brasileiros entre 18 de setembro de 2018 e 26 de outubro de 2018. O instrumento refinado após o teste inicial, como apresentado no Anexo A, foi utilizado nas entrevistas em divisões conforme o modelo SV: Processo, Relação com o Usuário, Gerência e Regulação, Recursos e Governo Digital.

5.1.3 Análise Fatorial Exploratória e BrQM

A análise fatorial exploratória foi utilizada a fim de reduzir as variáveis do instrumento inicial, agrupando-as em uma quantidade menor de fatores correlacionados. Essa análise deu origem ao modelo BrQM (PEDROSA; MENEZES; FIGUEIREDO, 2020), conforme explicado em 4.2.

5.1.4 Análise de Regressão e caracterização da base de dados

A análise de regressão é um método que pode ser utilizado para estudar a relação entre uma variável de resposta (dependente) e variáveis explicativas (independentes). Neste estudo, busca-se compreender a relação entre a nota atribuída ao serviço pelo gestor e as dimensões do modelo BrQM.

Para essa análise, quatro níveis para os valores da nota foram definidos:

- Excelente: 9 e 10;
- Bom: 8;
- Regular: 7;
- Ruim: notas 1 a 6.

A Figura 20 apresenta a distribuição dos serviços segundo os níveis determinados.

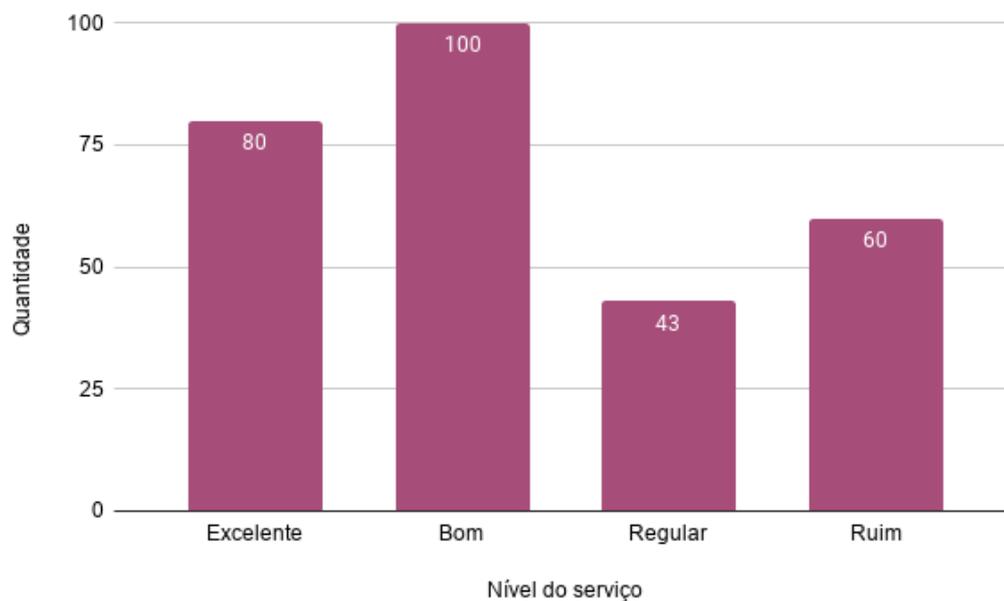


Figura 20 – Distribuição dos serviços segundo nível da nota

Modelos de regressão de Poisson foram utilizados para analisar a relação entre a nota dos serviços e as variáveis explicativas. Inicialmente, foi realizada uma análise univariada, examinando separadamente a relação entre cada variável independente e a variável resposta. Nessa etapa, as variáveis explicativas que apresentaram $p < 0,20$ foram consideradas elegíveis para os modelos de regressão de Poisson múltiplos. Essa estratégia, recomendada pela literatura internacional (HOSMER; LEMESHOW, 1989), é utilizada para realizar uma análise mais cuidadosa e evitar que variáveis importantes venham a ser desprezadas.

Em seguida, a fim de evitar redundância entre as variáveis preditivas, buscou-se detectar a existência de multicolinearidade na lista de itens elegíveis à análise multivariada. Isso ocorre quando duas ou mais variáveis independentes são correlacionadas entre si, o que indicaria que ambas estão medindo propriedades similares. Para isso, analisou-se o Valor de Inflação de Variância (VIF). O VIF é um parâmetro que indica problemas de multicolinearidade quando sua medida é maior que 5 (DAOUD, 2017). Nenhuma variável apresentou VIF maior que 3,6.

Por fim, foram construídos cinco modelos multivariados para examinar os efeitos de cada dimensão de avaliação sobre a nota do serviço. Todas as análises foram feitas utilizando R versão 3.5 (R Core Team, 2017).

5.2 Resultados

A Tabela 7 apresenta os resultados da análise univariada. Dos 43 itens analisados, 28 foram selecionados como elegíveis para a análise multivariada. Os itens excluídos do conjunto inicial referem-se: aos diferentes canais de atendimento do serviço; à presença de ferramenta de avaliação do serviço pelo usuário; à medição do tempo de espera; à quantidade de áreas da instituição envolvidas com o serviço; à existência de parcerias para a melhoria do serviço; à presença de incentivos aos colaboradores segundo seu desempenho para com a melhoria do serviço; à possibilidade de verificar etapas e documentos do serviço pela internet; e às ações relacionadas ao agendamento do serviço pela internet.

A Tabela 8 apresenta os cinco modelos multivariados construídos.

Tabela 7 – Resultados da análise univariada

Código	Coefficiente	p-valor
S01	0,248	0,001
S02	0,146	0,054
S03	0,331	<0,001
S04	0,309	<0,001
S05	0,295	<0,001
S06	0,149	0,009
G01	0,493	<0,001
G02	0,395	<0,001
G03	0,504	<0,001
G04	0,288	<0,001
RH01	0,323	<0,001
RH02	0,363	<0,001
RH03	0,254	<0,001
RH04	0,281	<0,001
RH05	0,268	<0,001
RD01	-0,113	0,256
RD02	-0,113	0,25
RD03	-0,17	0,023
RD04	-0,03	0,673
RD05	0,03	0,961
AS01	0,123	0,296
AS02	0,469	<0,001
AS03	0,106	0,358
AS04	0,409	<0,001
AS05	0,345	0,003
AS06	0,49	<0,001
AS07	-0,175	0,15
AS08	-0,019	0,874
DA01	-0,212	<0,001
DA02	-0,075	0,013
DA03	-0,168	0,009
DA04	-0,018	0,633
DA05	-0,079	0,036
CA01	0,04	0,727
CA02	0,004	0,974
CA03	0,194	0,106
CA04	-0,096	0,422
CA05	0,106	0,364
ET01	-0,03	0,797
ET02	0,201	0,001
ET03	0,45	0,063
ET04	-0,106	0,56
ET05	0,338	0,009

Tabela 8 – Resultados dos modelos multivariados estimados para análise das dimensões de avaliação de gestão da qualidade e nota do serviço

Dimensão	Código	Variável	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3		Modelo 4		Modelo 5	
			β	p								
Avaliação da Satisfação	AS02	A instituição possui processo regular de avaliação da qualidade do serviço prestado?	0,160	0,261	0,155	0,286	0,140	0,327				
	AS04	As estratégias regulares de divulgação do serviço para o usuário são efetivas.	0,207	0,037	0,215	0,031	0,179	0,072				
	AS05	Os usuários são envolvidos nos processos de melhoria do serviço?	0,020	0,878	0,003	0,983		0,999				
	AS06	A instituição é proativa na disponibilização de informações de interesse dos usuários sobre os serviços.	0,094	0,390	0,136	0,230	0,122	0,276				
	AS07	Ações realizadas pela internet: registrar sugestão/reclamação.	-0,202	0,095	-0,226	0,062	-0,215	0,074				
Governança	G01	A alta direção avalia a coerência entre a missão da instituição e os serviços que ela oferece.	0,307	0,008	0,303	0,009	0,243	0,036	0,261	0,024	0,257	0,015
	G02	A alta direção promove melhorias nos processos gerenciais, com o objetivo de reduzir as exigências para os usuários dos serviços.	-0,120	0,292	-0,126	0,268	-0,080	0,481	-0,060	0,597		
	G03	A alta direção monitora os padrões de qualidade dos serviços prestados.	0,228	0,055	0,249	0,038	0,231	0,055	0,264	0,026	0,239	0,024
	G04	A alta direção patrocina a divulgação dos serviços no Portal de Serviços.	-0,024	0,806	-0,102	0,291	-0,052	0,586	-0,010	0,914		
Sistemas	S01	Os sistemas proveem dados e informações confiáveis.	-0,044	0,749								
	S02	Os sistemas facilitam o dia a dia na gestão do serviço.	-0,217	0,091								
	S03	Os sistemas existentes garantem suporte completo ao serviço prestado.	0,172	0,078								
	S04	Os sistemas são confiáveis em termos de disponibilidade.	0,148	0,134								
	S05	Os sistemas atendem aos requisitos de acessibilidade.	0,137	0,092								
	S06	Os sistemas disponibilizam os dados dos serviços em formato aberto.	-0,048	0,472								
RH	RH01	Os colaboradores recebem treinamento para a prestação do serviço tão logo iniciam as suas atividades.			0,141	0,080	0,098	0,220	0,092	0,248		
	RH02	A instituição promove a transferência de conhecimento entre os colaboradores.			-0,015	0,886	0,015	0,886	0,059	0,538		
	RH03	Há política de capacitação para todos os colaboradores.			-0,112	0,175	-0,136	0,093	-0,111	0,168		
	RH04	Os colaboradores são selecionados a partir das competências necessárias para a prestação do serviço.			0,022	0,746	0,021	0,764	0,038	0,578		

Recursos Humanos

	RH05	O número de colaboradores atual é adequado à prestação do serviço.			0,168	0,008	0,173	0,005	0,198	0,001	0,216	0,0001
Estratégias e Transparência	ET02	A instituição dispõe de canais para a divulgação de informações sobre o desempenho dos serviços e ações de melhoria.			0,037	0,564	0,073	0,257	0,125	0,041	0,125	0,038
	ET03	Canal de Reclamação: Ficha de avaliação em papel.			0,507	0,035	0,373	0,119	0,345	0,148		
	ET05	O serviço está contemplado no plano estratégico da instituição?			0,232	0,087	0,313	0,021	0,305	0,023	0,279	0,034
Recursos Digitais	RD03	Ações realizadas pela internet: acompanhar o serviço.					-0,189	0,016	-0,198	0,011	-0,218	0,003
Exigências Documentais e Atendimento	DA01	As exigências documentais necessárias para a prestação do serviço poderiam ser reduzidas.					-0,145	0,016	-0,177	0,003	-0,193	0,0003
	DA02	Quantos documentos o usuário necessita apresentar para a realização do serviço?					0,033	0,338	0,034	0,319		
	DA03	Ações realizadas pela internet: fazer pagamento.					-0,109	0,103	-0,093	0,163		
	DA05	Quantas vezes o usuário interage com a instituição até a entrega do serviço?					-0,030	0,467	-0,036	0,377		
Canais de Atendimento	CA03	Canal de Reclamação: Presencial (outra área de atendimento)					0,099	0,410				
		Constante	1,229	<0,001	0,976	<0,001	1,148	<0,001	1,218	<0,001	1,334	<0,001
		Valor de F	7,553		7,437		6,612		8,184		18	
		Valor de p	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	
		R^2	0,298		0,323		0,370		0,344		0,320	
		R^2 ajustado	0,259		0,280		0,314		0,302		0,303	

$p \leq 0,001$	p estatisticamente significativo	
$0,001 < p \leq 0,01$		
$0,01 < p \leq 0,05$		
$0,05 < p \leq 0,1$		p marginalmente significativo estatisticamente
$0,1 < p \leq 1$		p não significativo estatisticamente

O modelo 1 incluiu três das principais características de avaliação de serviços na literatura: avaliação da satisfação, governança e sistemas. A avaliação da satisfação é um indicador fundamental dos resultados das estratégias das agências de governo ([Banco Interamericano de Desenvolvimento \(BID\)., 2016](#)), além ser obrigatória às instituições públicas brasileiras, assim como define a Lei 13.460/2017. A governança, que se reinventa no contexto de Governo Digital desde o gerenciamento à divulgação de informações servindo como um conjunto de mecanismos de apoio à tomada de decisões ([Banco Interamericano de Desenvolvimento \(BID\)., 2016](#); [BARNES et al., 2017](#)), configura-se como um dos principais aspectos da visão interna no contexto de Governo Digital. Por fim, a qualidade dos sistemas é uma dimensão amplamente estudada nos modelos de avaliação de serviços públicos (D&M, TAM, SERVQUAL), simbolizando uma base técnica e de infraestrutura na avaliação.

Os modelos 2 a 4 têm como objetivo avaliar o papel das demais variáveis envolvidas na avaliação da gestão da qualidade: o modelo 2 exclui a dimensão de Sistemas e inclui dimensões relacionadas às estratégias envolvidas na gestão, desde recursos humanos à transparência; o modelo 3 acrescenta dimensões relativas ao atendimento – recursos digitais, documentos e canais de atendimento; e o quarto modelo desconsidera as dimensões de Avaliação da Satisfação e Canais de Atendimento. Também foi estimado um quinto modelo que mantém apenas as variáveis significativas ($p < 0,05$) de cada dimensão. A adição e exclusão de variáveis teve por objetivo avaliar e comparar o poder explicativo dos diferentes modelos.

5.3 Discussão

Na primeira análise múltipla, quando consideradas as dimensões de Avaliação da Satisfação, Governança e Sistemas, houve relação positiva e significativa ($p < 0,05$) entre a nota atribuída do serviço e suas estratégias de divulgação do serviço aos usuários e avaliação, pela alta direção, da coerência entre a missão da instituição e os serviços que ela oferece. Isso indica que serviços em que as estratégias de divulgação do serviço foram percebidas como bem-sucedidas e serviços em que o paralelo entre missão e serviços da instituição é avaliado, tiveram maior nota comparado àqueles em que essas variáveis foram percebidas como ineficazes ou inexistentes. A dimensão de Sistemas apresentou apenas variáveis marginalmente significativas ($0,05 < p < 0,10$) ou sem significância estatística ($p > 0,10$).

Na segunda análise múltipla, ao acrescentar as dimensões Recursos Humanos e Estratégias e Transparência, o monitoramento dos padrões de qualidade dos serviços tornou-se estatisticamente significativo. Essa variável apresentou relação positiva com a nota, ou seja, serviços com monitoramento dos padrões de qualidade obtiveram maiores

notas. A percepção de uma quantidade adequada de colaboradores trabalhando na prestação do serviço e a possibilidade de fazer reclamações acerca do serviço através de uma ficha em papel apresentaram relação significativa e positiva com a nota.

No terceiro modelo, as dimensões de Recursos Digitais, Estratégias e Transparência e Canais de Atendimento foram levadas em consideração. Canais de Atendimentos não se mostrou estatisticamente significativa para com a nota. A presença do serviço no plano estratégico da instituição apresentou relação significativa e positiva com a nota. Exigências documentais que poderiam ser reduzidas exibiram relação significativa e negativa com a nota, ou seja, serviços em que a quantidade de documentos exigidos do usuário pudesse ser reduzida, ganharam notas menores. Curiosamente, a possibilidade de acompanhar o serviço pela internet teve relação significativa e negativa com a nota do serviço. Logo, serviços cujo acompanhamento pode ser feito pela internet, tiveram menor nota. Como a avaliação em questão é realizada pela perspectiva dos gestores, isso pode ser um indicativo de resistência organizacional às estratégias de digitização, já relatada em outros países (EBBERS; DIJK, 2007; CHOU; CHEN; PU, 2008; WEERAKKODY, 2011). De outro ângulo, esse resultado pode representar erros nas estratégias de digitização destes serviços, de modo que a possibilidade de os acompanhar pela internet dificulta a provisão ou obtenção do serviço.

Depois de controlar as dimensões Recursos Digitais e Estratégias e Transparência, o efeito da avaliação da satisfação deixou de ser estatisticamente significativo. Uma possível causa é que suas variáveis podem estar medindo conceitos semelhantes ou que estão englobados entre si, ou que elas são percebidas de maneira similar pelo gestor. A eficácia das estratégias de divulgação dos serviços pode estar relacionada, por exemplo, à percepção da possibilidade de acompanhar o serviço pela internet, já que essa variável engloba o conhecimento pelo usuário dessa possibilidade.

Ao excluir as variáveis de Avaliação da Satisfação no modelo 4, junto às demais que não se mostraram estatisticamente significativas desde sua inclusão, a variável que trata da existência de canais para a divulgação de informações sobre o desempenho dos serviços e ações de melhoria tornou-se estatisticamente significativa com relação positiva. Além disso, o efeito das demais variáveis quase não se alterou e a perda de variância explicada pelo modelo foi pequena.

Por fim, construiu-se o modelo 5, eliminando todas as variáveis sem significância estatística das dimensões que restaram no modelo anterior, nomeadamente Governança, Recursos Humanos, Estratégias e Transparência, Recursos Digitais e Exigências Documentais e Atendimento. As variáveis com maior significância estatística ($p < 0,001$) foram a adequação da quantidade de colaboradores à provisão do serviço e exigências documentais que poderiam ser reduzidas, a primeira relação positiva, e a última negativa. Esse resultado aponta para a importância de estratégias que minimizem o esforço do

usuário, através, por exemplo, de sistemas de conexão e transmissão de diferentes bases de dados do governo, assim como sugere a literatura (TADROS; ALZUBI, 2015) e experiência de outros países (SEIFERT; CHUNG, 2009), evitando, assim, que o usuário tenha que fornecer informações que o governo já possui. Depois, Recursos Digitais apresentou a maior significância seguinte ($p < 0,01$) com a variável de acompanhamento do serviço pela internet. Mais estudos devem ser realizados a fim de confirmar essa relação e traçar sua causa, entretanto, esse resultado pode sugerir que a resistência organizacional à digitização ou erros nas estratégias de digitização no contexto brasileiro são importantes e devem ser avaliados. Os demais itens incluídos no modelo ($p < 0,05$) referem-se à Governança – avaliação da coerência entre missão e serviços ofertados e monitoramento de padrões de qualidade – e Estratégias e Transparência – presença de canais para a divulgação do desempenho dos serviços e ações de melhoria e contemplação dos serviços no plano estratégico da instituição. O modelo final contém sete itens e explica aproximadamente 32% da variância nos serviços analisados.

5.4 Considerações finais do capítulo

Esse trabalho apresenta os resultados de análises feitas sobre uma pesquisa acerca da gestão da qualidade realizada pelo Governo Federal brasileiro em suas instituições públicas federais. Utilizando técnicas de regressão, foram realizadas análises univariadas e multivariadas que resultaram em cinco modelos múltiplos utilizados para estudar a relação das características dos serviços com sua nota atribuída pelo gestor do serviço.

O modelo inicial contou com as dimensões de Avaliação da Satisfação, Governança e Sistemas. Um segundo modelo foi construído incluindo Recursos Humanos e Estratégias e Transparência, além de remover a dimensão de Sistemas, que não apresentou significância estatística. Após controlar as dimensões de Recursos Digitais e Exigências Documentais e Atendimento, Avaliação da Satisfação deixou de ser estatisticamente significativa. Canais de Atendimento foi incluída e logo em seguida removida por não apresentar significância estatística. O modelo final contou com sete itens e variância explicada de aproximadamente 32%. Cabe estudar ainda quais outras variáveis contribuiriam para o valor explicativo do modelo e que não foram analisadas neste estudo, como o tempo de espera dos serviços e confiança no governo.

Os resultados indicam uma relação negativa entre a possibilidade de acompanhar um serviço pela internet e sua nota, ou seja, serviços que possuem essa modalidade possuem notas mais baixas. Mais pesquisas devem ser realizadas para confirmar essa relação, entretanto, ela pode sugerir uma resistência organizacional à digitização ou erros nas estratégias de digitização dos serviços.

6 Modelos de Predição do Tempo de Espera dos Serviços Públicos

6.1 Métodos

Em paralelo à análise de regressão da nota final, este trabalho também tem como objetivo desenvolver dois modelos preditivos do tempo de espera dos serviços públicos brasileiros: um modelo para serviços oferecidos a pessoas físicas e outro a pessoas jurídicas. Essa divisão se deve ao interesse da Administração Pública diferenciar o comportamento de cada tipo de serviço, uma vez que a demanda entre os dois tipos são diferentes, assim como os custos envolvidos, tanto da parte do usuário quanto da Administração Pública.

6.2 Coleta de Dados

Assim como para a regressão da nota do serviço, o instrumento de avaliação (A) contou com a participação de 52 instituições federais. Ao todo 211 gestores responderam ao questionário, sendo que 78 gestores coordenavam mais de um serviço. A coleta de dados ocorreu através de entrevistas entre 18 de setembro de 2018 e 26 de outubro de 2018. Para a análise tempo de espera, decidiu-se incluir todo o questionário administrado.

6.3 Caracterização da base de dados

As respostas obtidas através da questão E01 ("Quantos dias o usuário espera até a efetiva entrega do serviço?") do instrumento de avaliação foram classificadas em três níveis de tempo de espera:

- Tempo de Espera Baixo: até 29 dias;
- Tempo de Espera Regular: de 30 a 60 dias;
- Tempo de Espera Alto: acima de 60 dias.

Do total de respostas obtidas através do questionário aplicado aos gestores, foram analisados 98 serviços públicos destinados a pessoas físicas. A Figura 21 apresenta a distribuição desses serviços segundo seu tempo de espera. Nota-se que, para serviços ofertados a pessoas físicas, existe uma amostra maior para serviços com tempo de espera baixo (até 30 dias).

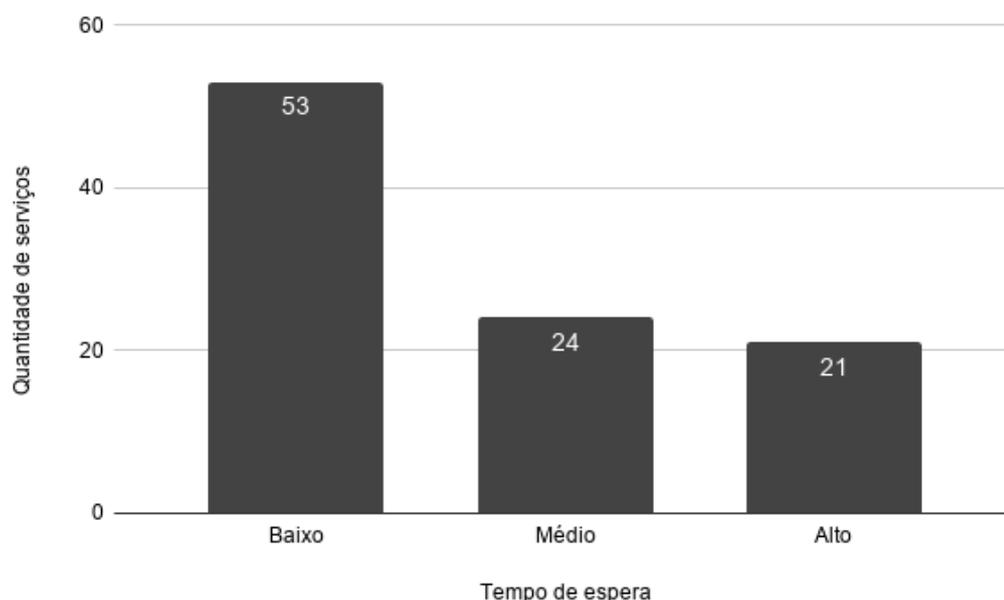


Figura 21 – Distribuição do tempo de espera dos serviços da base de dados que são ofertados a pessoas físicas.

De fato, os serviços que envolvem pessoas físicas possuem um tempo de espera menor quando comparados aos serviços direcionados a pessoas jurídicas. Isso se deve ao fato de que grande parte dos serviços da Administração Pública está relacionada ao atendimento presencial do usuário na instituição, tais como: obtenção de licenças, documentos, certificados, etc.

Já para os serviços direcionados a pessoas jurídicas, foram obtidos dados referentes a 109 dos serviços públicos. A Figura 22 apresenta a distribuição desses dados conforme o nível do tempo de espera: 47 serviços com nível baixo, 33 com nível médio e 29 com nível alto.

6.4 Algoritmos de Aprendizado de Máquinas

Para a realização dos testes experimentais foi utilizado o Weka¹, que é um aplicativo voltado à mineração de dados que possui uma interface gráfica que permite carregar um conjunto de dados, mostrar estatísticas, escolher e configurar o algoritmo de aprendizado de máquina a ser utilizado, e, obviamente, executar o método escolhido.

6.4.1 Classificação e Validação

Para fins de comparação foram selecionados sete algoritmos de classificação com abordagens diferentes:

¹ <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

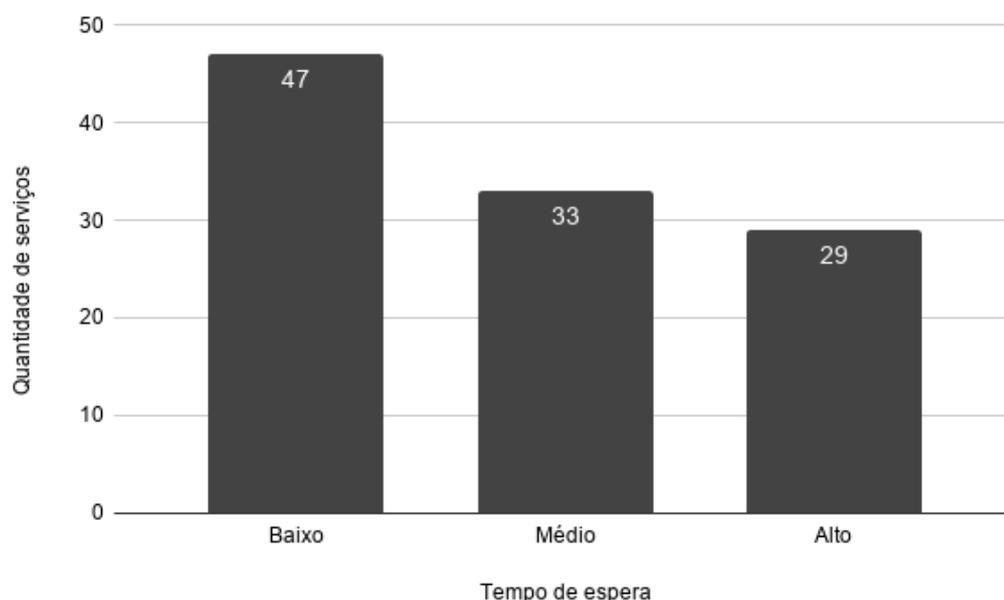


Figura 22 – Distribuição de serviços entregues a pessoas jurídicas segundo seu tempo de espera.

- SVM
- J48: implementação do algoritmo C4.5 baseado em Árvore de Decisão
- Naive Bayes
- KNN : (k-Vizinhos mais Próximos). Nos testes experimentais foi utilizado $K = 5$;
- Random Forest
- Multilayer Perceptron: rede neural com apenas 1 camada cuja quantidade de neurônios é dada pela quantidade de entradas
- Regressão Logística Simples

Todas essas técnicas estão implementadas pela plataforma do Weka. Neste trabalho, cada algoritmo classificador foi testado com validação cruzada com 10 partições diferentes através do software Weka v3.8.3.

A técnica de cross-validation é usada para medir como os resultados de uma análise estatística vão ser generalizados para um conjunto de dados independente. Ela é principalmente usada em configurações onde o objetivo é a predição, e alguém deseja estimar o quão correto um modelo preditivo irá ser executado na prática. Uma rodada do cross-validation envolve o particionamento de uma amostra de dados em subconjuntos complementares, executando a análise de um subconjunto (chamado de conjunto de treinamento), e validando a análise em outro subconjunto (chamado de conjunto de

validação ou teste). Para reduzir a variabilidade, múltiplas rodadas do cross-validation são executadas usando diferentes partições, e os resultados de validação são a média das rodadas.

Para avaliação do desempenho das técnicas de classificação foram analisadas três métricas:

- Acurácia: indica a quantidade de dados classificados corretamente pelo classificador;
- F1-Score: $2 * \frac{Precisao * Revocacao}{Precisao + Revocacao}$, média harmônica entre a precisão e revocação do algoritmo, pode ser interpretada mais ou menos como uma medida de confiabilidade da acurácia;
- AUC (*Area Under the Curve*): área abaixo da curva ROC (Característica de Operação do Receptor), a curva da taxa de verdadeiros positivos versus taxa de falsos positivos

6.4.1.1 Seleção de Atributos

A seleção de atributos é uma técnica de mineração de dados aplicada para reduzir a dimensionalidade dos dados, facilitando a aplicação de algoritmos de mineração. A redução da dimensionalidade produz uma representação mais compacta, mais facilmente interpretável do conceito alvo, focalizando a atenção sobre as variáveis mais relevantes (WITTEN; FRANK, 2009).

A seleção de atributos é um recurso importante que afeta o desempenho de um modelo de predição. Dados irrelevantes podem diminuir a precisão dos modelos, por isso é importante, neste trabalho, identificar quais as variáveis do questionário aplicado aos gestores possuem uma maior correlação com o tempo de espera do serviço.

A correlação entre variáveis é mais formalmente referida como coeficiente de correlação de Pearson nas estatísticas. É possível calcular a correlação entre cada atributo e a variável de saída e selecionar apenas os atributos que possuem uma correlação positiva ou negativa de moderada a alta (perto de -1 ou 1) e eliminar esses atributos com uma correlação baixa (valor próximo a zero).

Neste trabalho, o algoritmo utilizado para realizar a seleção de características foi o CFS (Correlation Based Feature Selection) (HALL, 1998). Em suma, o objetivo do CFS é detectar um conjunto de variáveis não correlacionadas entre si, mas que apresentam alta correlação com a variável preditiva. No Weka, a implementação da técnica CFS está referenciada como CfsSubsetEval. Foi utilizado o método de busca do tipo “BestFirst”.

6.5 Resultados

6.5.1 Acurácia de Classificação

A acurácia de cada classificador foi avaliada em duas fases: na primeira sem a seleção de atributos e outra considerando apenas as variáveis selecionadas pelo algoritmo CFS. Os resultados são apresentados a seguir.

6.5.1.1 Resultados Preliminares

A Tabela 10 consolida alguns valores de acurácia gerados no aprendizado da relação entre os serviços públicos entregues a pessoas físicas e seu tempo de espera, juntamente com seus algoritmos geradores.

Tabela 10 – Resultados de alguns classificadores para serviços públicos entregues a pessoas físicas

Classificador	Acurácia	F-1	AUC
Naïve Bayes	55,1%	0,552	0,737
J48	52,04%	0,522	0,617
Random Forest	61,2%	0,533	0,812
SVM	64,29%	0,638	0,716
MultiLayer Perceptron	60,20%	0,601	0,769
Regressão Logística	66,33%	0,67	0,71
KNN	57,14%	0,502	0,683

A Tabela 11 apresenta os resultados dos algoritmos classificadores para serviços públicos entregues a pessoas jurídicas.

Tabela 11 – Resultados de alguns classificadores para serviços públicos ofertados a pessoas jurídicas

Classificador	Acurácia	F-1	AUC
Naïve Bayes	50,5%	0,506	0,678
J48	53,21%	0,524	0,621
Random Forest	54,1%	0,523	0,723
SVM	47,71%	0,475	0,662
MultiLayer Perceptron	49,54%	0,498	0,666
Regressão Logística	61,47%	0,61	0,714
KNN	42,20%	0,41	0,656

A partir desses resultados preliminares, foi realizado um novo teste para avaliar se o mérito calculado pela técnica de seleção de atributos é realmente capaz de melhorar o poder preditivo dos classificadores.

6.5.1.2 Resultados após Seleção de Atributos

Frente aos resultados preliminares, foi realizada uma seleção de atributos, sobre o questionário aplicado, a fim de selecionar um conjunto reduzido de questões correlacionadas à variável preditora (tempo de espera).

A Tabela 12 apresenta as variáveis selecionadas após a aplicação da técnica de seleção de atributos, discutida na seção anterior, para serviços oferecidos à pessoas físicas e a Tabela 13 para serviços direcionados à pessoas jurídicas.

DA04	Quantas áreas da instituição estão envolvidas na prestação do serviço?
DA05	Quantas vezes o usuário interage com a instituição até a entrega do serviço?
DA02	Quantos documentos o usuário necessita apresentar para a realização do serviço?
RD02	Ações realizadas pela internet: informações sobre documentos
AS07	Ações realizadas pela internet: registrar sugestão/reclamação
E11	Há mensuração do custo total para o usuário?
AS02	A instituição possui processo regular de avaliação da qualidade do serviço prestado?

Tabela 12 – Variáveis selecionadas para serviços públicos direcionados a pessoas físicas

DA05	Quantas vezes o usuário interage com a instituição até a entrega do serviço?
DA02	Quantos documentos o usuário necessita apresentar para a realização do serviço?
RD02	Ações realizadas pela internet: informações sobre documentos
E11	Há mensuração do custo total para o usuário?
E08	Há pessoas especificamente dedicadas à avaliação da qualidade?

Tabela 13 – Variáveis selecionadas para serviços públicos ofertados a pessoas jurídicas

Após essa seleção de atributos, os algoritmos de classificação foram novamente testados para cada tipo de serviço com seu respectivo conjunto de variáveis selecionadas. A Tabela 14 apresenta a acurácia dos classificadores para aqueles serviços ofertados exclusivamente à pessoas físicas. Observa-se que a maior acurácia, de 76,8%, é gerada pelo algoritmo Naïve-Bayes. Nota-se, ainda, que este algoritmo também apresentada as melhores medidas de F1-Score e ROC, tornando-o o classificador mais adequado para predição do tempo de espera considerando os serviços voltados a pessoas físicas.

Classificador	Acurácia	F-1	AUC
Naïve Bayes	★ 76,8%	0,752	0,882
J48	60,20%	0,559	0,621
Random Forest	66,3%	0,634	0,855
SVM	72,45%	0,717	0,828
MultiLayer Perceptron	72,45%	0,721	0,858
Regressão Logística	71,43%	0,704	0,852
KNN	66,33%	0,617	0,788

Tabela 14 – Acurácia dos classificadores para serviços públicos direcionados a pessoas físicas após a seleção de variáveis

Já a Tabela 15 apresenta a acurácia dos classificadores para os serviços ofertados a pessoas jurídicas. A maior acurácia, de 69,72%, é obtida pelo algoritmo J48, que também apresenta os melhores valores F1 e ROC, tornando-o o modelo adequado para este tipo de serviço.

Classificador	Acurácia	F-1	AUC
Naïve Bayes	64,2%	0,641	0,611
J48	★ 69,72%	0,676	0,795
Random Forest	65,1%	0,645	0,789
SVM	65,14%	0,65	0,754
MultiLayer Perceptron	61,47%	0,613	0,773
Regressão Logística	65,14%	0,651	0,772
KNN	59,63%	0,586	0,751

Tabela 15 – Acurácia dos classificadores para serviços públicos entregues a pessoas jurídicas após a seleção de variáveis.

A Tabela 16 apresenta a matriz de confusão do algoritmo Naïve-Bayes para predição do tempo de espera de serviços públicos ofertados a pessoas físicas. Matrizes de confusão são representações sumarizadas que permitem visualizar a quantidade de predições corretas e incorretas por classe.

Nota-se, pela matriz de confusão da Tabela 16, que o pior desempenho da técnica foi na classificação de serviços com tempo de espera médio.

	baixo	médio	alto
baixo	92%	4%	4%
médio	42%	46%	13%
alto	24%	5%	71%

Tabela 16 – Matriz de confusão do algoritmo Naïve-Bayes para predição do tempo de espera de serviços públicos ofertados a pessoas físicas

Já para os serviços ofertados a pessoas jurídicas, a Tabela 17 mostra a matriz de confusão do algoritmo J48. Nota-se que os maiores valores encontram-se na diagonal do

matriz, logo, o algoritmo obteve êxito na classificação em todos os níveis de espera.

	baixo	médio	alto
baixo	89%	4%	6%
médio	36%	45%	18%
alto	17%	10%	73%

Tabela 17 – Matriz de confusão do algoritmo J48 para predição do tempo de espera de serviços públicos ofertados a pessoas jurídicas

6.6 Discussão

Os resultados mostram uma forte correlação entre a quantidade de documentos necessários para obtenção do serviço e o tempo de espera, tanto para aqueles direcionados a pessoas físicas quanto para pessoas jurídicas. De fato, observando a base de dados, nota-se que os serviços que demandam 0, 1 ou 2 documentos estão concentrados no nível mais baixo do tempo de espera, enquanto aqueles que demandam mais documentos possuem um tempo de espera mais elevado.

A quantidade de documentos que o usuário deve fornecer ao serviço está relacionada a outro aspecto importante que afeta negativamente o tempo de espera que é o acesso às informações sobre os documentos do serviço pela internet. Isso significa que, garantir que o usuário esteja bem informado sobre os documentos do serviço aumenta a chance que ele possua todos os documentos necessários em sua primeira tentativa de se obter o serviço. Nesse sentido, melhorar as estratégias de informação documental do serviço pode evitar que o usuário deixe de fornecer dados relevantes para a obtenção do serviço.

A quantidade de interações do usuário também se mostrou uma variável relevante para prever o tempo de espera dos serviços. Novamente, quanto menor a quantidade de interações, menor o tempo de espera do serviço. Portanto, é importante que os gestores consolidem a entrega de seus serviços de maneira a reduzir a quantidade de ocasiões que o usuário deve interagir com a instituição e, assim, minimizar esforços desnecessários que possam gerar a necessidade por novas interações do usuário com a instituição pública.

Finalmente, os resultados destacam também para a presença de um processo regular de avaliação da qualidade ou de pessoas dedicadas a essa avaliação. De maneira geral, serviços em que tais aspectos estão presentes possuem um tempo de espera menor. Desse modo, avaliar a qualidade e a gestão da qualidade mostra-se essencial para aprimorar o tempo de espera dos serviços e assim impulsionar sua qualidade.

6.7 Considerações finais do capítulo

Este capítulo continua a apresentação dos resultados de um estudo acerca dos dados da pesquisa de gestão da qualidade realizada pelo Governo Federal brasileiro nas instituições públicas. Com o auxílio das técnicas de aprendizado de máquina foram construídos dois modelos preditivos do tempo de espera de serviços públicos ofertados a pessoas físicas e jurídicas com base em aspectos da sua gestão da qualidade. O tempo de espera analisado neste trabalho se refere ao período (em dias) da duração desde a solicitação do serviço até a efetiva entrega ao usuário solicitante.

Ao se aplicar um método de seleção de atributos, foi possível observar algumas variáveis de gestão altamente correlacionadas com o tempo de espera dos serviços. Alguns aspectos organizacionais foram relevantes na geração dos dois modelos de predição, como: a quantidade de documentos que o usuário deve fornecer, e a quantidade de vezes que o usuário interage com a instituição provedora do serviço. Tais variáveis contribuem fortemente com atrasos na entrega do serviço e, conseqüentemente, em um tempo de espera maior.

Nos experimentos realizados, o algoritmo Naïve-Bayes apresentou os melhores resultados de acurácia para predição do tempo de espera em serviços direcionados a pessoas físicas, enquanto o algoritmo J48, que é baseado em árvore de decisão, apresentou a melhor acurácia para serviços públicos ofertados a pessoas jurídicas.

7 Conclusões e Trabalhos Futuros

A implementação de estratégias de governo digital tem como aspecto essencial a aplicação de avaliações sobre a qualidade e gestão da qualidade dos serviços, a fim de aferir o cumprimento de seus objetivos e garantir qualidade na oferta do serviço ao cidadão. Este trabalho apresentou os resultados de análises realizadas sobre uma pesquisa acerca da gestão da qualidade realizada pelo Governo Federal brasileiro em suas instituições públicas federais.

Aplicando técnicas de regressão, foram construídos cinco modelos multivariados para estudar a relação entre os aspectos de gestão dos serviços e suas notas de qualidade pela perspectiva dos gestores. O modelo final explica 32% da variância da nota e contou com sete itens relacionados a governança, recursos humanos, estratégias e transparência, recursos digitais e exigências documentais e atendimento. As variáveis com maior significância estatística foram adequação da quantidade de colaboradores à provisão do serviço e exigências documentais que poderiam ser reduzidas. Nesse contexto, um sistema de compartilhamento entre bases de dados do governo poderia evitar que os usuários tenham que fornecer dados que o governo já possui. E notavelmente, os resultados sugerem uma relação negativa entre a possibilidade dos usuários acompanharem o serviço pela internet e sua nota, ou seja, serviços em que o acompanhamento de seu andamento é possível através da internet apresentam notas mais baixas. É possível que essa relação se dê por uma resistência organizacional às estratégias de digitalização ou devido a falha dessas estratégias, que construíram sistemas onde o acompanhamento do serviço pela via digital torna mais difícil a entrega ou consumo do serviço.

Paralelamente, foram construídos dois modelos de predição do tempo de espera de serviços entregues a pessoas físicas e pessoas jurídicas. No primeiro, o algoritmo que apresentou maior acurácia foi o Naïve-Bayes, ligado ao cálculo de probabilidades condicionais, enquanto no último, o de maior acurácia foi o J48, relacionado a construção de árvores de decisão. Os resultados sugerem que o número de documentos que o usuário deve fornecer para obter o serviço, a quantidade de interações do usuário com o governo e características relacionadas a avaliação da qualidade, como a existência de um processo regular para essa finalidade ou atribuição de funcionários nesse sentido, são aspectos que influenciam o tempo de espera para ambas pessoas física e jurídica. Recomenda-se, portanto: investir na redução da quantidade de documentos necessários e garantir o máximo de clareza das informações sobre quais são eles; digitizar ao máximo a entrega do serviço ou reorganizar seu fluxo de entrega, a fim de minimizar o número de interações; e, investir em gestão e avaliação da qualidade dos serviços.

Os resultados apresentam limitações. O estudo foi realizado especificamente acerca de serviços públicos federais brasileiros, não podendo ser generalizado para serviços públicos de qualquer país ou até mesmo serviços municipais ou estaduais. Além disso, serviços de diferentes áreas podem requerer características específicas.

O estudo aponta a importância da gestão da qualidade para os serviços públicos. A partir dos modelos construídos, gestores de serviços podem identificar as principais características dos serviços que impactam em sua nota e compreender melhor a relação entre aspectos dos serviços e o tempo de espera. Dessa maneira, os gestores podem compreender melhor suas perspectivas e desenvolver estratégias que melhorem os aspectos que mais influenciam as notas do serviço no contexto interno. Ainda, os gestores poderão elaborar estratégias adequadas para a minimização do tempo de espera, visto que é uma característica importante para a qualidade dos serviços e satisfação dos usuários, sobretudo atualmente com a tendência para estratégias orientadas ao usuário.

Como trabalho futuro, pretende-se refinar o instrumento a fim de reaplicá-lo para confirmar os resultados aqui apresentados. Deve-se reanalisar a relação da possibilidade de acompanhar o serviço pela internet e sua nota, a fim de confirmar as implicações apresentadas neste estudo e identificar as causas dessa problemática. Ainda, novos aspectos podem ser detalhados, incluindo tanto o custo envolvido para o usuário (consumidor do serviço) quanto o custo para o Governo. Por fim, pode-se expandir o estudo para identificar como os usos de SI na gestão dos serviços podem afetar a qualidade percebida pelo usuário.

Referências

- Al-Damen, D. R. A. The impact of Total Quality Management on organizational performance Case of Jordan Oil Petroleum Company. v. 8, n. 1, p. 11, 2017. Citado na página 28.
- ALANEZI, M. A.; MAHMOOD, A. K.; BASRI, S. Conceptual model for measuring e-government service quality. In: *2011 IEEE Conference on Open Systems*. Langkawi, Malaysia: IEEE, 2011. p. 411–416. ISBN 978-1-61284-931-7. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 25.
- ALANEZI, M. A.; MAHMOOD, A. K.; BASRI, S. E-Government Service Quality: A Qualitative Evaluation in the Case of Saudi Arabia. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, v. 54, n. 1, p. 1–20, 2012. ISSN 16814835. Citado na página 25.
- ALFADLI, I.; MUNRO, M. Citizen Centered e-Government Services Assessment Framework. p. 8, 2018. Citado na página 25.
- ALIAS, E. S. et al. Evaluating e-government services in Malaysia using the EGOVSAT model. In: *Proceedings of the 2011 International Conference on Electrical Engineering and Informatics*. Bandung, Indonesia: IEEE, 2011. p. 1–5. ISBN 978-1-4577-0753-7. Citado 3 vezes nas páginas 16, 24 e 26.
- ALMALKI, O.; DUAN, Y.; FROMMHOLZ, I. Developing a conceptual framework to evaluate e-government portals' success. In: *Proceedings of the 13th European Conference on E-Government. University of Insubria Varese, Italy*. [S.l.: s.n.], 2013. v. 1, p. 19–26. Citado na página 28.
- Amritesh; MISRA, S. C.; CHATTERJEE, J. Applying Gap Model for Bringing Effectiveness to e-Government Services: A Case of NeGP Deployment in India. *International Journal of Electronic Government Research*, v. 9, n. 3, p. 43–57, 2013. ISSN 1548-3886, 1548-3894. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 25.
- ANWER, M. A. et al. E-government services evaluation from citizen satisfaction perspective: A case of Afghanistan. *Transforming Government: People, Process and Policy*, v. 10, n. 1, p. 139–167, 2016. ISSN 1750-6166. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 28.
- APTE, U. M.; GOH, C.-H. Applying lean manufacturing principles to information intensive services. *International Journal of Services Technology and Management*, v. 5, n. 5/6, p. 488, 2004. ISSN 1460-6720, 1741-525X. Citado na página 29.
- ARIAS, M. I.; MAÇADA, A. C. G. Digital Government for E-Government Service Quality: A Literature Review. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance - ICEGOV '18*. Galway, Ireland: ACM Press, 2018. p. 7–17. ISBN 978-1-4503-5421-9. Citado na página 28.

- Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). *Simplificando Vidas: Qualidade e Satisfação Com Os Serviços Públicos*. Washington, DC, USA: [s.n.], 2016. Citado na página 58.
- BARNS, S. et al. Digital infrastructures and urban governance. *Urban Policy and Research*, Taylor & Francis, v. 35, n. 1, p. 20–31, 2017. Citado na página 58.
- BHATTACHARYA, D.; GULLA, U.; GUPTA, M. E-service quality model for Indian government portals: Citizens' perspective. *Journal of Enterprise Information Management*, v. 25, n. 3, p. 246–271, 2012. ISSN 1741-0398. Citado na página 27.
- BRADLEY, P. S. et al. Scaling clustering algorithms to large databases. In: *KDD*. [S.l.: s.n.], 1998. v. 98, p. 9–15. Citado na página 35.
- Brasil. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. *Estratégia de Governança Digital: Transformação Digital - Cidadania e Governo*. 2016. Citado na página 29.
- Brasil. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. *Estratégia de Governança Digital: Transformação Digital - Cidadania e Governo*. 2018. Citado na página 29.
- Brasil. Presidência da República. *Decreto Presidencial de 3 de Abril de 2000. Grupo de Trabalho Interministerial*. 2000. Citado na página 29.
- Brasil. Presidência da República. *Decreto Nº 8.638, de 15 de Janeiro de 2016. Política de Governança Digital*. 2016. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 29.
- Brasil. Presidência da República. *Decreto Nº 8.936, de 19 de Dezembro de 2016. Plataforma de Cidadania Digital*. 2016. Citado na página 30.
- Brasil. Presidência da República. *Decreto Nº 9.094, de 17 de Julho de 2017. Carta de Serviços Ao Usuário*. 2017. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 29.
- Brasil. Presidência da República. *Lei Nº 13.460, de 26 de Junho de 2017. Participação, Proteção e Defesa Dos Direitos Do Usuário Dos Serviços Públicos Da Administração Pública*. 2017. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 29.
- Brasil. Presidência da República. *Decreto Nº 9.723, de 11 de Março de 2019*. 2019. Citado na página 30.
- CALABRESE, A.; SCOGLIO, F. Reframing the past: A new approach in service quality assessment. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 23, n. 11-12, p. 1329–1343, dez. 2012. ISSN 1478-3363, 1478-3371. Citado na página 28.
- CHOU, T.-C.; CHEN, J.-R.; PU, C.-K. Exploring the collective actions of public servants in e-government development. *Decision Support Systems*, Elsevier, v. 45, n. 2, p. 251–265, 2008. Citado na página 59.
- DAOUD, J. I. Multicollinearity and regression analysis. In: IOP PUBLISHING. *Journal of Physics: Conference Series*. [S.l.], 2017. v. 949, n. 1, p. 012009. Citado na página 53.
- DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, JSTOR, p. 319–340, 1989. Citado 3 vezes nas páginas 20, 21 e 23.

- DAVIS, F. D.; BAGOZZI, R. P.; WARSHAW, P. R. User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, v. 35, n. 8, p. 982–1003, ago. 1989. ISSN 0025-1909, 1526-5501. Citado 2 vezes nas páginas 8 e 23.
- DELONE, W. H.; MCLEAN, E. R. Information systems success: The quest for the dependent variable. *Information systems research*, INFORMS, v. 3, n. 1, p. 60–95, 1992. Citado 4 vezes nas páginas 20, 21, 22 e 24.
- DELONE, W. H.; MCLEAN, E. R. The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems*, v. 19, n. 4,, p. 9–30, 2003. Citado 2 vezes nas páginas 8 e 23.
- DROSOS, D.; TSOTSOLAS, N. Customer Satisfaction Evaluation for Greek Online Travel Agencies. In: YANNACOPOULOS, D. et al. (Ed.). *Customer Satisfaction Evaluation for Greek Online Travel Agencies*. [S.l.]: IGI Global, 2014, (Advances in Web Technologies and Engineering). ISBN 978-1-4666-5129-6 978-1-4666-5130-2. Citado na página 24.
- DROSOS, D. et al. Evaluating Customer Satisfaction: The Case of the Mobile Telephony Industry in Greece. In: KRAVETS, A. et al. (Ed.). *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science*. Cham: Springer International Publishing, 2015. v. 535, p. 249–267. ISBN 978-3-319-23765-7 978-3-319-23766-4. Citado na página 24.
- EBBERS, W. E.; DIJK, J. A. V. Resistance and support to electronic government, building a model of innovation. *Government Information Quarterly*, Elsevier, v. 24, n. 3, p. 554–575, 2007. Citado na página 59.
- FLOORPOULOS, J. et al. Measuring the success of the Greek Taxation Information System. *International Journal of Information Management*, v. 30, n. 1, p. 47–56, 2010. ISSN 02684012. Citado na página 27.
- GRADOS, D.; SCHREVEENS, E. Multidimensional analysis of environmental impacts from potato agricultural production in the peruvian central andes. *Science of The Total Environment*, Elsevier, 2019. Citado na página 35.
- HALL, M. A. *Correlation-based Feature Subset Selection for Machine Learning*. Tese (Doutorado) — University of Waikato, Hamilton, New Zealand, 1998. Citado na página 64.
- HORAN, T. A.; ABHICHANDANI, T. Evaluating User Satisfaction in an E-Government Initiative: Results of Structural Equation Modeling and Focus Group Discussions. n. 4, p. 12, 2006. Citado na página 26.
- HOSMER, D.; LEMESHOW, S. *Applied Logstlc Regression*. [S.l.]: John Wiley, 1989. Citado na página 53.
- Hsieh et al. Impact of User Satisfaction with Mandated CRM Use on Employee Service Quality. *MIS Quarterly*, v. 36, n. 4, p. 1065, 2012. ISSN 02767783. Citado na página 28.
- HUAI, J. Quality Evaluation of E-Government Public Service. In: *2011 International Conference on Management and Service Science*. Wuhan, China: IEEE, 2011. p. 1–4. ISBN 978-1-4244-6579-8. Citado na página 25.

- ISLAM, A.; HAQUE, A. F. M. A. Pillars of TQM Implementation in Manufacturing Organization- An Empirical Study. p. 14, 2012. Citado na página 28.
- JANG, C.-L. Measuring Electronic Government Procurement Success and Testing for the Moderating Effect of Computer Self-efficacy. *International Journal of Digital Content Technology and its Applications*, v. 4, n. 3, p. 224–232, 2010. ISSN 1975-9339, 2233-9310. Citado na página 27.
- KARTHA, C. A comparison of ISO 9000:2000 quality system standards, QS9000, ISO/TS 16949 and Baldrige criteria. *The TQM Magazine*, v. 16, n. 5, p. 331–340, out. 2004. ISSN 0954-478X. Citado na página 29.
- KIM, D.-Y.; KIM, S. Data transmission using k-means clustering in low power wide area networks with mobile edge cloud. *Wireless Personal Communications*, Springer, p. 1–15, 2019. Citado na página 35.
- KUNSTELJ, M.; VINTAR, M. Evaluating the progress of e-government development: A critical analysis. *Information Polity*, v. 9, n. 3,4, p. 131–148, maio 2005. ISSN 18758754, 15701255. Citado na página 28.
- LANGHAM, J.; PAULSEN, N.; HARTEL, C. Evaluating Design Effectiveness for Public Sector Services: An Introduction to XE. p. 8, 2017. Citado 3 vezes nas páginas 24, 27 e 28.
- LESKOVEC, J.; RAJARAMAN, A.; ULLMAN, J. D. *Mining of massive datasets*. [S.l.]: Cambridge university press, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 34.
- MACQUEEN, J. et al. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In: OAKLAND, CA, USA. *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability*. [S.l.], 1967. v. 1, n. 14, p. 281–297. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 34.
- MISRA, S. C.; CHATTERJEE, J. et al. Applying gap model for bringing effectiveness to e-government services: A case of negp deployment in india. *International Journal of Electronic Government Research (IJEGR)*, IGI Global, v. 9, n. 3, p. 43–57, 2013. Citado na página 20.
- OKUNOLA, O. M.; ROWLEY, J. Dimensions of the user experience of e-Government services: The Nigeria immigration service website. In: *ECEG2013-13th European Conference on eGovernment: ECEG 2013*. [S.l.: s.n.], 2013. Citado na página 27.
- Organização das Nações Unidas. *United Nations E-Government Survey 2016 - E-Government in Support of Sustainable Development*. New York: [s.n.], 2016. (United Nations E-Government Survey, 2016). ISBN 978-92-1-123205-9 978-92-1-058156-1. Citado na página 30.
- Organização das Nações Unidas. *United Nations E-Government Survey 2018 - Gearing E-Government to Support Transformation towards Sustainable and Resilient Societies*. New York: [s.n.], 2018. (United Nations E-Government Survey). ISBN 978-92-1-123208-0. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 30.

- PARASURAMAN, A.; ZEITHAML, V. A.; BERRY, L. L. A conceptual model of service quality and its implications for future research. *Journal of marketing*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 49, n. 4, p. 41–50, 1985. Citado 3 vezes nas páginas 20, 21 e 25.
- PARASURAMAN, A.; ZEITHAML, V. A.; BERRY, L. L. SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. p. 30, 1988. Citado 4 vezes nas páginas 8, 21, 22 e 25.
- PATRA, P. K. et al. Electronic governance service quality: A study in the state of Odisha. *International Journal of Services Technology and Management*, v. 21, n. 4/5/6, p. 238, 2015. ISSN 1460-6720, 1741-525X. Citado na página 26.
- PEDROSA, G.; MENEZES, V.; FIGUEIREDO, R. A quality management-based approach to evaluate public services: A case study in brazil. In: *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences*. [S.l.: s.n.], 2020. Citado 5 vezes nas páginas 8, 48, 49, 51 e 52.
- PITT, L. F.; WATSON, R. T.; KAVAN, C. B. Service Quality: A Measure of Information Systems Effectiveness. *MIS Quarterly*, v. 19, n. 2, p. 173, jun. 1995. ISSN 02767783. Citado na página 21.
- PUNNAKITIKASHEM, P. Determining Lean Practices in Health Care Service Systems. In: QI, E.; SHEN, J.; DOU, R. (Ed.). *The 19th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 945–954. ISBN 978-3-642-37269-8 978-3-642-37270-4. Citado na página 29.
- QUINLAN, J. R. *C4. 5: programs for machine learning*. [S.l.]: Elsevier, 2014. Citado na página 42.
- R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria, 2017. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Citado na página 53.
- RANA, N. P. et al. Investigating success of an e-government initiative: Validation of an integrated IS success model. *Information Systems Frontiers*, v. 17, n. 1, p. 127–142, 2015. ISSN 1387-3326, 1572-9419. Citado na página 28.
- RODRÍGUEZ, P. G. et al. Quality dimensions in the public sector: Municipal services and citizen's perception. *International Review on Public and Nonprofit Marketing*, v. 6, n. 1, p. 75–90, 2009. ISSN 1865-1984, 1865-1992. Citado na página 25.
- SAHA, P.; NATH, A.; Salehi-Sangari, E. Success of Government E-Service Delivery: Does Satisfaction Matter? In: WIMMER, M. A. et al. (Ed.). *Electronic Government*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. v. 6228, p. 204–215. ISBN 978-3-642-14798-2 978-3-642-14799-9. Citado na página 26.
- SEDDON, P. B. A Respecification and Extension of the DeLone and McLean Model of IS Success. *Information Systems Research*, v. 8, n. 3, p. 240–253, 1997. Citado na página 22.

- SEIFERT, J. W.; CHUNG, J. Using e-government to reinforce government—citizen relationships: comparing government reform in the united states and china. *Social Science Computer Review*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 27, n. 1, p. 3–23, 2009. Citado na página 60.
- SIGWEJO, A.; PATHER, S. A Citizen-Centric Framework For Assessing E-Government Effectiveness. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, v. 74, n. 1, p. 1–27, 2016. Citado na página 24.
- SILVA, L. A. da; PERES, S. M.; BOSCARIOLI, C. *Introdução a Mineração de Dados: Com Aplicações Em R*. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. ISBN 978-85-352-8446-1. Citado 4 vezes nas páginas 8, 31, 38 e 41.
- SINGH, V.; SINGH, G. Citizen centric assessment framework for e-governance services quality. p. 20, 2018. Citado na página 28.
- SKORDOULIS, M.; ALASONAS, P.; Pekka-Economou, V. E-government services quality and citizens' satisfaction: A multi-criteria satisfaction analysis of TAXISnet information system in Greece. p. 19, 2017. Citado 3 vezes nas páginas 20, 24 e 26.
- SOARES, V. D. A. et al. Evaluating Government Services Based on User Perspective. In: *20th Annual International Conference on Digital Government Research on - Dg.o 2019*. Dubai, United Arab Emirates: ACM Press, 2019. p. 425–432. ISBN 978-1-4503-7204-6. Citado na página 32.
- SRIVASTAVA, S.; TEO, T.; NISHANT, R. What is Electronic Service Quality? p. 14, 2011. Citado na página 25.
- SSEMUGABI, S.; de Villiers, M. R. Make Your Choice: Dimensionality of an Open Integrated Conceptual Model for Evaluating E-Service Quality, Usability and User Experience (e-SQUUX) of Web-Based Applications. In: *Proceedings of the Annual Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists on - SAICSIT '16*. Johannesburg, South Africa: ACM Press, 2016. p. 1–10. ISBN 978-1-4503-4805-8. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 27.
- TADANO, Y. d. S.; UGAYA, C. M. L.; FRANCO, A. T. Método de regressão de poisson: metodologia para avaliação do impacto da poluição atmosférica na saúde populacional. *Ambiente & Sociedade*, SciELO Brasil, v. 12, n. 2, p. 241–255, 2009. Citado na página 47.
- TADROS, I.; ALZUBI, K. N. E-government project implementation challenges in the ministry of higher education and scientific research in jordan. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, v. 9, n. 12, p. 1074–1082, 2015. Citado na página 60.
- United States of America. Department of Defense. *Total Quality Management Master Plan*. 1988. Citado na página 28.
- UTHAMAN, V. S.; VASANTHAGOPAL, R. A Comprehensive Multidimensional Conceptual Model to Assess the e-Governance Service Quality at Common Service Centers in India. In: *Proceedings of the Special Collection on eGovernment Innovations in India - ICEGOV '17*. New Delhi AA, India: ACM Press, 2017. p. 99–106. ISBN 978-1-4503-4930-7. Citado na página 28.

WANG, Y.-S.; LIAO, Y.-W. Assessing eGovernment systems success: A validation of the DeLone and McLean model of information systems success. *Government Information Quarterly*, v. 25, n. 4, p. 717–733, 2008. ISSN 0740624X. Citado na página 27.

WEERAKKODY, V. Applied technology integration in governmental organizations: new e-government research. 2011. Citado na página 59.

WITTEN, I. H.; FRANK, E. *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques with java implementations*. [S.l.]: Massachusetts: Morgan Kaufmann, 2009. Citado na página 64.

ZHENG, F.; LU, Y. Influencing Factors of Public Satisfaction in Local Governments' Overall Performance Evaluation in China. In: *2012 Fifth International Conference on Business Intelligence and Financial Engineering*. Lanzhou, Gansu, China: IEEE, 2012. p. 495–500. ISBN 978-1-4673-2092-4 978-0-7695-4750-3. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 26.

Anexos

ANEXO A – Questionário da Pesquisa de Gestão da Qualidade

Este anexo apresenta o questionário utilizado nas entrevistas durante a aplicação da pesquisa de gestão da qualidade. A ordem dos itens é apresentada tal qual fora para os gestores dos serviços. Os códigos identificados (ID) de cada questão representam as seguintes dimensões do modelo BrQM:

- S___: Sistemas
- G___: Governança
- RH___: Recursos Humanos
- RD___: Recursos Digitais
- AS___: Avaliação da Satisfação
- DA___: Exigências Documentais e Atendimento
- CA___: Canais de Atendimento
- ET___: Estratégias e Transparência
- E___: questões desconsideradas no modelo BrQM
- P___: questões particulares do serviço/gestor do serviço

Tabela 18 – Questionário da Pesquisa de Gestão da Qualidade

	Questão	Tipo de Respostas
P1	A qual instituição você pertence?	Aberta
P2	Qual é o seu email?	Aberta
P3	Qual é o nome do serviço que você coordena?	Aberta
P4	Qual é a área da instituição responsável pelo serviço?(área: setor que representa menor nível hierárquico no organograma da instituição)	Aberta
P5	O serviço é oferecido a pessoas físicas, jurídicas ou ambas?	Físicas, Jurídica, Ambas

Tabela 18 – Continuação do Questionário da Pesquisa de Gestão da Qualidade

ID	Questão	Tipo de Respostas
AS03	Há medições do tempo de espera do usuário até a entrega do serviço?(entrega: ato administrativo final na prestação do serviço)	Sim/Não
E01	Quantos dias o usuário espera até a efetiva entrega do serviço?	Número
	Em quais canais há a possibilidade de o usuário registrar formalmente reclamações e sugestões?	
CA01	Presencial (Ouvidoria do órgão)	Sim/Não
CA03	Presencial (outra área de atendimento)	Sim/Não
CA05	Telefone (central de atendimento)	Sim/Não
CA02	Portal de Serviços (servicos.gov.br)	Sim/Não
E02	Portal próprio da Instituição	Sim/Não
CA04	Ouvidoria (e-Ouv)	Sim/Não
E03	Chat ou Chatbot	Sim/Não
E04	Aplicativo de celular	Sim/Não
ET03	Ficha de avaliação em papel	Sim/Não
E14	Outro (especifique)	Aberta
E05	A sua instituição faz uso dos dados de reclamações e sugestões para a melhoria do serviço?	Sim/Não
DA04	Quantas áreas da instituição estão envolvidas na prestação do serviço?(área: setor que representa menor nível hierárquico no organograma da instituição)	0, 1, 2, 3, 4, 5
DA05	De forma estimada, quantas vezes o usuário interage com a instituição até a entrega do serviço?(interação: cada vez que um usuário se relaciona com a instituição durante a prestação do serviço)	0, 1, 2, 3, 4, 5
DA02	Quantos documentos o usuário necessita apresentar para a realização do serviço?	0, 1, 2, 3, 4, 5

Tabela 18 – Continuação do Questionário da Pesquisa de Gestão da Qualidade

ID	Questão	Tipo de Respostas
E06	Há ações de capacitação associadas especificamente ao serviço analisado (considere apenas os treinamentos ligados ao serviço analisado, e não da instituição como um todo)?	Sim/Não
	Caso "Sim", indique quais são os treinamentos existentes dentro do programa de capacitação.	
	Como utilizar os sistemas de tramitação do serviço	Sim/Não
	Regulatório	Sim/Não
	Procedimentos/protocolos de atendimento ao usuário	Sim/Não
	Competência de orientação a resultados	Sim/Não
	Competência de orientação a qualidade	Sim/Não
	Outro (especifique)	Aberta
ET04	São oferecidos incentivos aos colaboradores pelo seu desempenho associado a melhoria da qualidade dos serviços?	Sim/Não
	Caso "Sim", quais são os incentivos?	
	Remuneração complementar	Sim/Não
	Programa de capacitação especial	Sim/Não
	Fator positivo considerado no processo de promoção de carreira	Sim/Não
	Outro (especifique)	Aberta
	Indique o seu nível de concordância com as afirmações abaixo:	
RH02	A instituição promove a transferência de conhecimento entre os colaboradores.	Likert 4
RH03	Há política de capacitação para todos os colaboradores.	Likert 4
RH05	O número de colaboradores atual é adequado à prestação do serviço.	Likert 4
RH01	Os colaboradores recebem treinamento para a prestação do serviço tão logo iniciam as suas atividades.	Likert 4

Tabela 18 – Continuação do Questionário da Pesquisa de Gestão da Qualidade

ID	Questão	Tipo de Respostas
RH04	Os colaboradores são selecionados a partir das competências necessárias para a prestação do serviço.	Likert 4
E07	Qual é a estimativa de custo anual total do serviço? (Itens: recursos humanos/quadro de colaboradores, locação ou manutenção da infraestrutura e Tecnologia da Informação)	Alternativas
	Menor que R\$ 150.000,00	
	R\$ 150.000,00 a R\$ 4.000.000,00	
	R\$ 4.000.000,00 a R\$ 8.000.000,00	
	R\$ 8.000.000,00 a R\$ 12.000.000,00	
	R\$ 12.000.000,00 a R\$ 15.000.000,00	
	Maior que R\$ 15.000.000,00	
	Não há estimativa	
E15	Há indicador do custo dos Recursos Humanos em relação ao gasto total com o serviço?	Sim/Não
	Caso “Sim”, qual seria esse percentual?	Número
	Indique as ações que hoje podem ser realizadas pelo usuário via internet:	
RD02	Ter informações sobre documentos necessários para requisitar o serviço	Sim/Não
RD01	Ter informações sobre as etapas (passo a passo) necessárias para requisitar o serviço	Sim/Não
RD05	Realizar agendamento	Sim/Não
RD04	Consultar agendamento já realizado	Sim/Não
E09	Solicitar o serviço	Sim/Não
RD03	Acompanhar o serviço	Sim/Não
AS07	Registrar sugestão/reclamação	Sim/Não
AS08	Receber resposta ou solução de uma solicitação, sugestão/reclamação	Sim/Não
E10	Assinar um documento	Sim/Não
DA03	Fazer pagamento	Sim/Não
	Indique seu nível de concordância com as seguintes afirmações:	

Tabela 18 – Continuação do Questionário da Pesquisa de Gestão da Qualidade

ID	Questão	Tipo de Respostas
S04	Os sistemas são confiáveis em termos de disponibilidade	Likert 4
S02	Os sistemas facilitam o dia a dia na gestão do serviço	Likert 4
S01	Os sistemas proveem dados e informações confiáveis	Likert 4
S03	Os sistemas existentes garantem suporte completo ao serviço prestado	Likert 4
S06	Os sistemas disponibilizam os dados dos serviços em formato aberto	Likert 4
S05	Os sistemas atendem aos requisitos de acessibilidade	Likert 4
DA01	As exigências documentais necessárias para a prestação do serviço poderiam ser reduzidas.	Likert 4
ET02	A instituição dispõe de canais para a divulgação de informações sobre o desempenho dos serviços e ações de melhoria.	Likert 4
E11	Há mensuração do custo total para o usuário?	Sim/Não
E16	Caso "Sim", quais são os custos estimados ou médios para o usuário (taxas, tarifas, custos de deslocamento, outros)?	
	R\$ 0 a R\$ 50,00	Sim/Não
	R\$ 51,00 a R\$ 700,00	Sim/Não
ET05	O serviço está contemplado no plano estratégico da instituição?	Sim/Não
	Caso "Sim", indique o seu nível de concordância com a seguinte afirmação:	
E17	Há priorização da qualidade do serviço e da satisfação do usuário dentre as metas definidas no plano estratégico.	Likert 4
E12	A instituição segue um modelo de gestão da qualidade definido para a prestação do serviço?	Sim/Não

Tabela 18 – Continuação do Questionário da Pesquisa de Gestão da Qualidade

ID	Questão	Tipo de Respostas
	Caso "Sim", qual é o modelo de gestão da qualidade seguido?	Aberta
AS02	A instituição possui processo regular de avaliação da qualidade do serviço prestado?	Sim/Não
	Caso "Sim", como as informações coletadas são utilizadas pela instituição?	Aberta
E18	Com qual frequência é realizada a avaliação de qualidade?	Aberta
E19	Em que nível você classifica o sistema atual de avaliação da qualidade da sua instituição?	Aberta
E08	Há pessoas especificamente dedicadas à avaliação da qualidade?	Sim/Não
	Caso "Sim", quantas pessoas estão dedicadas integralmente?	Número
	Indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações:	
G01	A alta direção avalia a coerência entre a missão da instituição e os serviços que ela oferece.	Likert 4
G03	A alta direção monitora os padrões de qualidade dos serviços prestados.	Likert 4
G04	A alta direção patrocina a divulgação dos serviços no Portal de Serviços.	Likert 4
G02	A alta direção promove melhorias nos processos gerenciais, com o objetivo de reduzir as exigências para os usuários dos serviços.	Likert 4
AS01	Há uma ferramenta para que o usuário possa avaliar sua satisfação quanto ao serviço recebido?	Sim/Não
	Caso "Sim", quais são as ferramentas utilizadas para avaliação da satisfação do usuário?	
	Questionário na saída ou finalização do atendimento	Sim/Não
	Pesquisas periódicas de satisfação do cidadão	Sim/Não

Tabela 18 – Continuação do Questionário da Pesquisa de Gestão da Qualidade

ID	Questão	Tipo de Respostas
	Grupos Focais	Sim/Não
	Outro (especifique)	Aberta
E13	Em que nível você classifica o sistema de avaliação de satisfação?	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
AS05	Os usuários são envolvidos nos processos de melhoria do serviço?	Sim/Não
	Indique o seu nível de concordância com a seguinte afirmação:	
AS04	As estratégias regulares de divulgação do serviço para o usuário são efetivas.	Likert 4
ET01	Há alianças, parcerias, iniciativas de colaboração e/ou integração com outras instituições públicas que visam a melhoria do serviço prestado?	Sim/Não
	Caso “Sim”, quais são estas instituições públicas?	Aberta
	Indique o seu nível de concordância com a seguinte afirmação:	
AS06	A instituição é proativa na disponibilização de informações de interesse dos usuários sobre os serviços	Likert 4
N1	Em sua opinião, em que nível os usuários avaliariam a prestação do serviço quanto a sua qualidade?	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

ANEXO B – Questionário da Pesquisa segundo a perspectiva do usuário para serviços presenciais

Avaliação da percepção da qualidade de serviços públicos presenciais					
Avalie as questões abaixo conforme a escala indicada: (01) Discordo totalmente; (02) Discordo parcialmente; (03) Não concordo, nem discordo; (04) Concordo parcialmente; (05) Concordo totalmente.					
Quanto ao serviço (nome do serviço), é possível afirmar que:	Avaliação				
	01	02	03	04	05
1. O tempo para obtenção do serviço foi adequado.	<input type="checkbox"/>				
2. O serviço foi cumprido dentro do prazo informado.	<input type="checkbox"/>				
3. Todas as informações necessárias foram passadas durante o atendimento.	<input type="checkbox"/>				
4. O tratamento recebido foi respeitoso durante o atendimento.	<input type="checkbox"/>				
5. Os funcionários estavam dispostos a me ajudar.	<input type="checkbox"/>				
6. A instituição contava com equipamentos úteis ao atendimento.	<input type="checkbox"/>				
7. Os horários de funcionamento do local foram convenientes.	<input type="checkbox"/>				
8. O custo financeiro para obtenção do serviço foi adequado.	<input type="checkbox"/>				
9. O esforço para obtenção do serviço foi adequado.	<input type="checkbox"/>				

Figura 23 – Questionário da Pesquisa de Gestão da Qualidade