



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - PPGE

NAIALY PATRÍCIA RODRIGUES

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA DINÂMICA DE ATENDIMENTO NA CAIXA
ECONÔMICA FEDERAL: reformulação das filas nos setores Caixas, Gov-Social e
Expresso antes e durante a pandemia**

Caruaru
2023

NAIALY PATRÍCIA RODRIGUES

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA DINÂMICA DE ATENDIMENTO NA CAIXA
ECONÔMICA FEDERAL: reformulação das filas nos setores Caixas, Gov-Social e
Expresso antes e durante a pandemia**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Otimização e Gestão da Produção.

Orientador: Prof. Dr. Thyago Celso Cavalcante Nepomuceno

Coorientadora: Prof.^a. Dra. Flávia Barbosa

Caruaru

2023

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Nasaré Oliveira - CRB/4 - 2309

R696a Rodrigues, Naialy Patrícia.
Avaliação quantitativa da dinâmica de atendimento na Caixa Econômica Federal: reformulação das filas nos setores Caixa, Gov-Social e Expresso antes e durante a pandemia. / Naialy Patrícia Rodrigues. – 2023.
120 f.; il.: 30 cm.
Orientador: Thyago Celso Cavalcante Nepomuceno.
Coorientadora: Flávia Barbosa.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, 2023.
Inclui Referências.
1. Caixa Econômica. 2. Bancos – Serviços ao cliente. 3. Teoria das filas. 4. Métodos de simulação. 5. Eficiência. I. Nepomuceno, Thyago Celso Cavalcante (Orientador). II. Barbosa, Flávia (Coorientadora). III. Título.
CDD 658.5 (23. ed.) UFPE (CAA 2023-060)

NAIALY PATRÍCIA RODRIGUES

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA DINÂMICA DE ATENDIMENTO NA CAIXA
ECONÔMICA FEDERAL: reformulação das filas nos setores Caixas, Gov-Social e
Expresso antes e durante a pandemia**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Otimização e Gestão da Produção.

Aprovada em: 21/08/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Thyago Celso Cavalcante Nepomuceno (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dra. Flávia Barbosa (Coorientadora)

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Dr. José Leão e Silva Filho (Examinador Externo)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dra. Mariana Rodrigues de Almeida (Examinadora Externa)

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, assim como em meu Trabalho de Conclusão de Curso, venho a agradecer aos meus pais por tudo. Nick e Napoleão, meus adoráveis pets. Suas presenças amorosas e carinhosas trouxeram conforto e alegria durante os momentos desafiadores deste percurso.

Aos colegas de curso, mesmo diante das adversidades que enfrentamos, nossa turma construiu uma relação de cooperação e companheirismo notável. Embora não tenhamos nos conhecido pessoalmente, as chamadas online para rir das situações engraçadas que vivíamos fortaleceram nossos laços. Dentre eles, quero destacar a minha querida amiga Rayane Araújo, uma colega de trabalho exemplar, guardo com carinho a lembrança de que você estava sempre pronta em ajudar até mesmo nas tentativas de me fazer entender o assunto de Multicritério quando nem você mesma estava entendendo direito.

Não posso deixar de mencionar meu orientador, Dr. Thyago Nepomuceno, pela paciência e acessibilidade demonstradas ao longo de todo o processo, e pela articulação para me encaixar em aulas de outros cursos para eu aprender sobre os métodos da pesquisa. Suas orientações foram conduzidas de forma leve e informal, o que me fez sentir à vontade para expor minhas ideias e dúvidas. Sou grata por ter a oportunidade de trabalhar sob sua orientação. Que continue sendo esse profissional humano e inspirador e que dá conselhos para além da academia.

Expresso minha gratidão a duas pessoas especiais, que mesmo não estando diretamente vinculadas ao curso, foram essenciais para que eu chegasse até aqui. À Dra. Alane Alves, sou profundamente grata por despertar meu amor pelo universo da Pesquisa Operacional. Além do suporte durante a graduação, ela compartilhou sua rica experiência de vida, possibilitando o meu sonho de ingressar no mestrado em Engenharia de Produção. E a Dra. Sueli Menelau que disponibilizou a formatação para esse trabalho, com seu trabalho incrível de todos os anos em buscar as normas da ABNT e da instituição e repassar como a sua famosa 'Boneca' para seus alunos e ex-alunos ainda vinculados. Além disso, quero agradecer a Dra. Sueli por sempre compartilhar sua expertise acadêmica, e os puxões de orelha quando necessário, principalmente nas vezes que pensei em desistir, costumo dizer que você foi minha psicóloga acadêmica.

Agradeço a uma pessoa importante para o desenvolvimento da análise dos dados em Teoria Das Filas, Jonas Ferreira, obrigada por correr atrás dos códigos do Python®, nossa parceria de pesquisadores foi muito espontânea. Desde o começo quando Dr. Thyago o designou para me ajudar, você se mostrou sempre proativo. Agradeço imensamente pelas

soluções ágeis que trouxe ao projeto. Você é uma pessoa maravilhosa e um profissional exemplar.

Finalizo aqui agradecendo a duas instituições que permitiram a pesquisa, a agência da Caixa Econômica Federal pela sua disponibilidade de dados e a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco que proporcionou o subsídio para a realização dessa pesquisa.

A todos os mencionados e aos que, porventura, não foram citados, meu sincero agradecimento por fazerem parte dessa jornada e contribuírem para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

“No fundo está o melhor solo para semear e ver crescer algo de novo. Nesse sentido, chegar ao fundo do poço, embora extremamente doloroso, é chegar ao terreno de semeadura.” (ESTÉS, 2018, p-253).

RESUMO

O setor bancário brasileiro tem sido alvo de reclamações devido às longas filas. No âmbito da Caixa Econômica Federal (CEF), esse problema foi acentuado com o Decreto n.º 10.316 que regulamenta o Auxílio Emergencial para reduzir os impactos econômicos derivados do SARS-CoV-2 (COVID-19). O decreto imputou os valores dos subsídios para pessoas em situação de risco e decidiu que somente a CEF se encarregaria do cadastramento, e o repasse dos valores para a população provocando uma demanda massiva dos órgãos da CEF, formando grandes filas de espera. A presente pesquisa visa a busca pela melhoria nos tempos de espera de filas de três setores em uma agência bancária da CEF. Para isso, utilizou-se dos cálculos da teoria das filas empregando-os no Python® e foram plotados cenários com configurações de contratações, e posteriormente, realizada uma Análise Envoltória de Dados no RStudio® pelo método *Free Disposal Hull* (FDH) orientado ao output desses cenários. Os inputs utilizados foram a quantidade de atendentes simuladas dos setores Expresso, Gov-Social e Caixa, setores esses que são a principal porta de entrada para cadastramento e recebimento de verbas destinadas ao fomento e ao desenvolvimento social e que, portanto, absorvem as maiores demandas de pessoas. Para o output foram considerados os tempos médios de espera simulados. O total de *Decision Making Unit* (DMUs) plotadas foi de 197, sendo 120 pertencentes ao grupo de 2019 e 77 pertinente ao grupo de 2020. O primeiro grupo o qual foi o de 2019 apenas 9 DMUs se mostraram eficientes e no ano de 2020 7 das 77 unidades se evidenciaram como eficientes. Ademais, foi realizado um ranqueamento mês a mês para observar qual cenário, mesmo que não eficiente, se destacava. Os resultados obtidos foram que o setor Expresso necessitava de contratação de mais mão de obra do que os demais setores. Em 2019, a melhor alocação era a contratação de dois funcionários para o setor Caixa, de dois para o setor Gov-Social e de três para o setor Expresso. No que diz respeito ao ano de 2020, as contratações recomendadas foram à ordem de um servidor para o setor Caixa e cinco colaboradores para o setor Expresso. Por fim, o estudo identificou desafios relacionados à demanda exponencial causada pela pandemia de COVID-19. Constatou-se que, apesar da capacidade máxima de contratações apresentadas pelo especialista atrelado operação dos serviços de forma otimizada pelos dois modelos e simulações usados, alguns meses de 2020 o número de servidores ainda foi aquém da necessidade para atender a demanda.

Palavras-chave: Caixa Econômica Federal; Teoria das Filas; Simulação; Eficiência.

ABSTRACT

The Brazilian banking sector has been the target of complaints due to long queues. Within the scope of Caixa Econômica Federal (CEF), this problem was accentuated with Decree No. 10,316 that regulates Emergency Aid to reduce the economic impacts derived from SARS-CoV-2 (COVID-19). The decree imputed the amounts of subsidies for people at risk and decided that only the CEF would be in charge of the registration, and the transfer of the amounts to the population, causing a massive demand from the CEF bodies, forming large queues. The present research aims to improve the waiting times of queues in three sectors in a CEF bank branch. For this, queuing theory calculations were used using them in Python® and scenarios with hiring configurations were plotted, and later, a Data Envelopment Analysis was performed in RStudio® by the output-oriented Free Disposal Hull (FDH) method of these scenarios. The inputs used were the number of simulated attendants in the Express, Gov-Social and Caixa sectors, sectors that are the main gateway for registering and receiving funds for promotion and social development and, therefore, absorb the greatest demands. of people. For the output, the average simulated waiting times were considered. The total Decision Making Unit (DMUs) plotted was 197, with 120 belonging to the 2019 group and 77 belonging to the 2020 group. The first group, which was the 2019 group, only 9 DMUs were efficient and in the year 2020 7 of the 77 units proved to be efficient. In addition, a month-to-month ranking was carried out to observe which scenario, even if not efficient, stood out. The results obtained were that the Express sector needed to hire more labor than the other sectors. In 2019, the best allocation was to hire two employees for the Caixa sector, two for the Gov-Social sector and three for the Express sector. With regard to the year 2020, the recommended hires were one server for the Caixa sector and five employees for the Express sector. Finally, the study identified challenges related to the exponential demand caused by the COVID-19 pandemic. It was found that, despite the maximum hiring capacity presented by the specialist linked to the operation of the services in an optimized way by the two models and simulations used, some months of 2020 the number of servers was still below the need to meet the demand.

Keywords: Federal Savings Bank; Queuing Theory; Simulation; Efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Logotipo da Caixa Econômica Federal de 1934 a 1970	29
Figura 2 –	Representação das fronteiras BCC (VRS) e CCR (CRS)	55
Figura 3 –	Representação das fronteiras FDH	56
Figura 4 –	Estruturação da forma como foi realizada a pesquisa	61
Figura 5 –	População por bairros de Jaboatão dos Guararapes	64
Figura 6 –	Agências espalhadas pelo município de Jaboatão dos Guararapes	65
Figura 7 –	Arranjo físico da Agência	67
Figura 8 –	<i>P-Value</i> 1000 simulações para 2019	72
Figura 9 –	<i>P-Value</i> 1000 simulações para 2020	73
Figura 10 –	Representação da estrutura do modelo seguido pelo estudo	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Principais contribuições históricas para a estruturação da teoria das filas	40
Quadro 2 –	Principais tipos de estrutura da teoria das filas	40
Quadro 3 –	Representação dos símbolos de notação de Kendall	41
Quadro 4 –	Notações matemáticas de teoria das filas	42
Quadro 5 –	Notação matemática envelope dos modelos BCC (VRS) e CCR (CRS)	54
Quadro 6 –	Demonstrativo da quantidade de funcionários e cenários plotados	68
Quadro 7 –	Resultado para os três setores da validação do modelo	69
Quadro 8 –	Principais cálculos para cada setor	71
Quadro 9 –	Estatísticas para definir a Hipótese	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Habitantes por bairro, último Censo Demográfico de 2010	63
Tabela 2 –	IDHM de cada região de acordo com ranking de população	64
Tabela 3 –	Intervalo de confiança para as simulações	70
Tabela 4 –	Parâmetros de teoria das filas 2019	76
Tabela 5 –	Descrição da projeção de pessoas atendidas com os novos cenários em 2019	76
Tabela 6 –	Parâmetros de teoria das filas 2020	77
Tabela 7 –	Descrição da projeção de pessoas atendidas com os novos cenários em 2020	77
Tabela 8 –	DMUs eficientes de 2019	78
Tabela 9 –	Ranking das DMUs eficientes de 2019	79
Tabela 10 –	Ranking das DMUs eficientes com maior quantidade de atendimentos de 2019	79
Tabela 11 –	DMUs eficientes de 2020	80
Tabela 12 –	Ranking das DMUs eficientes de 2020	80
Tabela 13 –	Ranking das DMUs eficientes com maior quantidade de atendimentos de 2020	81
Tabela 14 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Janeiro de 2019	82
Tabela 15 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Fevereiro de 2019	83
Tabela 16 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Março de 2019	83
Tabela 17 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Abril de 2019	84
Tabela 18 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Maio de 2019	85
Tabela 19 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Junho de 2019	86
Tabela 20 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Julho de 2019	86
Tabela 21 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Agosto de 2019	87
Tabela 22 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Setembro de 2019	88
Tabela 23 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Outubro de 2019	88
Tabela 24 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Novembro de 2019	89
Tabela 25 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Dezembro de 2019	89
Tabela 26 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Janeiro de 2020	90
Tabela 27 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Fevereiro de 2020	91

Tabela 28 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Março de 2020	91
Tabela 29 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Abril de 2020	92
Tabela 30 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Maio de 2020	93
Tabela 31 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Junho de 2020	93
Tabela 32 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Julho de 2020	94
Tabela 33 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Agosto de 2020	94
Tabela 34 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Setembro de 2020	95
Tabela 35 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Outubro de 2020	96
Tabela 36 –	Ranking das DMUs por ordem de melhor <i>score</i> de Novembro de 2020	96
Tabela 37 –	Cenários eficientes mais utilizados como benchmark em 2019	98
Tabela 38 –	Cenários eficientes mais utilizados como benchmark em 2020	98

LISTA DE SIGLAS

AI	Ato Institucional
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<i>Apud</i>	Citado Por
BCB	Banco Central do Brasil
BCC	Banker, Charnes e Cooper
BDE	Base de Dados do Estado
CCR	Charnes, Cooper e Rhodes
CEDC	Código Estadual de Defesa do Consumidor de Pernambuco
CEF	Caixa Econômica Federal
CMN	Conselho Monetário Nacional
CRS	Constant Returns to Scale
DEA	Data Envelopment Analysis/ Análise Envoltória de Dados
DMU	Decision Making Unit/ Unidade de Tomada de Decisão
FDH	Free Disposal Hull
FEBRABAN	Federação Brasileira de Bancos
FIFO	First-In, First-Out/ Primeiro a Chegar, Primeiro a Sair
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo Médio Entre as Chegadas
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
NBR	Norma Técnica Brasileira
OMS	Organização Mundial de Saúde
PIS	Programa de Integração Social
PROCON	Proteção e Defesa do Consumidor
VRS	Variable Return Scale
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	17
1.2	OBJETIVOS	18
1.3	JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	INSTITUIÇÕES BANCÁRIAS BRASILEIRAS COM ÊNFASE A CAIXA ECONÔMICA FEDERAL	21
2.2	LEGISLAÇÃO E INFRAESTRUTURA DOS BANCOS NACIONAIS COM ÊNFASE A CAIXA ECONÔMICA FEDERAL.....	31
2.3	HETEROGENEIDADES E HOMOGENEIDADE DOS MODELOS BANCÁRIOS MUNDIAIS TIPO CAIXA ECONÔMICA.....	36
3	CONCEITOS DOS METODOS UTILIZADOS.....	39
3.1	TEORIA DAS FILAS.....	39
3.1.1	Modelo M/M/s.....	42
3.1.2	Modelo M/G/1.....	43
3.1.3	Modelo M/D/1.....	44
3.1.4	Modelo M/ E^k /s.....	44
3.1.5	Rede de Filas.....	45
3.2	SIMULAÇÃO PARA A PRÁTICA DA TEORIA DAS FILAS BANCÁRIA.....	47
3.3	DATA ENVELOPMENT ANALYSIS.....	50
3.3.1	Modelo CRS.....	52
3.3.2	Modelo VRS.....	53
3.3.3	Modelo FDH.....	55
4	METODOLOGIA	58
4.1	TIPIFICAÇÃO DA PESQUISA	58
4.1.1	Modelo e variáveis da pesquisa	59
4.2	DESCRIÇÃO DO LÓCUS E DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA	62
4.3	INSTRUMENTO E PROCEDIMENTOS DA COLETA DE DADOS	66
4.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	67
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS	75
5.1	SIMULAÇÃO AGREGADA DE EVENTOS	75

5.2	SIMULAÇÃO ENVOLTÓRIA DE DADOS	78
5.2.1	Análise de eficiência mensal em 2019.....	82
5.2.2	Análise de eficiência mensal em 2020.....	90
6	RESUMO ANÁLITICO	97
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
	REFERÊNCIAS	104
	APÊNDICE A – SCRIPT DO PYTHON®	114
	APÊNDICE B – SCRIPT DO RSTUDIO® CONVEXITY.....	117
	APÊNDICE C – SCRIPT DO RSTUDIO® DEA	120

1 INTRODUÇÃO

Funda em 1861, a Caixa Econômica da Corte que em 1915 adquiriu o nome de Federal, é um banco popular no Brasil (BRASIL, 1861; 1915, GABLER, 2021). Embora seus primeiros indícios no Brasil tenha sido um lugar para guardar os depósitos daqueles que possuíam um melhor poder aquisitivo, logo a mesma se tornou algo social (GRINBERG, 2011; LAMARÃO, 2011). Isto é, com o intuito de fomentar o desenvolvimento populacional junto ao governo federal e instruir a população mais pobre sobre o ato de popular para o futuro, tornando-os responsáveis pelos seus próprios amanhãs (CEF, 2023).

A primeira ideia de Caixa Econômica foi instituída na Alemanha e tinha um modelo parecido com o encontrado hoje no Brasil (SANTOS, 2011). Atualmente, no Brasil, existem mais de 3 mil agências espalhadas por todo o país, além de contar com o apoio de Lotéricas, Postos de atendimentos e Correspondentes CAIXA aqui (CEF, 2023). Sua participação na fomentação do desenvolvimento populacional atrelado ao governo, proporciona a execução de programas tais como: a democratização aos serviços bancários, desenvolvimento urbano com recursos oriundos dos investimentos nas cadernetas de poupança e Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) que proporcionam a construção de moradias populares como auxílio do programa Minha Casa Minha Vida (CEF, 2023; LIMBERGER; AMARAL, 2016).

No que se refere ao desenvolvimento urbano, a Caixa Econômica Federal (CEF) ainda executa projetos de recuperação de centros históricos degradados, estações de tratamentos e redes de distribuição de água potável, sendo essas execuções custeadas pelos recursos do Orçamento Geral da União (SILVEIRA; VIEIRA; CASTRO, 2013; CORRÊA; FONTES, 2011). A prestação de serviço ao governo federal não se estagna apenas em habitação, mas atende também a outros programas sociais, seja com a administração dos programas, seja com empréstimos ao governo federal para financiamento de tais, como o Programa Bolsa Família, Seguro-desemprego, Programa de Integração Social (PIS) (LIMBERGER; AMARAL, 2016).

Em 2020, a chegada do SARS-CoV-2, atingiu mundialmente a população e como medidas de proteção populacional e necessidade a diminuição da taxa de contágio, em atendimento aos órgãos sanitários foi decretado o *lockdown*, onde toda a população não essencial ficou confinada em suas casas (WHO, 2020). Se por um lado essa medida visava a manutenção a vida, por outro ela provocou juntamente com a doença do COVID-19 uma queda brusca no poder aquisitivo das pessoas. Na tentativa de minar esses impactos, foi decretado no Brasil a existência do Auxílio Emergencial, valor entregue a indivíduos de baixa renda, e que novamente para o cadastramento, administração e repasse desses valores foi imputado esses

serviços a CEF, outrossim a mesma seria a única responsável por tais serviços (BRASIL, 2020a).

Pôr a CEF ser um banco social a há uma demanda a mais do que os clientes comuns similares aos demais bancos, ela também atende a demanda dos clientes sociais, isso se concretiza com agências mais lotadas do que as dos demais bancos. Atrelado a isso, não raro são os clientes advindos dos programas sociais que possuem pouca instrução e pouca disponibilidade de recursos tecnológicos, como a utilização de aplicativos bancários.

Esse panorama e características dos clientes da CEF provocam a ida às agências e pontos de atendimento, para a realização de serviços que em muitos casos poderiam ser realizados pela internet. Provocando grandes filas e um tempo de espera que extrapola as leis imputadas pelo FEBRABAN ou pela Lei n.º 16.559 do estado de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2019; FEBRABAN, 2017). Se em anos normais há a incidência de grandes filas, quando o assunto foi o recebimento do Auxílio Emergencial essa procura aumentou significativamente.

Apesar dos esforços contínuos dos funcionários em organizar filas, serem mais ágeis no atendimento, às agências chamarem todo o seu efetivo de funcionários e instituir horários de trabalhos estendidos, os episódios de longas filas continuaram (OLIVEIRA, 2020). Essas foram por vezes alvo de reportagens, pela insatisfação da população, o tempo que essas pessoas perdiam que acarretava perdas financeiras de tempo e produtividade, mas principalmente por estarem totalmente fora dos padrões instituídos pela OMS de distanciamento social (FOLHA DE PERNAMBUCO, 2020; G1, 2020; R7.COM, 2020).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Durante o período pré-pandêmico, já era comum observar longas filas em agências bancárias, especialmente nos setores: Caixa, Gov-Social e Expresso, os quais são as principais portas de entrada para os pagamentos, depósitos, resolução de problemas e recebimento dos programas assistenciais à população. Esse mau gerenciamento das filas pode levar a um maior tempo médio de atendimento, ineficiência operacional e sobrecarga dos funcionários, viabilizando o impacto negativo da produtividade da agência.

Com a chegada da pandemia de COVID-19, a situação das filas em agências bancárias se agravou ainda mais. As restrições de distanciamento social e as medidas de higiene e segurança tornaram necessário limitar o número de clientes no interior das agências, o que levou a um aumento nas filas externas. Além disso, muitas pessoas passaram a buscar atendimento presencial devido à necessidade de realizar operações financeiras relacionadas a benefícios sociais e auxílios governamentais.

Apesar da agência lócus da pesquisa já possuir estudos anteriores em prol do aprimoramento de suas atividades, como, por exemplo: as pesquisas de Nepomuceno, De Carvalho e Costa (2020) que desenvolveram o estudo de percepção sobre o que foi feito em determinado espaço de tempo que promoveu uma melhora do tempo de espera na agência, pontuando as atividades valoradas. Arelado ao estudo de Nepomuceno, T., De Carvalho, Nepomuceno, K. e Costa (2023) que apontaram a forma ideal de remanejamento dos funcionários. Notou-se que a agência continua a sofrer com a demora no atendimento. O que pode incorrer em multas pelo não cumprimento da Lei n.º 16.559 do estado de Pernambuco, que delimita o tempo de espera do cliente na agência e será melhor discutida no próximo tópico, o de revisão da literatura.

Quando as atividades não valoradas são minimizadas e o remanejamento de funcionários de pico não estão surtindo os efeitos desejados, Cascone, Rarità e Trapel (2014) recomenda que haja a contratação de novos funcionários. No entanto, ressaltam a importância de uma pré-análise para entender em que setores da organização esses profissionais podem ser melhor aproveitados (CASCONE; RARITÀ; TRAPEL, 2014). Diante dessas conjunturas e considerando as pesquisas já realizadas na agência e a recomendação de Cascone, Rarità e Trapel (2014) foi definido a pergunta de pesquisa que é: como se deu as filas nos setores Caixa, expresso e Gov-Social em uma agência bancária no município de Jaboatão dos Guararapes no período pré e pandêmico, e qual a melhor configuração para novas contratações?

1.2 OBJETIVOS

O referido objetivo geral desta pesquisa é o diagnóstico e otimização das filas nos setores: Caixa, Gov-Social e Expresso em uma agência bancária no município de Jaboatão dos Guararapes no período pré e pandêmico, ao buscar o melhor cenário para alocar novas contratações. Visando o sucesso no cumprimento do objetivo geral foram delineados os objetivos específicos, os quais são:

- Sondar como as instituições bancárias no Brasil que lideram a implementação de políticas públicas funcionam e as comparar com instituições similares no mundo;
- Delinear o modelo encontrado atualmente na agência estudada, rastreando os gargalos encontrados no processo de atendimento ao público majoritário;
- Propor um modelo otimizado para melhoria das filas para os setores Caixa, Expresso e Gov-Social, setores que atraem a maior incidência do público que visitam a agência;
- Mensurar melhorias encontradas no modelo desenhado nesses setores.

1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Diante do cenário exposto anteriormente, fica expresso a importância que essa instituição financeira pública tem para com a população brasileira, principalmente aqueles indivíduos que necessitam de ajuda governamental para garantir suas necessidades tanto de subsistência como de moradias dignas.

As consequências decorrentes do cenário descrito vão além da mera insatisfação dos clientes sociais ou do não cumprimento das leis; elas também acarretam perdas financeiras substanciais. Outros clientes, que não são os sociais, podem optar por transferir suas economias e investimentos para instituições financeiras mais eficientes. Além disso, o tempo que as pessoas gastam em filas na organização resulta em uma perda significativa de horas de trabalho, o que contribui para a redução da atividade econômica local. Em situações extremas, como a pandemia que enfrentada mundialmente em 2020, o aumento do tempo de espera nas filas poderia ampliar as chances de contágio.

Assim, a análise das filas dos principais setores que atendem a essa demanda, os quais são: Caixa, Expresso e Gov-Social antes e durante a pandemia, admite examinar se houve mudanças significativas. Ao realizar a investigação se a pandemia resultou em um aumento ou diminuição das filas, se houve alterações nos tipos de serviços buscados pelos clientes e se as medidas adotadas pela agência foram eficazes para lidar com essa demanda, revisita quais pontos é passível de melhoria.

Esse diagnóstico permitirá identificar onde deverão ser alocadas as novas contratações, analisando, fatores como tempo de espera, ocupação dos guichês, distribuição de demanda ao longo dos meses e capacidade de atendimento da agência (KIATARAMKUL; NEAMPREM, 2019). Também se prever que os gestores públicos desta agência possam se beneficiar dos resultados da análise, fazer ajustes e potencialmente tomar decisões mais precisas para reduzir os tempos de espera, aumentar a eficiência operacional e melhorar a experiência do cliente.

Além dos benefícios locais, a pesquisa traz relevância acadêmica, pelo seu ineditismo na forma de como foi conduzido metodologicamente a análise de dados; que não se limitou a usar apenas uma técnica, mas atrelou duas técnicas que são, a Teoria das Filas junto a Análise Envoltória de Dados (DEA) e plotando simulações de cenários, da qual será melhor apresentado a frente. Tal condução metodológica poderá servir como inspiração para demais pesquisas não só na melhoria da agência bancária, locus da pesquisa, mas para as demais agências da mesma instituição bancária CEF na totalidade, uma vez que, as filas e o tempo de espera são desafios recorrentes enfrentados por elas.

Ademais, espera-se que outras instituições bancárias, quer públicas ou privadas, mesmo que possuam filas proporcionalmente menores comparadas com a CEF, mas que também estejam lidando com demandas altas e grandes filas, poderão desfrutar da percepção metodológica utilizada para melhoria da situação. Dessa forma, a otimização das filas tem o intuito de contribuir para a satisfação dos clientes, aprimorando a imagem da instituição e fortalecendo o relacionamento com seus usuários.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para melhor entendimento da pesquisa e as nuances das quais ela se delinea, será realizado um embasamento teórico nessa seção. Para este, foi considerado a importância da diminuição no tempo de espera em filas nas redes bancárias para se obter um melhor atendimento ao cliente e respeitando as normas instituídas no país. Além de descortinar o modus operante de demais intuições similares fora do país, para estruturação de possíveis modelos de simulação que se adeque a realidade, e, ao mesmo tempo, que traga medidas de otimização ao modelo.

Mediante os argumentos levantados no parágrafo anterior, é relevante ser tracejado alguns temas centrais para pesquisa, como: instituições bancárias brasileiras com ênfase a Caixa Econômica Federal; Legislação e infraestrutura dos bancos nacionais com ênfase a Caixa Econômica Federal; Heterogeneidades e Homogeneidades dos modelos bancários mundiais tipo Caixa Econômica, dessa forma será possível tornar claro o entendimento sobre o contexto a qual o objeto da pesquisa se insere.

2.1 INSTITUIÇÕES BANCÁRIAS BRASILEIRAS COM ÊNFASE A CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

Segundo o Banco Central do Brasil, é considerado banco qualquer instituição financeira “especializada em intermediar o dinheiro entre poupadores e aqueles que precisam de empréstimos, além de custodiar (...), e providenciar serviços financeiros tais como saque, empréstimos, investimentos, entre outros” (BCB, 2022).

Antes de discorrer sobre o funcionamento bancário brasileiro, é válido realizar um recorte temporal sobre a história do mesmo. Isso porque, segundo Costa Neto (2004), as instituições bancárias brasileiras remontam da época da chegada do império em terras nacionais, o que, ao incorrer na realização desse recorte histórico, permite-se explica seu funcionamento na fomentação da estrutura econômica e financeira do país (COSTA NETO, 2004).

A primeira indicação histórica a ser mencionada é a criação do primeiro banco nacional, o chamado Banco do Brasil. Ele possibilitava a D. João VI cumprir o objetivo de emitir com exclusividade “notas bancárias que contribuíssem o meio circulante do país, a isenção de quaisquer tributos e o monopólio sobre a comercialização de produtos, tais quais diamantes e pau-brasil” (COSTA NETO, 2004, p 13).

Dáí em diante, vários outros bancos foram implementados de caráter estadual, haja vista as dimensões populacionais serem pequenas naquela época, dessa forma parcerias com bancos do Rio de Janeiro fundado por Mauá, possibilitou a emissão de papel-moeda, o que foi posteriormente desvinculado (ADAMS, 2006; COSTA NETO, 2004).

O próximo recorte temporal a ser considerado está relacionado com a criação da Caixa Econômica de Monte de Socorro do Rio de Janeiro. Em 1861, sob o Decreto n.º 2.723, foi sancionado a fusão da casa de penhor Monte de Socorro da Corte e a caixa Econômica da Corte, entidade essa que posteriormente deu origem ao banco Caixa Econômica Federal (CEF), objeto deste estudo de caso (CEF, 2023; SANTOS, 2011). Após 13 anos da sua implementação foram lançadas outras filiais ao longo das províncias do império. Esse tempo levado para ampliação pode ser encarado segundo Costa Neto (2004) por se tratar de instituições financeiras que eram mais voltadas a motivações sociais e políticas do que propriamente as econômicas, isso fica caracterizado na restrição da atuação como entidade de crédito (COSTA NETO, 2004).

Em contra partida Arthur Rocha (1905 *apud* Costa Neto, 2004) descreve que, na verdade, as primeiras caixas econômicas remontam de 1831 no Rio de Janeiro, onde o Dr. José Florindo de Figueiredo Rocha a instituiu. Por conseguinte, mais nove foram implementadas, sendo quatro na Bahia, duas em Alagoas, uma em Pernambuco e Outra em Minas Gerais, e posteriormente outra no Rio de Janeiro, que passou a possuir duas caixas em seu estado.

O autor Santos (2011) por sua vez, elucida essa ‘divergência’ histórica, quando ressalta que em 1861 a Caixa Econômica foi oficializada. No entanto, a forma da instituição ou a ideia foi apropriada de outros países como Alemanha desde 1778, que tinha por objetivo com sua implementação de reduzir a miséria ao criar à educação financeira nas classes mais pobres (SILVA, 2006; SANTOS, 2011). Outrossim, esses embriões da Caixa Econômica possuíam nuances como: carência de um patrimônio inicial, fundo de reserva, percepção de que os depositantes fossem acionistas e de cunho totalmente privado (SANTOS, 2011).

Diferente de seu objetivo de origem depositado nas caixas econômica da Alemanha e Itália, no Brasil as instituídas na década de 1830 tinha caráter de auferir lucros e dividendos para os seus controladores e, portanto, discriminadas como empresas privadas (SILVA, 2006; LAMARÃO, 2011). Os depósitos eram empregados unicamente a apólices da dívida pública, onde após retirada das despesas administrativas todo o lucro era partilhado entre os depositantes/acionistas. Isso fazia com que não permanecesse nada no patrimônio da instituição, nem sequer para um fundo reserva que servisse como garantia para os depositantes (COSTA NETO, 2004; SANTOS, 2011).

Esse tipo de atuação insustentável, provocou o fechamento da primeira Caixa Econômica após 28 anos de existência (SARAIVA; OLIVEIRA, 2015). O mesmo cenário sucedeu-se as demais. A última a ser encerrada foi a situada em Minas Gerais, que tentou se proteger com apólices gerais e da província e ações do antigo banco do Brasil (CROCE; SILVA, 2014; FERREIRA, 1937). Contudo, após a Crise do Encilhamento que por sua vez atingiu profusamente os bancos da República brasileira e os privados, a mesma não conseguiu se manter frente a grande Crise Bancária (CROCE; SILVA, 2014; FERREIRA, 1937).

Com a dissolução da última Caixa Econômica que até então estava em posses privadas, a mesma deixaria de existir (CROCE; SILVA, 2014). Em agosto de 1860, com a lei n.º 1.083, o Estado transformou as Caixas Econômicas e Monte de Socorro em uma espécie de sucursais do Tesouro, o que possibilitou o retorno e a coexistência dessas instituições (BRASIL, 1860; FERREIRA, 1937). Desta feita elas deveriam ser mantidas por pessoas jurídicas de direito privado e com direção e administração por nomeação do governo federal (BRASIL, 1860).

Ainda é interessante ressaltar que em cada cidade, em meados de 1860, eram descritas como províncias, onde cada Caixa Econômica tinham um corpo operacional totalmente independente das demais. O que possuíam de comum era a sua principal atividade, que agora passariam a ter uma atuação em penhores para uma classe econômica mais pobre, trazendo a luz a idealização principal comumente idealizada nos países de origem como já mencionado. (BRASIL, 1860; FERREIRA, 1937; MARCONDES, 2014; SANTOS, 2011).

Como outrora já citado em 12 de janeiro de 1861, sob o Decreto n.º 2.723, a Caixa Econômica anexada com o Monte de Socorro foi oficialmente instituída (BRASIL, 1861). Com o decreto lhe foi conferido ao Conselho Inspetor Fiscal os poderes para atuar na nomeação de empregados, orçar quantias necessária para as despesas de cada semestre, administrar doações e legados, ou seja, exercer uma livre administração e fiscalização dos serviços realizados pela Caixa Econômica (FERREIRA, 1937).

Dez anos após o primeiro Decreto, foi aprovado um novo em 8 de abril de 1871 de número 4.714, onde revisava a maioria das reclamações e necessidades observadas sob o exercício da mesma ao longo da década passada. Entre eles, foi aumentado a quantidade de pessoas no setor administrativo com a criação do órgão diretor, que passou a se chamar de conselho fiscal, composto por um presidente e seis conselheiros e também foi discriminado a função e atribuições desse conselho. Além disso, foi determinado as funções subjacentes como gerente, tesoureiro, escriturários, entre outros (BRASIL, 1871; FERREIRA, 1937).

A atuação das Caixas Econômicas durante muito tempo ficou conhecido pelos penhores, isto é, pelos empréstimos baseados em objetos penhorados e o penhorado possuía um prazo de

até nove meses para pagar o empréstimo, mas logo passou para o prazo de até 120 dias e em 2011 foi adicionado mais 60 dias ao prazo máximo de tempo para pagamento do empréstimo (MÜLLER; VICENTE, 2012; SILVA, 2011). Outro fator que corroborava ainda mais com a ideia de um banco voltado para a economia popular, era que as Caixas Econômicas poderiam destinar apenas seus depósitos a adquirir apólices da dívida pública ou ao financiamento de despesas do Estado (COSTA NETO, 2004). Possibilitando mais seguridade para os depositantes, além de auxiliar no financiamento ao governo central (COSTA NETO, 2004). Em suma, a Caixa Econômica instituída em 1861 foi desenvolvida para:

Prover ambiente seguro e remunerador para as pequenas economias, de forma a estimular as classes populares a economizarem parte de seus rendimentos. Precavendo-se de qualquer acontecimento futuro. Quando fossem necessárias alguma soma em dinheiro; e promover auxílio adicional, a juros baixos dos praticados no mercado, quando aquelas economias fossem insuficientes (COSTA NETO, 2004, p14).

Outra característica era que o Conselho Inspetor Fiscal não recebia nenhuma remuneração. Conselho esse que era composto por um presidente seguido de um vice-presidente e mais oito conselheiros. Os mesmos eram responsáveis por elaborar orçamentos semestrais e fiscalizar os serviços feitos na organização, além de prestar o serviço comumente atrelados ao setor de relações humanas ao qual se constituía na demissão e admissão dos demais funcionários (LAMARÃO, 2011).

Nessa época havia uma característica das pessoas em utilizar-se das entidades bancárias para pedir empréstimos, daí a popularização dos penhores na CEF (LAMARÃO, 2011). Já os depósitos eram realizados apenas quando o indivíduo juntava um montante, principalmente nas áreas mais afastadas, onde vinham as agências de tempos em tempos (COSTA NETO, 2004).

Após a Proclamação da República em 1889, no intuito de combater os males causados pela crise o Encilhamento houve uma reforma monetária, onde foi estabelecido emissões lastreadas em apólices de dívida pública, e assim dava-se início ao conceito de título público no Brasil (BEZERRA; ARAÚJO; MATTOS, 2020; GABLER, 2021). Embora essas reformas por vezes não se fizeram eficientes, principalmente entre os meses de novembro e dezembro daquele mesmo ano, onde a quantidade de retiradas por medo da insolvência da Caixa Econômica foi maior que seus depósitos (LAMARÃO, 2011).

Várias modificações no setor financeiro do Brasil foram sendo realizados conforme a necessidade e interesse político e a característica econômico/governamental do momento, uma hora dos papelistas que defendiam emissão em lastro e moeda estrangeira, outrora os metalistas com sua defesa de emissão de lastro em ouro (BEZERRA; ARAÚJO; MATTOS, 2020).

Apesar dessa discussão dos lastros e as apólices, outras modificações essenciais foram realizadas, como, por exemplo: a reestruturação do Banco do Brasil, e sua transformação em banco oficial, a organização da reforma monetária proveniente das dificuldades hipotecárias agrícolas, a criação do banco central agrícola (BEZERRA; ARAÚJO; MATTOS, 2020; COSTA NETO, 2004). No que diz respeito a Caixa Econômica, a mesma também passou por reforma quando em 18 de setembro de 1890, sob a Circular n.º55, teve sua estrutura discriminada por Ruy Barbosa, o então Ministro dos Negócios da Fazenda do Governo Provisório da 1ª República (FERREIRA, 1937; PESSOA, 2017).

Nota-se ainda que, boa parte do desenvolvimento e transformações financeiras iniciais do Brasil se deram provenientes das necessidades impostas pela agricultura, isso porque segundo Miranda (2020) essa era a principal atividade econômica do país, na época. Um exemplo bem evidente disso, foi o interesse do capital estrangeiro que se iniciou a partir do crescimento do sucesso na produção de café e por consequência o início de suas exportações (FREDERICO, 2013; MIRANDA, 2020; PESSOA, 2017). Esse interesse do capital estrangeiro resultava em instituições financeiras que davam preferência pelo curto prazo e pela manutenção de caixa elevado e principalmente a ocorrência de destinar pouco capital a transações internas, o que ‘empobrecia as transações comerciais nacionais’ (COSTA NETO, 2004; MIRANDA 2020; PESSOA, 2017).

Segundo Costa Neto (2004), não havia distinção de normativas referente a instalação de instituições estrangeiras. Apesar disso, as mesmas até 1901 possuíam quase metade dos capitais de depósitos no Rio de Janeiro, isso está relacionado segundo o autor com a grande comunidade de imigrantes que residiam no Brasil e participação crescente de brasileiros no comércio exterior (COSTA NETO, 2004). A característica dessas instituições estrangeiras pouco proporcionava incentivos a empréstimos da agricultura local, por se tratar de uma receita imprevisível, ficando a cargo dos bancos nacionais e posteriormente também com os bancos estaduais (VISCARDI, 2019).

Esse tipo de fomento também foi vivenciado pelas Caixas Econômicas. Quando ao final de 1916, diante da eclosão e desdobramentos da Primeira Guerra Mundial, o estado de São Paulo tomou uma medida visando evitar a paralisação dos empréstimos hipotecários e agrícolas, devido aos baixos investimentos estrangeiros (COSTA NETO, 2004; VISCARDI, 2019). Essa medida consistiu em direcionar para o Banco Hipotecário os depósitos arrecadados pelas Caixas Econômicas estaduais (COSTA NETO, 2004; VISCARDI, 2019). O objetivo era garantir recursos para manter o fluxo de crédito nessas áreas mesmo diante do cenário econômico adverso provocado pela guerra. (COSTA NETO, 2004; VISCARDI, 2019).

Ademais, os investimentos agrícolas precisaram “adaptar suas atividades a um esquema de financiamento em moeda nacional e lastreados por recursos internos, em geral, providos ou intermediados pelo estado” (COSTA NETO, 2004, p-35). Antes mesmo da chegada dos impactos da Primeira Guerra, os bancos nacionais precisaram desenvolver um aumento no financiamento da agricultura. Isso ocorreu em decorrência da chegada da industrialização no país atrelado a crise provocada pela diminuição das importações mediante os conflitos armados Balcãs versus a super produção do café sem demanda de escoamento (BRAICK; MOTA, 2012; LAMARÃO, 2011).

Em 1915, com a chegada dos impactos mais atenuados da Primeira Guerra, o governo federal buscou fomentar o fortalecimento na atuação das Caixas Econômicas. Para tal, autorizou operações de empréstimos sob caução de títulos da dívida pública, letras e bilhete do Tesouro, a transferência de depósitos para outra estação pertencente a Caixa Econômica e a aceitar cheques por meio de emissão de cheque de seus clientes. (GOMES; FREIRE, 2011). Também no mesmo ano, sob o Decreto n.º 11.820 de 15 de dezembro, instituiu a instalação de estabelecimentos da Caixa Econômica em todas as capitais do estado (LAMARÃO, 2011).

Apesar de uma maior liberdade transacional adquirida, deixando de ser apenas ‘coletora de depósitos’, pouca alteração foi observada na atuação das Caixas Econômicas. Isso porque o papel da instituição já havia ficado marcado pelos seus usuários, como uma instituição de captação da poupança, empréstimos sob forma de penhor e destinação dos seus saldos para despesas orçamentárias da União (GRINBERG, 2011). Igualmente, em relação a maior abrangência por meio do Decreto n.º 11.820, pouca alteração do que se realizava foi percebida, haja vista que, já havia estabelecimentos da caixa Econômica por todas as capitais do estado, com exceção do Acre (LAMARÃO, 2011).

Ainda sobre o Decreto, n.º 11.820, de 15 de dezembro de 1915, um ano antes do estado de São Paulo passar a destinar para o Banco Hipotecário depósitos alistados pelas Caixas Econômicas estaduais, a Caixa Econômica tem seu nome anexado ao termo federal (BRASIL, 1915). O que culminou na erradicação de todas as Caixas Econômica administradas por estabelecimentos particulares ou mantidas por pessoas jurídicas (BRASIL, 1915; COSTA NETO, 2004; VISCARDI, 2019). Ademais, houve a divisão em dois grupos, as autônomas e as anexadas às delegacias fiscais, outra medida que também já havia sendo praticada desde 1890 (GABLER, 2021; FERREIRA, 1937).

Para as que se mantinham de forma autônoma, as mesmas deveriam subsidiar de forma independente seus funcionários. Além dessa divisão, o decreto implementou uma subdivisão

nas Caixas Econômicas Federais (CEFs) autônomas, a qual foi a divisão de classes por diferenças do saldo depositante e do fundo de reserva (GABLER, 2021; FERREIRA, 1937).

Nas de primeira classe estavam todas que possuíam um saldo superior a 40 milhões de dólares, para as consideradas de segunda classe deveriam ter saldo depositante de 25 milhões até 40 milhões de dólares, e a de terceira classe estavam as que tinha valores entre 8 milhões até 25 milhões de dólares (GABLER, 2021; FERREIRA, 1937). Todas deveriam possuir um saldo de reserva de mais de 10% do saldo inicial de depositantes (GABLER, 2021; FERREIRA, 1937).

Esse saldo depositante descrito no parágrafo anterior deveria ser construído pela metade da renda líquida dos estabelecimentos, que anualmente deveria ser verificado e incorporado ao saldo (GABLER, 2021; LAMARÃO, 2011). Antes de chegar ao fundo reserva o saldo deveria ser aportado em apólices da dívida pública adquiridas no mercado, após a conclusão do tempo necessário para contemplar o capital, o valor referente ao saldo líquido deveria ser enviado para o fundo reserva (LAMARÃO, 2011). Para mais, existiam outras duas formas de ser adicionado recursos ao fundo reserva, e são: produtos provenientes de doação sem destinação especial e saldos prescritos resultado de vendas de penhores e que não foram declarados em até cinco anos (FERREIRA, 1937).

Ainda nesse momento foi instaurado a mudança na forma de administrá-las, ou seja, houve uma maleabilidade na quantidade dos cargos de conselho, que agora se adequava ao seu tamanho e sua classe (FERREIRA, 1937). Para as de primeira classe ficou acordado que o conselho deveria ser composto por um presidente e quatro diretores, já as de segunda e terceira classe apenas três diretores foram instituídos (LAMARÃO, 2011).

O fato é, independentemente de sua classe, os membros de todos os conselhos em todas as Caixas deveriam ser nomeados pelo presidente e suas atribuições eram as mesmas designadas outrora pelos regulamentos anteriores, embora Ferreira (1937) e Lamarão (2011) advogam que houve uma leve ampliação de atividades sem alteração de sua natureza. Ademais, aquelas que não obtiveram sua autonomia e ainda continuavam indexadas às delegacias federais deveriam ser emancipadas caso atingissem o valor de dividendo de 8 milhões de dólares, valor mínimo que determinava a terceira classe das Caixas emancipadas (SILVA, 2004).

Em tempo, pelo mesmo decreto foi descrito a finalidade das CEF, que também se destaca em três principais vertentes. A primeira, que se destina a receber valores em forma de depósitos, as economias populares e reserva de capital e tempo por trabalho, movimentar e facilitar a circulação de dinheiro pelo país, ademais esses valores ficam sob responsabilidade do Governo federal (SILVA, 2004). A segunda finalidade é que seu patrimônio, serviços e

negócios estão isentos de tributo federal e isentas de taxaço sob os serviços de instituições públicas federais inseridas nos estados e municípios. E por fim, a terceira e última finalidade é que ela por ser uma instituição pública federal, deve gozar de todos os privilégios dessa condição (FERREIRA, 1937).

Finalidade essas que são melhores destrinchadas nos estatutos sociais periódicos aprovados, conforme a constante atualizações da tecnologia da informação, governamentais e/ou atualizações dos programas governamentais em parceria com a CEF, com a última atualização em 2021 (CEF, 2021a).

Dessa forma, finaliza-se a primeira fase da história da CEF descrita como a “Império e República Velha” 1861 – 1929 (SILVEIRA; VIEIRA; CASTRO, 2013; MOREIRA, 2011). A partir de 1930 inicia-se a fase do “Estado Novo e Democracia” que se findaria em 1964, nesse espaço de tempo incorreria em alguns momentos históricos que culminaria em afetar a econômica nacional e conseqüentemente também a CEF (SILVEIRA; VIEIRA; CASTRO, 2013). Como é o caso, da quebra da bolsa de Valores em Nova York que culminou na crise mundial de 1929. Arelado a isso houve a Revolução de 1930 que derrubou a Velha República, trazendo mudanças na forma de governabilidade do Estado, onde ele passou a ser mais presente, e ter ‘maior controle’ sobre a economia nacional (MOREIRA, 2011).

Essa transformação, precisamente em 1934, resultou em uma estruturação mais definida da CEF, além de determinar sua natureza. Agora ela oficialmente passa a ser um órgão oficial de crédito popular e adotaria um regulamento interno (SILVEIRA; VIEIRA; CASTRO, 2013). Também criaria um Conselho Superior das Caixas Econômicas que originou a unificação de todas as CEFs — apenas nos anos 70 (SILVEIRA; VIEIRA; CASTRO, 2013).

Outro processo de regulamentação nesse mesmo ano se deu em 19 de junho de 1934 sob o Disposto do art. 57 do decreto n.º 24.427 (BRASIL, 1934). O decreto regulamentava os empréstimos de dinheiro pelas filiais e as garantias, criando assim oficialmente uma carteira de Hipoteca, Caução de Títulos, Consignação e Contas garantidas, não mais restrita a títulos da União como no decreto anterior de 1915 (BRASIL, 1934; COSTA NETO, 2004; BRUNO, 2011). Depois a institucionalização da exploração da Lotérica Federal e a garantia do monopólio sobre as operações de penhor foi imputada (SILVEIRA; VIEIRA; CASTRO, 2013; WERNWCK; SILVA, 2011).

Após a implementação dessas regulamentações, a CEF permaneceu praticamente sem grandes mudanças até a chegada da ditadura em 1964. Houve algumas tentativas de unificar o Conselho Superior das Caixas Econômicas, mas sem efeitos significativos (SILVEIRA; VIEIRA; CASTRO, 2013). No entanto, destacam-se duas importantes ações durante esse

período: a visibilidade do símbolo da CEF no governo de Juscelino Kubitschek conforme Figura 1, especialmente durante a construção da nova capital do Brasil, e sua participação direta como banco dos trabalhadores envolvidos em obras, o que fortaleceu ainda mais a percepção pública da CEF como um banco voltado para o povo (SILVEIRA; VIEIRA; CASTRO, 2013).

Figura 1 - Logotipo da Caixa Econômica Federal de 1934 a 1970.



Fonte: Caixa Econômica Federal (2023).

A era de 1964 ficou conhecida como a terceira fase da CEF, devido as muitas mudanças que se deram em decorrência do Regime Militar (SILVEIRA; VIEIRA; CASTRO, 2013). Com intuito de controlar a inflação, algumas medidas nesse período foram realizadas, tais como: a introdução da correção monetária, a criação do Sistema de Habitação, a abolição da estabilidade no emprego e a criação do Fundo Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), a criação do Crédito Educativo, a institucionalização do Programa de Integração Social e o Fundo de Apoio ao Desenvolvimento Social (SILVEIRA; VIEIRA; CASTRO, 2013; CORRÊA; FONTES, 2011; VAZ; ANDARDE, SELDIN, 2011). Essas medidas atingiram diretamente a CEF, pois os programas governamentais criados descritos acima caracterizaram por terem parcerias financeiras com a CEF, atribuindo assim, uma atuação estratégica a organização (CORRÊA; FONTES, 2011; VAZ; ANDARDE; SELDIN, 2011).

Além disso, como vários desses programas percorriam a vida profissional de diversos empregados por todo o país, essa exposição trouxe a “empresa junto à sociedade brasileira, e dessa forma, a oportunidade de novas iniciativas de cunho institucionalizante” (SILVEIRA; VIEIRA; CASTRO, 2013, p. - 150).

Com a instituição do Ato Institucional n.º 5 - AI-5, conforme descrito por Silveira, Vieira e Castro, (2013) houve uma ascensão do modelo neoliberal de governança. Em detrimento a CEF sofreu uma reestruturação, sendo finalmente unificada. Esse projeto se decorreu desde 1934 e a revalida como empresa pública federal com atuação em todo o território nacional. Após isto, houve a profissionalização do seu corpo de gerente com a substituição do regime de contratação estatutário pela Consolidação das Leis Trabalhistas e por meio de concursos públicos (SILVEIRA; VIEIRA; CASTRO, 2013).

Ainda no período do Regime Militar, distingue a exploração do maior garimpo do Brasil, localizado em Serra Pelada, onde o ápice se deu entre 1980 a 1983, sendo a CEF

autorizada a atuar na intermediação da comercialização de ouro dos garimpos (ANGOTTI *et al.*, 2016).

O próximo marco histórico foi a edição e implementação do Plano Real, que estabelece um novo padrão monetário, além de uma reestruturação cabal em todo o Sistema Financeiro Nacional (SILVEIRA; VIEIRA; CASTRO, 2013). Essa grande transformação obrigou as organizações bancárias a realizar uma rápida adaptação estratégica, isso se mostrou ainda mais vital para a CEF por se tratar de uma organização pública em meio a uma era de privatização ou extinção de agentes públicos (PAULA; MARQUES, 2006). Para tal, ela contou com a adoção de uma modificação radical em sua organização administrativa e patrimonial que em partes foi financiada com recursos do Tesouro Nacional (PAULA; MARQUES, 2006).

Vale ressaltar ainda, que antes do Plano Real, mais precisamente 4 anos antes, em 1990, o então presidente Fernando Collor, dava início a um plano chamado de Plano Collor (CARVALHO, 2009). O Plano, apesar de não mudar em nada a forma de administração ou estruturação de governança da CEF, trouxe uma borbulha social referente a algumas medidas antipopulista. A principal delas foi o congelamento de todos os depósitos em conta-corrente e poupança por 18 meses e congelamento completo dos preços e salários do setor privado (ANDOZIA, 2019; CARVALHO, 2009).

Essas medidas além de provocar um desequilíbrio econômico trouxe uma diminuição da confiabilidade bancária, principalmente para com a população de classes mais baixas (ANDOZIA, 2019; CARVALHO, 2009). Naquela época, era essa a população que não apresentava renda suficiente para possuir uma conta-corrente, e optavam pela caderneta de poupança a fim de se proteger contra a galopante inflação (ANDOZIA, 2019). Vale ressaltar que nesse momento a CEF já havia se consolidado como um banco popular, e pessoas assalariadas que possuíam contas na empresa, não mais realizaram depósitos, naquele período, por entenderem que seriam congeladas suas economias depositadas (ANDOZIA, 2019).

A partir de 2003 o governo federal transformou a CEF em seu maior aliado financeiro para realizar operações de políticas públicas. Entre eles o maior programa de social do governo, o Bolsa Família, provocando uma nova reorganização interna a fim de se reaproximar com a população e realizar o esforço de 'bancarização' e inclusão social (HELAL; BARBOSA, 2010; WERNECK; SILVA, 2011). Ademais, em 2008, a CEF foi convocada para desempenhar atividades visando a reversão dos efeitos da crise imobiliária originada nos Estados Unidos, com repercussão mundial, incluindo o Brasil (SILVEIRA; VIEIRA; CASTRO, 2013). Para a atuação dessa função, em 2008, a mesma "liderou no campo das organizações bancárias frente

ao refluxo do crédito decorrente da instabilidade financeira internacional” (SILVEIRA; VIEIRA; CASTRO, 2013, p.-152)

Além dos programas em parceria com o governo acima supracitados, outros programas sociais também foram e ainda são assistidos pela CEF, como é o caso do Programa Minha Casa Minha Vida. Mais recentemente, em decorrência dos impactos econômicos provocados pela COVID-19, foi implementado por meio do Decreto N°10.316/20, que regulamentava os pagamentos do Auxílio Emergencial e tinha como único banco responsável pelo cadastro dos indivíduos contemplados a CEF (BRASIL, 2020a).

Visando a concretização dos planos governamentais em conjunto a CEF para a continuação de uma administração que visa estar no centro da economia da política doméstica. Foram realizados ao longo do tempo algumas atualizações na forma de se utilizar o banco — destaca-se aqui como os serviços bancários, a exemplo, a instituição de caixas eletrônicos e mais recente a operacionalização dos principais produtos bancários via aplicativos de celular.

Atrelado a necessidade de se cumprir os regulamentos de saúde impostos pela Organização Mundial de Saúde, de uma menor socialização possível nos meses de maior pico da doença que se fez necessário a digitalização de vários atendimentos outrora realizados única e exclusivamente presenciais (WHO, 2020). Essa operacionalização por meio de aplicativos bancários teve o intuito de modernizar e facilitar a realização de serviços populares, além de diminuir as filas presenciais nas agências (BRASIL, 2023).

Apesar disso, em momentos críticos como a disponibilização do Auxílio Emergencial em decorrência da redução do poder econômico da população, mediante as crises causadas pela Pandemia do vírus SARS-COV-2 esses esforços foram até certo ponto reduzidos. Muito por conta do aumento exponencial da demanda, provocando lentidões de sistema, da falta de conhecimento digital ou do pouco acesso à tecnologia por parte da população beneficiada, entre outros fatores (FOLHA DE PERNAMBUCO, 2020; R7.COM, 2020). Nesse sentido, para melhor entendimento do funcionamento quer físico, quer digital, o próximo subtópico abordará tais demandas, com a finalidade de descortinar o tema para melhor entendimento da pesquisa a ser realizada.

2.2 LEGISLAÇÃO E INFRAESTRUTURA DOS BANCOS NACIONAIS COM ÊNFASE A CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

O sistema bancário brasileiro é regido por normas e regulamentos estabelecidos pelo Conselho Monetário Nacional (CMN) e fiscalizado pelo Banco Central do Brasil (BCB). Dessa forma, os bancos operantes no território nacional precisam seguir as regras determinada pelo

(CMN) e tem por órgão executor e fiscalizador o (BCB), dos quais se tem que: deve haver um horário mínimo de cinco horas diárias e ininterruptas de atendimento, e entre as 12h e 15 h as agências precisam estar funcionando (BCB, 2023). Há apenas uma ressalva que, em localidades onde só exista uma agência bancária, o horário de atendimento é definido pela instituição financeira (BCB, 2023).

Já para horários especiais é permitido quando forem atendidas as cinco regras principais — de não haver expediente bancário nos sábados, domingos e feriados; segundas e terças de carnaval; Corpus Christi; 2 de novembro e no último dia do ano; que deve ser utilizado para operações entre as próprias instituições para compensações, para que se entre no novo ano sem pendências. Ademais, esse atendimento em horário especial deve ser comunicado pelo banco a comunidade com no mínimo 30 dias de antecedência (BCB, 2023).

No entanto, em meados de abril de 2020, essas regras delimitadas pelo CMN, não foram cumpridas, isso se deu por conta da emergência maior que foi a adequação as regras da OMS (WHO, 2020). Apesar da Caixa Econômica Federal (CEF) no ano de 2020 possuir 4.200 agências e postos de atendimento, além de estar presente na quase totalidade dos municípios do Brasil, atendendo a 5.570 municípios, foi necessária uma força tarefa para cadastros e pagamentos tanto do FGTS quanto do Auxílios Emergenciais (CEF, 2021b; OLIVEIRA, 2020).

O não cumprimento da Resolução n°2.932 de 2002 foi possível devido a uma autorização especial junto ao BCB. Em 19 de março de 2020 o BCB publicou a Circular n.º 3.991 onde permitia que o atendimento ao público nas dependências das instituições financeira e demais instituições autorizadas a funcionar estavam dispensadas de cumprir as regras de horário a cima descritas (BCB, 2020a).

Dessa forma, foi viabilizado mudanças de horários de atendimento, além de permitir atendimentos aos sábados e domingos, sem a necessidade expressa de avisar com o mínimo de 30 dias (BCB, 2020a). Mas para a realização desses atos deveria ser informado pelos canais de atendimento e está devidamente sinalizado nas dependências do local os novos horários e dias de atendimento (BCB, 2020a). Essa circular ficou vigente até o fim do período de maior risco de circulação do vírus SARS-COV-2 que se deu em 1.º de março de 2021 sob a Resolução do Conselho Monetário Nacional de N.º 4.880 (BCB, 2020b).

Outro dever de fiscalização pelo BCB são as contas bancárias, onde determina que as principais são do tipo, poupança, corrente e salário, e descreve a função de cada uma delas. Já a fiscalização de tamanho de filas, tempo de espera para atendimento fica a cargo da Fundação de Proteção e Defesa do Consumidor (PROCON), um órgão estatal que auxilia o consumidor em entender e obter seus direitos.

Para tal fiscalização, o PROCON se vale da regulamentação desenvolvida pela Federação Brasileira de Bancos (FEBRABAN), sendo a principal entidade que representa o setor bancário brasileiro (BCB, 2023). Ela tem em vista representar seus mais diversos associados em todas as esferas do governo, para um aperfeiçoamento contínuo das normas bancárias e melhoria dos serviços prestados e a redução dos níveis de risco para quem desempenha funções desse setor (FEBRABAN, 2023).

Em 2009, foram aprovadas sob o normativo 0004/2009 algumas diretrizes e procedimento a serem utilizadas pelo sistema bancário vinculados pelo FEBRABAN, onde mais recentemente em 8 de junho de 2017 essas diretrizes passaram por atualizações. Dentre os regulamentos, está o quesito qualidade de atendimento, e na Seção I, delimita o tempo de espera para atendimento nos Guichês de Caixa, que devem ser de até 20 minutos em dias normais e 30 minutos em dias de pico (FEBRABAN, 2017).

São considerados dias de pico, véspera ou dia útil pós-feriado, o último dia útil do mês e do dia 1.º ao dia 10 de cada mês (FEBRABAN, 2017). Para tal aferição do tempo transcorrido na agência, a mesma deve disponibilizar ticket/senha em local adequado e visível, de modo que a senha possua o registro de horário de chegada na fila e do início do efetivo atendimento no caixa (FEBRABAN, 2017).

Já em relação aos atendimentos prioritários o mesmo normativo também traz regras. Determina-se que, deve ser disponibilizado guichês de atendimento de caixas preferenciais, ou incorrer na implantação de outro serviço de atendimento personalizado (FEBRABAN, 2017). Adicionalmente, o tempo de atendimento nessas filas ou guichês prioritários devem ter um menor tempo de espera comparado ao tempo de espera existente no atendimento convencional daquele momento (FEBRABAN, 2017).

Tais procedimentos e regulamentos devem ser seguidos pelo PROCON para fiscalizar quando não há regulamento estadual para tais assuntos (FEBRABAN, 2017). No caso do lócus de pesquisa a ser desenvolvida que é uma agência no estado de Pernambuco, o estado dispõe de regulamento próprio para atendimentos bancários descrito sob a Lei n.º 16.559 de janeiro de 2019 que instituiu o Código Estadual de Defesa do Consumidor de Pernambuco (CEDC).

Segundo a Lei na quarta Seção em seu artigo 62, “determina que as instituições bancárias, financeiras e creditícias, as operadoras de cartão de crédito ou débito, e estabelecimento similares”, devem ter o tempo máximo de espera para atendimento de até 15 minutos em dias normais e 30 minutos em dias de pico (PERNAMBUCO, 2019, p. - 34, Art. - 62). Está inserido como dias de picos os cinco primeiros dias úteis de cada mês ou em véspera e dias imediatos a feriados (PERNAMBUCO, 2019).

Além da Lei n.º 16.559 de janeiro de 2019, mais precisamente o município de Jaboatão dos Guararapes possui uma lei municipal referente ao tempo de atendimento bancário, Lei essa que inclusive antecede a estadual (JABOATÃO DOS GUARARAPES, 2010). Segundo a lei n.º 395/2010 do município, o tempo de espera na fila é o mesmo determinado pela lei estadual, mas faz um acréscimo de que, o tempo começa a contar apenas quando há a emissão do ticket/senha pelo cliente (JABOATÃO DOS GUARARAPES, 2010).

Ao sinal de descumprimento dessas regras acima supracitadas, suscitará em penalidades. No que diz respeito a Lei estadual n.º 16.559 de janeiro de 2019, a penalidade incorre em multa de na faixa pecuniária B, C ou D, que corresponde a R\$10.001 - R\$50.000; R\$50.001 - R\$100.000; e R\$100.001 - R\$1.000.000 respectivamente, sem prejuízo da aplicação cumulativa (PERNAMBUCO, 2019).

Já a Lei Orgânica municipal descreve que as penalidades para descumprimento estão, 1º advertência, 2º multa de R\$ 10.000 na primeira reincidência e caso haja nova reincidência, há a duplicação do valor (JABOATÃO DOS GUARARAPES, 2010). Ademais, haverá atualização dos valores anualmente com base na variação do índice de Preços ao Consumidos Amplo, medido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (JABOATÃO DOS GUARARAPES, 2010).

No que diz respeito a infraestrutura essencial para a prestação dos serviços adequadamente, o CMN determina apenas que, cada estabelecimento possua acessibilidade para pessoas portadoras de necessidades especiais ou mobilidade reduzida, além de acesso prioritário aos idosos, gestantes, lactantes e pessoas com crianças de colo (BCB, 2023). Esses princípios direcionam demais regulamentos, desde os descritos pelo FEBRABAN e utilizados pelos PROCONs nas regiões onde não se possui um regulamento próprio para isso, até para demais regulamentos estaduais e municipais, como Pernambuco e de seu município Jaboatão dos Guararapes.

No que tange a Lei estadual n.º 16.559 de janeiro de 2019, não há uma descrição exclusiva dos itens necessários para se ter em uma agência. Em contrapartida, a Lei municipal n.º 395/2010, dispõem que as agências deverão disponibilizar, bebedouros; banheiros, tanto masculinos quanto feminino e adaptados para portadores de necessidades; aparelhos de telefone habilitado, em local visível para possíveis reclamações junto ao PROCON. (JABOATÃO DOS GUARARAPES, 2010).

Outrossim, a Lei municipal outorga sobre a quantidade ou a tipificação dos Caixas onde descreve que os guichês deverão ser divididos em três tipos de Caixa: o convencional, utilizado para realizar mais de três transações por cliente; o caixa rápido, deve realizar até três transações

por cliente; e o caixa de atendimento de pessoas em situação especial, a qual são os Caixas preferenciais, utilizados por idosos, gestantes, deficientes, entre outros (JABOATÃO DOS GUARARAPES, 2010). O não cumprimento destas, incorre nas mesmas penalidades referentes ao tempo de espera nas filas, outrora já citados nesse texto.

Outro ponto passível de citação contidas nas normativas da FEBRABAN, é a sua sessão cinco, a qual é a realocação de funcionários para os Caixas de atendimento ao público. Fica então, sob o artigo 17, que as instituições financeiras que nos dias de pico o maior número de funcionários que trabalham naquela agência seja enviado para o pleno funcionamento dos guichês de atendimento e com o intuito de diminuir o tempo de espera em filas (FEBRABAN, 2017).

Afunilando o enfoque desse referencial para a empresa objeto deste estudo de caso, tem-se que a CEF desde 1934, como outrora já mencionando no tópico 2.1, possui um regulamento interno que permite a homogeneidade de sua atuação nas mais distintas agências espalhadas pelo Brasil. Ainda assim, ela deixar ‘brechas’ para atender aos requisitos impostos pelas Leis de cada município, a CEF possui uma hierarquia formal entre seus funcionários.

Atualmente a Estrutura Corporativa da CEF é composta por um Conselho de Administração apoiados pela: Diretoria Auditora Interna e pelas Superintendências Nacionais de Ouvidoria e Corregedoria. Com uma Presidência apoiada pelas: Diretoria Jurídica e Gabinete da Presidência, onde gerencia 12 Vice-presidências que são: Rede de Varejo, Negócios de Varejo, Negócios de Atacado, Habitação, Governo, Fundo de Investimento, Agente Operador, Finanças e Controladoria, Gestão Corporativa, Riscos, Sustentabilidade e Empreendedorismo e Tecnologia Digital (CEF 2023).

Essa configuração funciona para a realização tanto dos objetivos quanto da missão da empresa de modo geral. Principalmente no que diz respeito a ser um braço operacional do governo federal na efetivação das políticas públicas, sendo um promotor da cidadania, mas sem abdicar dos interesses econômicos privados no que diz respeito a fundamentos como custo-benefício (LIMBERGUER; AMARAL, 2016).

Como já mencionando no tópico 2.1 a ideia de um banco com características para atendimento a pessoas com menor poder aquisitivo e até mesmo o nome Caixa Econômica, não é um termo originário de terras nacionais, mas teve seu começo historicamente comprovado em terras do continente europeu. Diante disso, é interessante analisar algumas igualdades e peculiaridades dos modelos bancários internacionais similares ao segmento da CEF. O evidenciar desse tema, visa também a agregação de melhorias nos modelos de simulação a qual este estudo se propõe.

2.3 HETEROGENEIDADES E HOMOGENEIDADES DOS MODELOS BANCÁRIOS MUNDIAIS TIPO CAIXA ECONÔMICA

Dê certo, conforme já indicado no subtópico 2.1 a referência do modelo Caixa Econômica não se originou no Brasil. Aliás, os primeiros indícios da existência da Caixa Econômica no Brasil divergem do intuito da sua criação, dos quais encontrados nos países europeus, mais precisamente Alemanha, Espanha e posteriormente Itália (SILVA, 2006; SANTOS, 2011).

Embora já tenha havido discordâncias sobre qual país surgiu a primeira Caixa Econômica, que por um lado o primeiro projeto foi idealizado na França em 1611, e por outro, a primeira construção da Caixa Econômica foi em Hamburgo na Alemanha em 1778 (SILVA, 2006). No entanto, definiu-se que, pela natureza da concretização do ato, a Alemanha dispõe desse marco (SILVA, 2006). Hamburgo serviu de exemplo para demais cidade por toda a Europa, sempre seguindo seu propósito filantropo de reduzir a miséria com um viés educacional, de transformar o ser como agente de sua mudança (SILVA, 2004).

Inicialmente elas surgiram como uma instituição municipal, o que designou grande sucesso a ponto de em 1836 dois terços das Caixas Econômicas Alemãs eram municipais, consolidando o ‘protótipo alemão’ que permeou toda a Europa (BEHR; SCHMIDT, 2015).

Apesar do status municipal, a natureza jurídica das Caixas Econômicas em todo o mundo é o ponto mais heterogêneo, isso porque a regulamentação legal das Caixas Econômicas diverge de país para país (SILVA, 2004). A exemplo, no Reino Unido e na Irlanda, onde inicialmente essas unidades eram públicas, mas com um conselho diretor formado por garantidores privados, entretanto, posteriormente ao Reino Unido, juntamente com a Dinamarca e Espanha transformou as Caixas Econômicas em sociedades por ações (BLANCO-OLIVER, 2021).

Tão somente, países como Itália e Irlanda optaram por realizar o mesmo que Dinamarca, Reino Unido, Holanda e Espanha com suas Caixas Econômicas maiores, e com as demais decidiram fundi-las com outras instituições (BUTZBACH, 2016). Em Portugal a primeira Caixa Econômica foi estabelecida em 1844 e possuíam uma iniciativa privada com índole mutualista atreladas ao Monte Socorro (SANTOS, 2011). Tinham como objetivo inicial não os depósitos por parte da população mais pobre, mas sim os empréstimos dos mais ricos aos mais pobres, para garantir as aposentadorias e pensões dos membros do Montepio Geral (SANTOS, 2011).

Ainda se falando de Portugal, em 1880 foi instituída a primeira Caixa Econômica estatal onde tinha como objetivo a captação dos depósitos aproximando-se do ‘protótipo alemão’ (SILVA, 2004). E assim, decorreu-se por anos, a existência de dois modelos distintos das Caixas Econômicas portuguesas, o modelo público voltados a absorção de depósitos e a fomentação do crescimento industrial, agropecuário e agente financeiro do Estado; e as privadas que exerciam atividades distintas (SILVA, 2004).

A partir de 1986, com a introdução da universalidade dos bancos, foram eliminadas as divergências entre as instituições de crédito, o que impossibilitou a criação de novas Caixas Econômicas (CAMARGO, 2009; SILVA, 2004). Essa impossibilidade se deu devido à necessidade da robustez econômica para sustentação de um mercado extremamente competitivo e por vezes desregulado versus atender as iniciativas populares e instituir créditos comunitários locais (FIGUEIRA; NELLIS; PARKER, 2009). No entanto, as Caixas Econômicas já existentes entraram numa empreitada de continuar promovendo apoio social e ter solidez financeira (FIGUEIRA; NELLIS; PARKER, 2009).

Na América do Sul, o pioneirismo da Argentina em 1914 na instituição das Caixas Econômicas, trouxe uma forma diferenciada de poupar (SILVA, 2004). Além dos incentivos de toda a população com a difusão por meio de propagandas sobre os benefícios de poupar, foi imputado que os empregadores abrissem uma caderneta de poupança para cada empregado menor de idade, onde 10% de seu salário seria retido e depositado lá (SILVA, 2004). O mesmo se deu com os trabalhadores rurais de qualquer idade (SILVA, 2004).

Posteriormente a Argentina também realizou a abertura do seu sistema bancário e eliminou os controles sobre as operações domésticas, o que provocou uma expansão bancária inicial (CLARKE; CULL, 2005). Mas após isso, como a Argentina possuía dificuldades de uma poupança interna, necessitando do capital externo para o funcionamento do seu sistema financeiro, se mostrou um sistema frágil, o que desestabilizou a permanência de algumas Caixas Econômicas já instauradas (CLARKE; CULL, 2005).

Em relação à homogeneidade, observa-se que apesar das divergências em sua natureza jurídica, a instituição dessas unidades é de interesse público. Mas que, constituída sob os princípios empresariais, e possuiu como fim o “desenvolvimento econômico e social das nações, através da educação e do despertar dos indivíduos para a autodeterminação” de se planejar para o futuro (SILVA, 2004, p-14).

Há de convir que existe uma certa padronização do jeito Caixa Econômica de ser, que busca a educação, melhorias sociais e promover subsídios para governos na diligência do desenvolvimento (CEF, 2023). Apesar disso, essa instituição na totalidade tem suas

dificuldades. Ultrapassando as adversidades regionais, as Caixas Econômicas, são vistas de forma inestética por alguns países desenvolvidos como subsidiários de populações pobres, do médio e pequeno negócio e dos governos centrais, dificultando a saúde financeira organizacional (BLANCO-OLIVER, 2021; BUTZBACH, 2016).

Atrelando isso com as liberações financeiras descritas por Silva (2011) como desregulamentação dos mercados, a qual é a permissão de demais redes bancárias de realizar qualquer operação sem qualquer restrição legal, fica cada vez mais difícil a sobrevivência dessas entidades (BLANCO-OLIVER, 2021). Por conta da necessidade de possuírem uma eficiência produtiva para equilibrar custos versus receita (BLANCO-OLIVER, 2021; BUTZBACH, 2016). Portanto, recomenda-se que transformações nas arrecadações de investimentos e desenvolvimento de tecnologias para atrair os investidores seja a principal via para a sobrevivência.

3 CONCEITO DOS METODOS UTILIZADOS

Após uma breve explanação sobre o objeto de pesquisa descrita na Fundamentação Teórica, esse capítulo se destinará a elucidar, alguns aspectos sobre os métodos utilizados no desenvolvimento do estudo e aspira rever alguns conceitos na literatura no intuito de facilitar o entendimento das estratégias utilizadas. Para tanto, este capítulo se subdivide em três subtópicos, onde o primeiro abordará a Teoria das Filas, seguido de uma descrição sobre simulação e suas aplicações e finaliza apontando as características e os modelos da Data Envelopment Analysis (DEA).

3.1 TEORIA DAS FILAS

A Teoria das Filas é uma área de estudo que analisa o comportamento, funcionamento e desempenho de sistemas de filas de espera em diversos setores. Ela é um ramo da pesquisa operacional que ajuda os pesquisadores e decisores a construir um fluxo de trabalho eficientes e econômicos, isto é, segundo Hillier (2012) a teoria das filas visa buscar modelos que entrem em um equilíbrio entre custo de serviço e o tempo de espera.

Antes mesmo de virar uma teoria, os primeiros ensaios para o constructo que se possui hoje, foram desenvolvidos por um matemático dinamarquês de nome Agner Krarup Erlang, que inicialmente utilizou a teoria da probabilidade para desenvolver soluções para o problema de tráfego telefônico (BLOCH, 2020). Posteriormente, quando foi contratado pela empresa telefônica local e se tornou chefe de laboratório de pesquisa, Erlang publicou seu estudo em dinamarquês que revolucionaria a comunidade científica em 1909 intitulado Sandsynlighedsregning og Telefonsamtaler traduzido para o inglês como Probability calculus and Telephone conversations (NIKOLIĆ, 2009).

Seu estudo tinha como intuito investigar o caráter do fluxo de entradas e de solicitação dos clientes. Com 2.461 registros de conversas telefônicas, conseguiu definir uma fórmula onde fosse possível haver distribuições de frequência da duração das conversas telefônicas (NIKOLIĆ, 2009). A de se abrir um recorte para ressaltar as características do período histórico telefônico naquela época na Europa, onde com a diminuição drásticas dos valores de se possui uma linha de telefone, várias pessoas começaram a comprar suas próprias linhas (NIKOLIĆ, 2009). Esse aumento provocava uma demanda maior a um preço menor, em uma época de centrais telefônicas manuais e a necessidade de profissional telefônico que tinha a função de conectar o usuário originador da chamada até seu destinatário (NIKOLIĆ, 2009).

Diante desse cenário, era necessário balancear custos de contratação de novos telefonistas com recursos limitados das empresas e o tempo de espera do cliente para conseguir a conexão. Esse problema não só afetava a Dinamarca, mas também a Noruega (NIKOLIĆ, 2009). Assim, Tore Olaus Engset, engenheiro norueguês, que trabalhava na mesma empresa que Erlang, mas na filial telefônica da Noruega, se juntou com Erlang e desenvolveu uma disciplina chamada traduzido para o inglês *theory of mass catering* (NIKOLIĆ, 2009). A disciplina objetivava a busca por uma solução quantitativa dos problemas de filas nas centrais telefônicas (NIKOLIĆ, 2009).

A contar dessa época, outros profissionais foram incrementando a teoria, alguns desenvolvimentos e contribuições históricas estão descritas no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Principais contribuições históricas para a estruturação da teoria das filas

Altor	Ano	Contribuição
Andrey Nikolayevich Kolmogorov	1931	Apontou a conexão entre processos estocásticos markovianos e uma classe de equações diferenciais.
Andrey Nikolayevich Kolmogorov	1933	Responsável pelas notações (axiomática) da teoria da probabilidade. O que deu suporte para a primeira solução completa para o sistema de teoria das filas (serviço em massa).
David G. Kendall	1953	A primeira sistematização da rotulagem da teoria das filas, com a padronização da notação melhor descritos no Quadro 3.
Philip Morse	1958	Primeiro livro dedicado a teoria das filas (serviço em massa)
John Little	1961	Primeiro a derivar uma prova da fórmula que dá uma relação direta entre fluxo de cliente, tempo médio de espera e o número médio de cliente na fila com o teorema de Little.

Fonte: Adaptado de NIKOLIĆ (2009)

Tais contribuições descritas no Quadro 1 foram essenciais para o constructo tanto da estrutura básica que se possui hoje como dos modelos e distribuições atuais.

Essa estrutura básica do modelo desfruta de algumas características usuais, as mais comuns são: população de chegada, processos de chegadas, disciplina da fila, tempo de atendimento, capacidade do sistema, número de servidores, tipos de saídas, e as métricas de desempenho (MORAES; SILVA; REZENDE, 2011; TAHA, 2008). A explicação de cada etapa dessa estrutura básica pode ser observada no Quadro 2.

Quadro 2 – Principais tipos de estrutura da teoria das filas

Tipo de Estrutura	Significado
Número de Chegadas	Indica quais entidades chegam ao sistema e entram na lista. Essas organizações podem ser clientes, coletores de dados, veículos, etc. O número de chegadas é representado símbolo (λ) e pode ser nomeado também de distribuição das chegadas.
Processo de Chegadas	Aponta como as entidades chegam no sistema, onde esses processos podem ser modelados por algum tipo de distribuição, entre as mais comuns estão a de Poisson, exponencial ou determinística.
Disciplina da fila	Descreve como se dará a ordem do atendimento, onde também existem diferentes formas de atendimento, a FIFO (First-In, First-Out) é encontrada com mais facilidade juntamente com a Prioritária.

Tempo de atendimento	Representa o tempo de processamento da entidade ao ser atendida pelo servidor, e pode ser modelado por um processo estocástico com uma taxa média de atendimento (μ) ou com uma distribuição de tempo de serviço.
Capacidade do sistema	Representa a quantidade máxima que todo o sistema consegue suportar simultaneamente, o que inclui tanto as entidades em atendimento quanto as que estão em espera na fila. Essa capacidade pode ser finita, principalmente quando se possui mão de obra humana, mas também pode ser infinita.
Número de servidores	Quantidade de servidores que estão disponíveis para atender as entidades, este pode ser único ou múltiplos a depender da demanda e capacidade do sistema.
Tipos de Saídas	Determina o comportamento das entidades após o atendimento, isto é, essas entidades podem sair do sistema após a finalização do atendimento, ou serem redirecionadas a outra fila.
Métricas de desempenho	São métricas utilizadas para avaliar o desempenho dos sistemas de filas. Algumas métricas comuns incluem tempo médio de espera na fila, tempo médio de resposta, ocupação do servidor, probabilidade de que uma entidade tenha que esperar na fila, etc.

Fonte: Moraes, Silva e Rezende (2011), Taha (2008).

Segundo Costa (2006), Hillier (2012), Prado (2017), é preciso considerar as notações utilizadas para descrever um sistema de filas. Os símbolos mais comumente utilizados até hoje, foram os elaborados por Kendall em 1953, conforme o Quadro 1 e tem como símbolos seis características que são: A/S/m/K/N/Q, sua representação pode ser visualizada no Quadro 3.

Quadro 3 – Representação dos símbolos de notação de Kendall

Característica	Significado
A	Distribuição dos tempos entre as chegadas
S	Distribuição da probabilidade do tempo de serviço
m	Número de canais de serviço
K	Capacidade do sistema
N	Tamanho da População
Q	Disciplina da fila

Fonte: Adaptado de Costa (2006).

Ademais, acordo com Hillier (2012), ao longo do tempo a teoria das filas tendeu a se concentrar em condições de estados estáveis e quando há a suposição de que sistema encontre uma “condição de estado estável” (HILLIER, 2012, p. 6) e que com tais notações descritas no Quadro 3 é possível delinear as medidas de desempenho como:

- P_n = probabilidade de exatamente n clientes se encontrarem no sistema de filas.
- L = número de clientes esperado no sistema de filas
- L_q = comprimento esperado da fila (exclui clientes que estão sendo atendidos)
- \mathcal{W} = tempo de espera no sistema (inclui o tempo de atendimento) para cada cliente individual.
- $W = E(\mathcal{W})$.
- \mathcal{W}_q = tempo de espera na fila (exclui o tempo de atendimento) para cada cliente individual.

- $W_q = E(Wq)$.

Essas medidas de desempenho estão relacionadas com os interesses em comum de clientes e decisores de obter um resultado ideal para ambos, onde o cliente passa o mínimo de tempo em sistema *versus* o menor custo de operação do sistema, o que beneficia os decisores (ABENSUR; FISCHMANN; BRUNSTEIN, 2003). No Quadro 4 é possível observar as equações básicas para o constructo da teoria das filas

Quadro 4 – Notações matemáticas de teoria das filas

Equação		Descrição	
1	Ritmo médio de chegadas (λ)	$\lambda = \frac{N}{\Delta T}$	N = número de pessoas ΔT = intervalo de tempo
2	Intervalo médio entre chegadas (I.C)	$I.C = \frac{1}{\lambda}$	λ = ritmo médio de chegadas
3	Ritmo médio de atendimento (μ)	$\mu = \frac{1}{T.A}$	T.A = tempo médio de atendimento
4	Número mínimo de atendente (i)	$i = \left\lceil \frac{\lambda}{\mu} \right\rceil$	λ = ritmo médio de chegadas μ = ritmo médio de atendimento
5	Taxa de utilização dos atendentes (ρ)	$\rho = \frac{\lambda}{\mu \times M}$	λ = ritmo médio de chegadas μ = ritmo médio de atendimento M = número de atendentes
6	Número médio de clientes na fila (N.F)	$N.F = \frac{\sum t.f}{u.t.t}$	$\sum t.f$ = número médio de clientes na fila u.t.t = número de pessoas
7	Número médio de clientes que estão sendo atendidos	$N.A = \rho$	ρ = taxa de utilização dos atendentes
8	Número médio de clientes no sistema (N.S)	$N.S = N.F + N.A$	N.F = número médio de clientes na fila N.A = número médio de clientes que estão sendo atendidos
9	Tempo médio de permanência na fila (T.F)	$T.F = \frac{\sum t.f}{N}$	$\sum t.f$ = número médio de clientes na fila N = número de pessoas
10	Tempo médio de permanência no sistema (T.S)	$T.S = T.F + T.A$	T.F = tempo médio de permanência na fila T.A = tempo médio de atendimento

Fonte: Adaptado de Fogliatti e Mattos (2007).

Diante das noções iniciais da teoria das filas é possível partir para os tipos de modelos mais comuns encontrados na literatura, que segundo Hillier (2012) fazem parte do processo de nascimento e morte. No contexto de teoria das filas, o nascimento se dá quando um cliente novo entra na fila do sistema e a morte diz respeito à saída do cliente atendido.

3.1.1 Modelo M/M/s

O Modelo M/M/s: É um dos mais simples e amplamente utilizados na teoria das filas, e leva em consideração os símbolos da notação de Kendall descritas no Quadro 3. Neste modelo, a chegada de entidades segue um processo de Poisson (M), e o tempo de atendimento obedece a uma distribuição exponencial (M) (BLOCH, 2020). E o número de servidores pode ser igual a 1 ($s = 1$) quando há apenas um servidor para atender, onde o modelo de fila é o First-In-First-

Out (FIFO). Quando a primeira entidade a chegar na fila também será a primeira a ser atendida, assim como sua saída se dará primeiro (MORAES; SILVA; REZENDE, 2011).

Quando o número de servidores (s) é maior do que 1, o modelo assume que todas as entidades têm a mesma probabilidade de serem atendidas por qualquer servidor disponível (COSTA, 2006). Isso implica que o sistema opera com uma abordagem de atendimento paralelo, onde várias entidades podem ser atendidas simultaneamente por servidores diferentes (COSTA, 2006).

O Modelo M/M/s é útil para entender e analisar o desempenho de sistemas de fila em várias aplicações, como call centers, sistemas de processamento de transações, filas de supermercados, e muito mais (HILLIER, 2012). Com base nos parâmetros do sistema, como taxa de chegada (λ), taxa de atendimento (μ), e número de servidores (s), é possível calcular métricas importantes, como o número médio de clientes na fila, o tempo médio de espera na fila e o tempo médio no sistema (HILLIER, 2012). Essas métricas são essenciais para otimizar a eficiência do sistema e melhorar a satisfação do cliente.

3.1.2 Modelo M/G/1

Quando exploramos modelos de filas que vão além do processo de nascimento e morte, começamos a deparar-nos com abordagens baseadas em distribuições não exponenciais. Um desses modelos é o M/G/1, no qual a chegada de entidades segue um processo de Poisson (M), mas o tempo de serviço segue uma distribuição geral (G), ou seja, não necessariamente exponencial (TAHA, 2008). Esse modelo se destaca pela sua flexibilidade, pois não impõe restrições quanto à distribuição dos tempos de atendimento, permitindo a modelagem de cenários com tempos de serviço mais complexos (HILLIER, 2012).

Para que essa flexibilidade seja viável, são necessários dois fatores fundamentais: a estimativa da média ($1/\mu$) e da variância da distribuição (σ^2). Os cálculos associados a esses parâmetros podem ser observados nas formulas de 1 a 5.

$$P_o = 1 - \rho \quad (1)$$

$$L_q = \frac{\lambda^2 \sigma^2 + \rho^2}{2(1 - \rho)} \quad (2)$$

$$L = \rho + L_q \quad (3)$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (4)$$

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (5)$$

A capacidade de adotar uma distribuição de tempos de atendimento sem restrições oferecida por esse modelo pode ser particularmente eficaz em cenários com vários atendentes, nos quais abordagens como o M/M/s se mostraram inadequadas para gerar melhorias significativas.

3.1.3 Modelo M/D/1

Na mesma linha de pensamento, o modelo M/D/1 representa uma variante do modelo M/M/1, onde o tempo de serviço segue uma distribuição determinística (D) em vez de uma distribuição exponencial (VIRTAMO, 1995). Neste modelo, o tempo de serviço é constante para cada entidade, não variando ao longo do tempo.

O M/D/1 encontra aplicação em situações em que há pouca flutuação nos tempos de atendimento, particularmente em casos em que o servidor executa uma tarefa repetitiva para os clientes (HILLIER, 2012). Nesse contexto, o modelo pressupõe que os tempos de atendimento se comportam como constantes fixas, resultando em uma distribuição degenerada de tempos de atendimento. Isso é combinado com o processo de chegada de *Poisson*, e a fórmula 6 é empregada para calcular o comprimento esperado da fila (Lq).

$$Lq = \frac{\rho^2}{2(1 - \rho)} \quad (6)$$

No entanto, em cenários que envolvem múltiplos atendentes, torna-se necessário realizar cálculos mais elaborados para determinar a distribuição probabilística do estado estável do número de clientes no sistema, bem como sua média.

3.1.4 Modelo M/E^k/s

De acordo como que Prado (2017) apresenta há ainda o modelo M/E^k/s que se mostra um modelo bem similar ao M/M/s com a diferença que a distribuição do tempo de serviço que no modelo descrito anteriormente é o de exponencial(M) segue uma distribuição exponencial generalizada (Erlang-k). Nesse modelo, a chegada da entidade obedece ao processo de Poisson (M), o tempo de atendimento obedece à distribuição exponencial generalizada (Erlang-k) e há os servidores disponíveis para atendimento (PRADO, 2017). Cada servidor atende entidades de forma independente e com a mesma taxa média de serviço.

Uma característica importante do modelo M/E^k/s é que a distribuição exponencial generalizada (Erlang-k) é caracterizada por um parâmetro k, que representa o número de

estágios ou passos necessários para completar o tempo total de serviço (HILIER, 2012). Isso significa que o tempo total de atendimento é a soma de k variáveis aleatórias exponenciais independentes e idênticas (PRADO, 2017). Devido à natureza da distribuição Erlang- k , calcular a probabilidade de clientes na fila (P_n) pode ser mais complicado no modelo $M/E^k/s$ do que no modelo $M/M/s$. Muitas vezes, as fórmulas de cálculo envolvem séries infinitas ou requerem o uso de métodos numéricos para obter probabilidades (HILIER, 2012).

No entanto, a análise de desempenho do sistema, incluindo métricas como tempo médio de espera, ocupação do servidor e probabilidade de bloqueio, pode ser realizada usando os conceitos básicos e princípios da teoria de filas aplicados ao modelo $M/E^k/s$ (LEITE *et al.*, 2011). O modelo é adequado para situações em que os tempos de serviço são melhor descritos por uma distribuição Erlang- k , como em sistemas de manufatura com etapas de processamento sequencial em que um número fixo de etapas é necessário para concluir um produto (LEITE *et al.*, 2011).

Claramente, os modelos aqui apresentados não findam o arcabouço dos modelos existentes nas literaturas nem as encontradas em fases de teste e implementações, mas é apenas uma demonstração dos modelos básicos. No entanto, há de se considerar mais um item, o qual são os tipos de redes de filas.

3.1.5 Redes de Filas

Não é incomum que uma entidade ao entrar em um sistema precise passar por mais de uma fila (ORLANDIN *et al.*, 2019). Por exemplo, em emergências hospitalares, os pacientes precisam inicialmente passar por uma triagem, para observar o grau de gravidade, após ele receber a designada pulseira conforme o grau de gravidade do seu problema, o paciente passa a esperar em uma próxima fila, desta feita pelo modelo FIFO (ORLANDIN *et al.*, 2019). Essa sequência de filas é chamada de rede de filas.

Dependendo das características específicas do sistema, existem diferentes tipos de redes de filas (MAGALHÃES, 1996). Algumas das configurações mais comuns incluem: rede de filas em série, paralelas e séries-paralelas (MAGALHÃES, 1996). As redes de filas em série: nesta configuração, as filas são conectadas em série, ou seja, a saída de uma fila torna-se a entrada da fila seguinte (PRADO, 2017). As entidades são movidas de uma fila para a próxima em uma ordem pré-definida, um exemplo é uma linha de produção na qual os produtos passam por várias etapas sucessivas (HILIER, 2012).

Rede de filas paralelas correspondem quando várias filas são executadas independentemente umas das outras e as entidades podem escolher em qual fila ingressar

(PRADO, 2017). Cada fila tem seu próprio servidor e horário de atendimento (MAGALHÃES, 1996). Um exemplo pode ser um sistema de atendimento ao cliente com várias filas de suporte, onde os clientes podem escolher em qual fila entrar. Já as Redes de filas em série-paralelas: possui a combinação de elementos de uma rede de filas paralelas em série (MAGALHÃES, 1996). Ou seja, as filas são séries, mas também existem filas paralelas em algum ponto do sistema, permitindo a flexibilidade de roteamento de entidades ao longo de diferentes caminhos (HILIER, 2012).

Para mais, há as classes específicas de redes, como é o caso da rede de Jackson, representada por um conjunto de filas interconectadas que segue em regra de movimento das entidades (BARENHOLZ *et al.*, 2023). Sua característica principal é que a taxa de chegada de filas depende da taxa de saída de outras filas. Isto é, elas são dependentes entre elas, e podem receber entidades tanto de fora do sistema quanto as que já estão no sistema provenientes de outra fila (BARENHOLZ *et al.*, 2023). Apesar de cada fila possuir uma taxa de chegada, uma taxa de serviço e um número máximo de entidades, a taxa média de chegada em cada fila é igual à taxa média de saída, denominado de propriedade de equilíbrio global (BARENHOLZ *et al.*, 2023).

Por fim, as redes de filas ainda podem contar com sua infinitude. Existem séries de filas infinitas, nas quais há conexões infinitas entre as filas (HILIER, 2012). Essas séries são utilizadas para simplificar sistemas reais que possuem um número infinito de filas, tornando-os operáveis na prática (BARENHOLZ *et al.*, 2023). A abordagem une teoria e prática, permitindo a compreensão de sistemas complexos nos quais entidades fluem continuamente por múltiplas etapas (HILIER, 2012). Em uma rede de série infinita, cada fila está associada a um estágio de processamento específico (HILIER, 2012). Quando uma entidade chega ao sistema, ela entra na primeira fila e passa por cada fila subsequente até chegar ao estágio final, onde finalmente sai do sistema (PRADO, 2017).

Cada fila possui seu próprio tempo de atendimento, que pode ser determinístico ou seguir uma distribuição aleatória (PRADO, 2017). Embora a dificuldade em mensurá-las por conta de sua infinidade, os resultados aproximados ou finitos podem ser obtidos por técnicas analíticas, como o uso de equações de fluxo de equilíbrio ou aproximações de progressão geométrica (HILIER, 2012). O ponto é, nas redes infinitas os parâmetros de interesse para identificar os possíveis gargalos são: a taxa de ocupação de cada fila, o tempo médio de espera em cada fila e a taxa média de transferência de entidades pelo sistema (HILIER, 2012).

Diante de tantas entidades e filas intercaladas, fazer os cálculos manualmente é quase impossível, principalmente quando se tenta realizar melhorias em um ambiente sobrecarregado

que não pode parar para realização de testes (PRADO, 2017). Dessa forma, a simulação deve ser bem aceita para ser identificado os cenários e ajustes de tais, na tentativa de dirimir os impactos de uma mudança de layout. O próximo subtópico irá discorrer sobre a simulação (ABENSUR; FISCHMANN; BRUNSTEIN, 2003).

3.2 SIMULAÇÃO PARA A PRÁTICA DA TEORIA DAS FILAS BANCÁRIAS

Segundo Taha (2008) a simulação é uma “imitação computadorizada do comportamento aleatório de um sistema com a finalidade de estimar suas medidas de desempenho” (TAHA, 2008, p. 272). Para que seja possível realizar as simulações é necessário que se entenda as nuances da realidade para transferi-la o mais fidedignamente possível para os programas de simulação, é claro que, é se faz necessário considerar as limitações das linguagens computacionais (PRADO, 2017).

A indícios de que a simulação iniciou com a técnica de Monte Carlo, que apresenta uma técnica capaz de remontar as características de um sistema real e as respectivas formas de funcionamento desse sistema, em um modelo teórico que consegue estimar parâmetros estocásticos ou determinísticos; por isso, tão amplamente utilizada até hoje (PRADO, 2017; TAHA, 2012; VAN RAVENZWAAIJ; CASSEY; BROWN, 2018).

Há dois tipos de sistemas de simulação, os contínuos, onde o comportamento muda continuamente ao longo dos anos, e os discretos que possuem ênfase na solução do estudo de filas de espera, são os sistemas formados por componentes inteiros ou discretos, como o caso de pessoas em uma fila (MARINS, 2011). Segundo Taha (2012) o objetivo desse sistema é identificar dois pontos, o tempo médio de espera e o comprimento da fila, e que esses pontos só mudam quando há a saída ou entrada de uma entidade e isso resulta em algo discreto, por isso a denominação.

Por sua vez, existem vários estudos que estão na vanguarda utilizando-se da teoria das filas com o auxílio da simulação, inclusive analisando os gargalos advindos de instituições bancárias. Um exemplo é a pesquisa de Muting, Mapfaira e Mbohwa (2015) em seu trabalho sobre a teoria das filas e simulação em um ambiente bancário. Eles descreveram sobre dois pontos mais importantes que influenciam a percepção de qualidade de atendimento visualizada pelos clientes, que são o comprimento médio das filas e o tempo de espera (MUTING; MAPFARIA; MBOLWA, 2015).

Ao perceberem isso, entenderam que os clientes atribuíam pouco ou nenhum valor às atividades secundárias bancárias, ou seja, aquelas a qual não se poderiam observar diretamente, quando estavam em atendimento (MUTING; MAPFARIA; MBOLWA, 2015). Isso fez com

que os autores recomendassem que houvesse uma erradicação no processo de atendimento dos procedimentos não valorados pelos clientes, e que os decisores deveriam se ater a diminuir o tempo de espera (MUTING; MAPFARIA; MBOLWA, 2015).

Por outro lado, Kiataramkul e Neamprem (2019), ao realizarem um estudo similar, desferem que seria impossível erradicar algumas atividades secundárias não valoradas pelos clientes, e apontam que isso afetaria no processo final de atendimento, mesmo que os clientes não percebam. Portanto, designam que um meio-termo para solucionar esse gargalo são os remanejamentos, isto é, quando um atendente possui uma folga, ele deve ser remanejado para a fila onde há mais entidades em espera (KIATARAMKUL; NEAMPREM, 2019). Ademais, indicaram que se mesmo após a realização dessas mudanças o problema não for resolvido, é válido observar o custo benefício de novas contratações. Por se tratar de capacidade humana, ela é uma fonte finita e que mesmo um sistema totalmente otimizado, quando há um aumento de entrada de entidades é necessário um aumento de atendentes (KIATARAMKUL; NEAMPREM, 2019).

Nesse sentido, de aumento no número de atendentes a teoria das filas atrelado a simulação também dá suporte para tais decisões. O estudo de Cascone, Rarità e Trapel (2014) que concluíram uma análise referente a contratação de novos servidores, utilizado o G/G queueing systems e a teoria das filas com multiservidores. A metodologia os levou a um número ideal de novas contratações que ficaram dentro dos custos disponíveis e diminuiram significativamente o tempo de espera na fila pelos clientes.

Outra abordagem utilizada para a diminuição no tempo de espera em filas bancárias é o sistema QuickPass atrelado ao modelo M/M/C. O funcionamento do sistema ocorre da seguinte maneira: quando um cliente chega à agência e o tempo de espera excede a estimativa, ele tem a opção de utilizar ou não o sistema QuickPass (WANG; QIAN; CAO, 2010). Se o cliente optar pelo QuickPass, ele receberá uma ficha com o horário em que poderá retornar, quando o fluxo estará menor. Ao voltar no horário indicado, o cliente será direcionado para uma fila especial do QuickPass (WANG; QIAN; CAO, 2010). Estudos realizados por Wang, Qian, Cao (2010) apontaram uma melhoria significativa nos sistemas de filas após a implementação do M/M/C QuickPass.

Como outrora já comentado, a decisão de novas contratações não é nada simples, muito por envolver custo. Na contramão do estudo realizado por Cascone, Rarità e Trapel (2014), os autores Hao e Yifei (2011) descrevem que muitas vezes não existe praticidade e por consequência não traz retorno financeiro, investir em novas agências ou até mesmo novos atendentes, “para contemplar os pequenos serviços e da regra 80/20” (HAO; YIFEI, 2011). Para

tanto, os autores Hao e Yifel (2011) propõe que haja um dinamismo e flexibilidade dos servidores, isto é, em determinados dias e horários, um servidor que exercesse um atendimento para determinado público ou atendimento, pode migrar para outro tipo de atendimento ou público que esteja com uma maior demanda (HAO; YIFEI, 2011). Essa mesma ideia também foi apresentada pelos pesquisadores Kiataramkul E Neamprem (2019) posteriormente.

Um ponto interessante pontuado por Ullah, Iqbal, Zhang e Ayat (2014) é que no mundo prático o cliente dispõe de certa margem de espera, ou seja, ele está disposto a esperar pelo serviço até um determinado tempo. Cabe aos gestores mensurar o quanto os clientes estão dispostos a esperar e mesmo assim concluir que foi um bom atendimento (ULLAH; IQBAL; ZHANG; AYAT, 2014). Com esse propósito, é necessário a utilização não só de pesquisas quantitativas como os outros autores outrora fizera, mas também a realização de questionários ou rápidas entrevistas a fim de realizar uma análise quantitativa (ULLAH; IQBAL; ZHANG; AYAT, 2014). Para ser mais agradável ao cliente estar na fila de espera, os autores ainda pontuam que o ambiente deve ser projetado para atender as regras de Maister (1980).

Discorrendo mais sobre o limite que o cliente considera razoável para a espera, autores Ferrari e Morabito (2020), ao analisarem um estudo de caso em um Call Center bancário, aprofundaram a discussão sobre o limite que os clientes consideram razoável para a espera. Eles destacaram a importância de considerar as características dos grupos de clientes, pois esses grupos podem diferir em seus parâmetros de paciência para esse tipo de espera (FERRARI; MORABITO, 2020). Para tratar as características diferenciadas de cada grupo é interessante adotar a distribuição mista de probabilidades, isso porque esse tipo de distribuição se mostra ser mais sensível que as demais para capturar esse tipo de oscilação na característica dos usuários (FERRARI; MORABITO, 2020).

Ao levar em consideração os princípios de Ullah, Iqbal, Zhang e Ayat (2014) e Ferrari e Morabito (2020) é essencial a adoção de um sistema de simulação que consiga verificar o comportamento dos indivíduos. Nesse sentido, os autores Hamri e Frydman (2006) traz luz a linguagem de especificação CommonKADS para minuciar o comportamento na alocação de serviços de um banco em seu gerenciamento de filas.

Mais recentemente, Bastani e Jahan (2021) também apontaram a importância de se entender o comportamento, para tal eles se utilizaram da simulação de Taguchi que traz mais ênfase no design, quer seja no produto ou no processo, ou até mesmo em ambos. Isto é, segundo eles, a melhoria no layout, que inclui: condições de local, capacidade de fila, e a qualidade do atendimento pelos prestadores, pode influenciar para que mesmo uma espera além do comum,

o cliente tenda a ter percepções positivas (BASTANI; JAHAN, 2021). Apesar disso, os autores apontam ser imprescindível uma boa gestão de filas (BASTANI; JAHAN, 2021).

Por sua vez, Wiryawan, Syarief e Murwonugroho (2022) destacaram a importância de um grupo principal que ocupa os bancos, a qual é a população idosa. Muitos deles ocupam as agências com demandas básicas que poderiam ser resolvidas em caixas eletrônicos ou até nos aplicativos bancários, seu estudo, após a aplicação de um questionário, utilizou-se da simulação de *bodystorming*. Para que essa população possa desfrutar do acesso a essas tecnologias, os autores enumeraram alguns aspectos necessários, tais como: aumento do tamanho das fontes, e, ao mesmo tempo, uma boa acomodação do texto para facilitar a leitura, botões mais espaçados para diminuir as chances de erros ao pressionar, ícones intuitivos, além de sistema de cores em destaque (WIRYAWAN; SYARIEF; MURWONUGROHO, 2022).

Após o apanhado bibliográfico realizado, é possível observar que existem várias abordagens que podem ser utilizadas para melhorar o tamanho da fila, ou diminuir a espera dos clientes, cabe ao pesquisador ou gestor selecionar a que melhor se adequa às necessidades do sistema. Antes de ser colocado em prática as mudanças, é interessante a utilização de ferramentas que simulam o mais próximo da realidade possível do ambiente estudado, com essas simulações é viável pontuar previamente se algumas mudanças poderão funcionar ou não para o sistema.

Ademais, além da teoria das filas, métodos como a *Data Envelopment Analysis* podem ser utilizados em conjunto com a simulação para mensuração de melhorias e principalmente obtenção de entidades eficientes em atendimento, para mais, o próximo subtópico discorrerá sobre.

3.3 DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

A *Data Envelopment Analysis* (DEA) traduzido para o português como Análise Envoltória de Dados, foi desenvolvida por Abraham Charnes, William W. Cooper e Edwardo Rhodes na década de 1970 (CHARNES; COOPER; LEWIN; SEIFORD, 1997). Tinha como objetivo avaliar o desempenho de alunos desfavorecidos em escolas públicas nos Estados Unidos (LINS; MEZA, 2000). A forma de avaliar o desempenho tinha como fator de output (saída) testes psicológicos que apontava o grau de aumento da autoestima dos envolvidos e como input (entrada) fatores como ‘tempo gasto com a mãe lendo com seu filho’ e ‘número de professores-hora’ (CHARNES; COOPER; LEWIN; SEIFORD, 1997). Tais fatores tinham igual importância e, portanto, a dificuldade ou a impossibilidade de aplicação de pesos para cada input para estimar a eficiência técnica envolvendo múltiplos inputs (LINS; MEZA, 2000).

Antes de avançar na explanação dos modelos de retorno de escala, é pertinente esclarecer alguns conceitos essenciais, como o de eficiência técnica. Conforme descrito por Ferreira e Gomes (2009), a eficiência técnica representa a capacidade das Unidades de Tomada de Decisão (DMU) de utilizar todos os seus insumos para produzir as saídas máximas possíveis. Em outras palavras, trata-se da habilidade de aproveitar da melhor forma os insumos disponíveis para obter o máximo de produtos, minimizando os desperdícios ou até alcançando desperdícios nulos (FERREIRA; GOMES, 2009). Quando a unidade de decisão se mostra eficiente, significa que a mesma naquele momento não possui folgas (slacks) para melhoria, isso manifesta que ela está operando em sua 'fronteira de eficiência' - esse termo será melhor abordado posteriormente (FERREIRA; GOMES, 2009).

Essa eficiência técnica ou total pode incorrer em dois tipos de orientações, a primeira sendo orientada aos inputs, onde se objetiva continuar com a mesma quantidade produtiva das DMUs, procurando otimizar os seus insumos, quer esses insumos sejam recursos humanos ou recursos materiais (OLIVEIRA, *et al.* 2011). Por sua vez, a orientação da eficiência técnica ou total pode estar voltada para aos outputs, que visa otimizar a quantidade produzida, mantendo o mesmo número de recursos quer humanos, quer materiais (MARIANO; ALMEIDA; REBELATTO, 2006).

A eficiência é mensurada em uma escala que no caso deste estudo a escala se dará de 0 a 1, sendo a unidade 1 a que está na fronteira de eficiência se mostrando assim eficiente, e as demais que não apresentam esse resultado são consideradas não eficientes.

O modelo DEA além de demonstrar quais DMUs se mostraram eficientes ou não, ainda consegue delinear a fronteira de eficiência, essa fronteira corresponde a uma linha gráfica, que possibilita as unidades eficientes se tornarem um espelho para as outras unidades que não se mostraram eficientes (OLIVEIRA, *et al.* 2011). A linha gráfica de fronteira de eficiência dos dois modelos mais comuns pode ser visualizada na Figura 2.

Como a Análise Envoltória de Dados é uma técnica não paramétrica, ou seja, não imputa sinteticamente os pesos para quantificar o grau de importância de cada insumo, foi necessário estabelecer a regra de Ouro (Golden Rule). Ela foi estabelecida por Banker, Charnes e Cooper (1989) que descrever o seguinte: o número de DMUs deve ser no mínimo três vezes o resultado da soma das variáveis de entrada e saída, ou no mínimo o produto das variáveis de entrada x variáveis de saída, escolhendo-se a variável que der maior valor. Já para Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005), a regra é que o número total de DMUs em cada grupo deve ser pelo menos o dobro do número total de entradas e saídas. Essa regra se faz necessária para os pesos serem 'calculados' quando mensurados na comparação realizada entre as unidades do conjunto.

Dessa forma, a base do DEA está pautada em três conceitos básicos no que diz respeito a compreensão do método, sendo eles: eficácia, que está ligada ao cumprimento dos objetivos para a qual a DMU foi criada; eficiência, que corresponde ao cumprimento das atividades, mas em um menor tempo possível e; produtividade diz respeito a de que forma são utilizados os insumos, ou seja, se utilizar do insumo com o melhor aproveitamento possível dessa matéria-prima evitando o desperdício (OLIVEIRA, *et al.* 2011).

3.3.1 Modelo CRS

Retomando, a primeira formulação que surgiu da obtenção de título de Ph.D. de Edwardo Rhodes com esse estudo de caso, foi a técnica Charnes, Cooper e Rhodes (CCR) ou *Constant Returns to Scale* (CRS) (CHARNES; COOPER; LEWIN; SEIFORD, 1997). Essa técnica assume retornos constantes de escalas. Para tal, assume-se que a eficiência técnica das unidades de decisão é mensurada sem considerar a possibilidade de aumentar ou diminuir a escala de produção, encara-se, portanto, que quanto maior a relação entre inputs e outputs maior a eficiência da DMU (FERREIRA E GOMES, 2009; LINS; MEZA, 2000).

Para haver estabilidade na escala, o modelo CCR conta com repetição dos pesos encontrados para cada DMU. O peso é calculado pela divisão entre a soma ponderada dos produtos pela soma ponderada dos insumos, esse peso, portanto, é uma variável discricionária, instrumental ou de decisão do modelo (MARIANO; ALMEIDA; REBELATTO, 2006). Em casos onde uma variável precisa ser desconsiderada pode ser atribuídos pesos zeros a algum input ou output. Por conta dessa seleção de pesos ocorre uma linearidade gráfica como pode ser visualizada na linha azul da Figura 2 (LINS; MEZA, 2000).

As notações fracionadas para realização desse modelo tanto em sua forma orientada aos outputs quanto aos inputs respectivamente que calcula a eficiência técnica e determina os pesos para encontrar o produto e insumo virtual, são descritas por Ferreira e Gomes (2009) e Lins e Meza (2000) a seguir nas equações (7) e (8).

$$\text{Max } Eff_0 = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}} \quad (7)$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \leq 1, K = 1, 2, \dots, n$$

$$u_j \text{ e } v_i \geq 0 \forall j, i$$

(8)

$$\text{Min } Eff_0 = \frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}} \leq 1, K = 1, 2, \dots, n$$

$$u_j \text{ e } v_i \geq 0 \forall j, i$$

Onde:

Eff_0 : é a eficiência da DMU0 em análise.

u_j e v_i : são os pesos de outputs e inputs respectivamente.

x_{ik} e y_{jk} : são os inputs i e outputs j da DMUk.

x_{i0} e y_{j0} : são os inputs i e outputs j da DMU0.

3.3.2 Modelo VRS

Outro modelo comum utilizado é o que foi desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper em 1984, idealizado pouco tempo após a criação do modelo CRS para suprir as necessidades encontradas em insumos que não apresenta ‘pesos’ constantes (FERREIRA E GOMES, 2009). Como o modelo anterior limitava com os rendimentos constantes de escala, os pesquisadores desenvolveram um modelo que comportava a variabilidade, esse modelo é denominado Banker, Charnes e Cooper (BBC) ou Variable Return Scale (VRS) (CHARNES; COOPER; LEWIN; SEIFORD, 1997).

Matematicamente, o que difere é que esse modelo acrescenta a variável u no numerador ou de uma variável v no denominador. Essas variáveis são chamadas de fatores de escala que pode ser decrescente quando maior ou igual a zeros, ou crescentes quando menor ou igual a zero (FERREIRA E GOMES, 2009).

O cálculo descrito por Ferreira e Gomes (2009) e Lins e Meza (2000) com orientação aos outputs e inputs estão respectivamente representados a seguir nas equações (9) e (10).

(9)

$$\text{Max } Eff_0 = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0} + u}{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}}$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo} + u}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \leq 1, K = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum \lambda_k = 1$$

$$u_j \text{ e } v_i \geq 0 \forall j, i$$

(10)

$$\text{Min } Eff_o = \frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo} + v}$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{jk}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} + v} \geq 1, K = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum \lambda_k = 1$$

$$u_j \text{ e } v_i \geq 0 \forall j, i$$

Há de ressaltar que a apresentação desses dois modelos principais teve a demonstração de seus cálculos considerando o modelo dos multiplicadores. O modelo Dual ou Envelope é descrito no Quadro 5 que se segue.

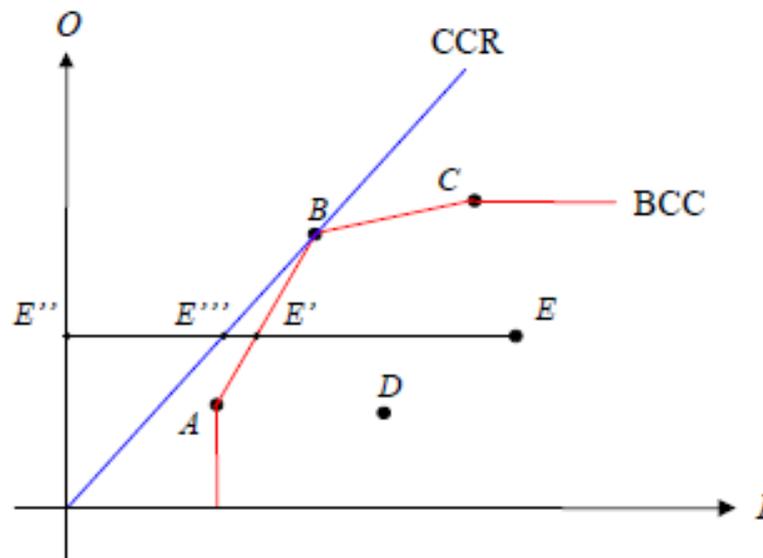
Quadro 5 – Notação matemática envelope dos modelos BCC (VRS) e CCR (CRS)

Modelos	Orientado ao <i>input</i>	Orientado ao <i>output</i>
CRS	$\text{Min } h_o$ Sujeito a: $h_{\bar{o}} \cdot x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \cdot \lambda_k \geq 0, \forall i$ $-y_{jo} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \cdot \lambda_k \geq 0, \forall j$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$	$\text{Max } h_o$ Sujeito a: $-h_o \cdot y_{jo} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \cdot \lambda_k \geq 0, \forall j$ $x_{jo} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \cdot \lambda_k \geq 0, \forall i$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$
VRS	$\text{Min } h_o$ Sujeito a: $h_{\bar{o}} \cdot x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \cdot \lambda_k \geq 0, \forall i$ $-y_{jo} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \cdot \lambda_k \geq 0, \forall j$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1, \forall k$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$	$\text{Max } h_o$ Sujeito a: $-h_o \cdot y_{jo} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \cdot \lambda_k \geq 0, \forall j$ $x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \cdot \lambda_k \geq 0, \forall i$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1, \forall k$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$

Fonte: Mello *et al.*, (2005).

No que se refere a sua representação gráfica, a linha vermelha observada na Figura 2 a descreve.

Figura 2 - Representação das fronteiras BCC (VRS) e CCR (CRS)



Fonte: Mello *et al.*, (2005, p. 2534).

Ademais, outros modelos complementares podem ser encontrados para desenvolver uma análise DEA mais precisas, como é o caso do modelo Free Disposal Hull (FDH).

3.3.3 Modelo FDH

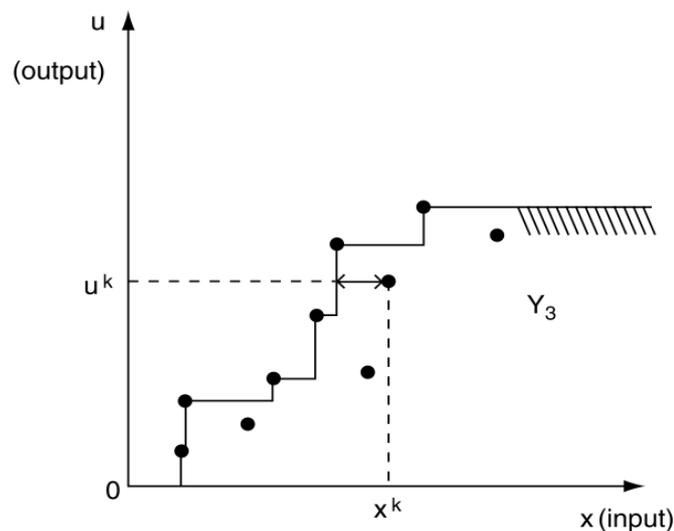
Seu grande diferencial para os modelos tradicionais, especialmente o VRS está na flexibilização da convexidade (FERREIRA; GOMES, 2009). Outra distinção do FDH é que o método fornece o *benchmark* de forma diferente. Enquanto nos modelos tradicionais há a seleção de uma ou mais DMUs que se mostraram eficientes como exemplo para a unidade não eficientes, no modelo FDH isso não acontece, sendo assim, ele seleciona apenas um *benchmark* (FERREIRA; GOMES, 2009).

Para que essa seleção única possa acontecer é utilizado a restrição de convexidade que permite identificar os melhores *benchmark*. Isso porque, nem todas as DMUs eficientes podem ser utilizadas como espelho da ineficiente, além da sua eficiência ela precisa compor a fronteira de referência que tem como requisito que as unidades possuam semelhanças. Ferreira e Gomes (2009, p.142) descrevem que elas “sejam de tamanhos semelhantes aos da DMU em análise”. Mas esses modelos podem trazer limitações.

Uma limitação importante é o fato de que a técnica de Análise Envoltória de Dados pode apresentar uma DMU virtual (de fato, pode não existir um processo de produção efetivo dessa DMU virtual relacionando à tecnologia adotada pelo conjunto das DMUs do mundo real), que resulta da composição, ou seja, da combinação linear de algumas DMUs eficientes (FERREIRA; GOMES, 2009, p. 142).

Pensando nisso, Deprins, Simar e Tulkens (1984) sugeriram em seu estudo relaxar a restrição de convexidade para eliminar as DMUs virtuais, com isso, julgam que, a determinação dos *scores* de eficiência se baseie apenas nos dados reais (DEPRINS; SIMAR; TULKENS, 1984). Por outro lado, embora o modelo tenda a representar mais a realidade, em muitos casos o modelo FDH permite que mais unidades do modelo se tornem eficientes. O gráfico dos inputs e outputs pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 - Representação das fronteiras FDH



Fonte: Deprins, Simar e Tulkens, (1984, p. 288).

Nota-se que a forma visual gráfica é de uma espécie de escada. Matematicamente, o modelo é de programação linear inteira mista e sua fronteira é determinada pela possibilidade de produção, e sua principal diferença é que são adicionados λ_k , uma variável binária com valores ou 0, ou 1 (DEPRINS; SIMAR; TULKENS, 1984).

Para a questão do *benchmark*, por conta dessa variável binária, quando o valor é igual a 1 então só será possível uma única opção de *benchmark*. Além disso, o modelo ignora a existência de folgas não-zero (FERREIRA; GOMES, 2009). O modelo matemático dual ou de Envelope — o único tipo apresentado no FDH, é o mesmo do modelo VRS apenas com a adoção da variável binária, descrito a seguir nas equações (11) e (12).

$$\begin{array}{l} \text{Sujeito a:} \\ \text{Min } h_o \end{array} \quad (11)$$

$$h_o \cdot x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \cdot \lambda_k \geq 0, \forall i$$

$$-y_{jo} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \cdot \lambda_k \geq 0, \forall j$$

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1, \forall k$$

$$\lambda_k \geq 0, \forall k$$

$$\lambda_k \in \{0,1\}, \text{ binário}$$

(12)

$$\text{Max } h_o$$

Sujeito a:

$$-h_o \cdot y_{jo} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \cdot \lambda_k \geq 0, \forall j$$

$$x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \cdot \lambda_k \geq 0, \forall i$$

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1, \forall k$$

$$\lambda_k \geq 0, \forall k$$

$$\lambda_k \in \{0,1\}, \text{ binário}$$

Onde:

 h_o : é a eficiência da DMU0 em análise. x_{ik} e y_{jk} : são os inputs i e outputs j da DMUs. λ_k : restrição de binaridade. x_{io} e y_{jo} : são os inputs i e outputs j da DMU0

Após um breve apanhado bibliográfico, será desenvolvido no próximo capítulo os métodos aplicados e como se transcorreu a trajetória da pesquisa.

4 METODOLOGIA

Nesta seção se tratará quatro subtópicos que visam o delineamento dos métodos utilizados, sendo: a tipificação da pesquisa, a descrição lócus da pesquisa e seus participantes, o desenho de como foi realizada a coleta dos dados e os instrumentos utilizados, e por fim, a descrição de como foi realizada a análise de dados.

4.1 TIPIIFICAÇÃO DA PESQUISA

Conforme o objetivo geral do estudo, que é o diagnóstico e otimização das filas nos setores Caixa, Gov-Social e Expresso em uma agência bancária no município de Jabotão dos Guararapes no período pré e pós pandêmico, a pesquisa pode ser classificada pelo método dedutivo. O método dedutivo tem como característica principal partir da teoria para observá-la no meio prático, nesse caso, examinar se há adequação na utilização dos métodos descritos na Seção 3 sobre o olhar das características descritas na Seção 2 dessa pesquisa, por conseguinte também pode ser enquadrada como uma pesquisa aplicada (MAZUCATO, 2018).

Faz-se aqui, um recorte sobre as características descritivas a serem observadas da Seção 2, a ênfase se dá a subseção 2.2, onde aborda sobre a legislação que será utilizada como base para definir os parâmetros de tempo máximo de espera para os modelos simulados. No entanto, a subseção 2.1 foi utilizada para compreender o motivo do forte vínculo que a instituição possui como os programas sociais, onde em muitos casos a mesma é a única responsável em gerenciar e cadastrar pagamentos advindos de benefícios governamentais para a população. Já a subseção 2.3 foi aplicada para diagnosticar se havia alguma *insights* passível de aplicação na agência lócus do estudo.

No que se refere às técnicas de pesquisa utilizadas, há de se apontar duas. A bibliográfica, por corresponder a base para o início da pesquisa, desde o entendimento do contexto em que se encontrava o lócus da pesquisa e arcabouço legislativo, com continuidade durante toda a pesquisa na busca de métodos de mensuração e de ajuda nas tomadas de decisões (LIMA, 2008). De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a técnica bibliográfica pode ser utilizada para o constructo do referencial teórico, fundamentar descrições, além da possibilidade de poder ser utilizada para embasar análises, conclusões e normatizações de trabalho.

A segunda técnica utilizada foi a documental, que apesar de se assemelhar com a bibliográfica tem sua diferença no que diz respeito ao conteúdo. Na bibliográfica tem em vista trazer a discussão de autores sobre determinado tema, a documental é formada por um conjunto

de dados que geram uma informação e servirão para consulta e reelaboração ou receberão um tratamento analítico (ABNT-NBR 6023, 2018).

Para essa pesquisa a técnica documental, foi utilizada no conjunto de dados obtidos no lócus de pesquisa, que se refere a informações como, quantidade de funcionários, tempo de expediente de atendimento, entre outras variáveis a serem desenvolvidas posteriormente na subseção 4.1.1. Esse conjunto de dados obtidos pode ser classificado como técnica documental de dados secundários, uma vez que, as informações obtidas foram retiradas do banco de dados da instituição (PRODANOV; FREITAS, 2013). Do contrário a esse apanhado feito por outra pessoa é denominado como primário, quando o pesquisador vai a campo e mensura todos os dados obtidos para a realização da pesquisa (FONTANA, 2018).

Quanto ao enfoque, o estudo se enquadra no enfoque quantitativo, por recorrer a dados para produzir modelos matemáticos, utilizando-se da combinação de três técnicas, a teoria das filas, a Análise Envoltória de Dados e a Simulação (COOPER; SCHINDLER, 2003). Foi possível delinear formatações otimizadas mensais que melhor atendessem aos clientes e funcionários com essas três técnicas (COOPER; SCHINDLER, 2003).

Por se tratar de um espaço de tempo delimitado que vai de janeiro de 2019 a outubro de 2020, o seu desenho se mostra transversal, onde haverá a mensuração e os *plots* das simulações para obter o cenário mais otimizado apenas uma vez anual e mensal (HAIR JR. *et al.*, 2005).

Quanto ao delineamento da pesquisa para o objetivo ser alcançado, é possível afirmar que ela tem características descritivas, por inicialmente descrever o contexto do lócus de pesquisa, na tentativa de identificar seus gargalos e suas peculiaridades de uma agência bancária (RICHARDSON, 2012). Após essa investigação inicial, o estudo buscou simular possíveis cenários e posteriormente mensurou a otimização de tais selecionando os mais eficientes de cada mês por meio do DEA. Finalizando com a indicando o melhor cenário para um bom atendimento em tempos ‘normais’ e em tempos adversos. Portanto, nessa segunda etapa sua natureza passa a ser exploratória, pois segundo Hair Jr *et al.* (2005) esse tipo de delineamento é particularmente útil para orientar os responsáveis a tomarem decisões mais acertadas.

4.1.1 Modelo e variáveis da pesquisa

Como já mencionado, a primeira etapa foi a leitura para o embasamento teórico para o entendimento das funcionalidades da CEF e os direitos e deveres que a agência possui, além de observar as formas como instituições bancárias estrangeiras que possuem o mesmo contexto, isto é, ser uma Caixa Econômica, se comportam.

Essas leituras continuaram para o entendimento e delineamento dos métodos a serem adotados para enquadrá-las na realidade da agência, considerando o descrito por Taha (2012) e Prado (2017) que a simulação deve ser o mais próximo possível que os modelos matemáticos permitem da realidade.

Ainda no aspecto das simulações foi identificado que essa mesma agência já possuía estudos que visavam a busca da melhor estratégia operacional (NEPOMUCENO; DE CARVALHO; COSTA, 2020; NEPOMUCENO, T.; DE CARVALHO; NEPOMUCENO, K.; COSTA, 2023). Neles foram desenvolvidos os argumentos apresentados por Kiataramkul e Neamprem (2019) que correspondem a remanejamento de pessoas ou o de Muting, Mapfaira e Mbohwa (2015) que recomendam a diminuição ou erradicação de atividades não valoradas.

Apesar da aplicação desses estudos acima supracitados, a agência continuou operando em situações acima dos impostos pela lei, essa realidade se tornou mais acentuada no decorrer do ano de 2020 com o avanço do SARS-COV-2. Portanto, a recomendação acatada para essa pesquisa é a de Cascone, Rarità e Trapel (2014) de aumento no quantitativo de funcionários.

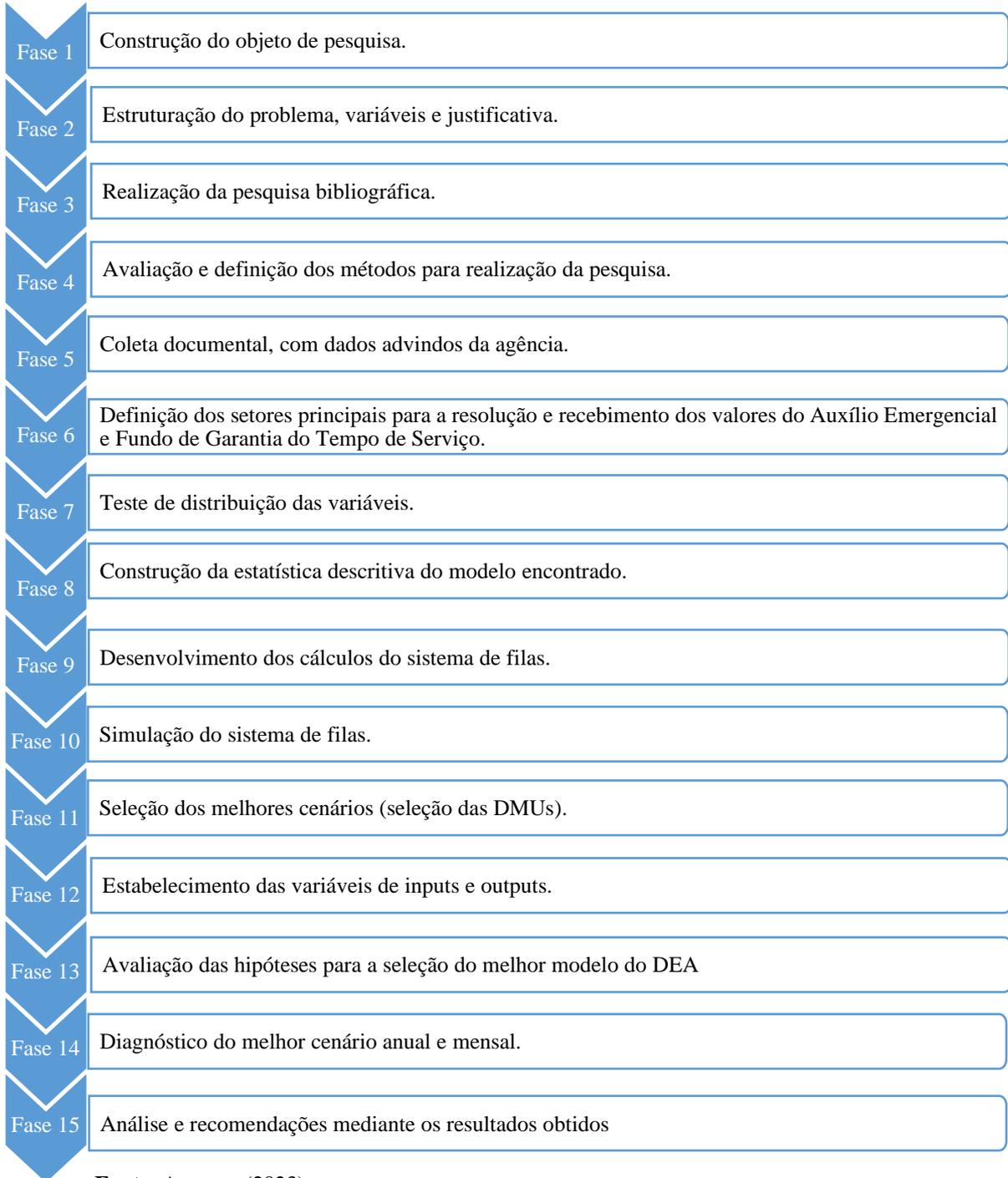
Em conjunto com o apanhado de dados fornecidos pela agência, houveram breves conversas com um dos funcionários que é um especialista na organização durante toda a pesquisa para eventuais perguntas que surgissem no decorrer. Principalmente no que se refere, a horários de atendimento, remanejamento de pessoas, e quantidades de atendentes por setor. Com isso, foi plotado simulações 1000 simulações de 21 cenários o que incluía os cenários apresentados que será demonstrado a frente e também demais cenários com mais funcionários além das 7 contratações em 2019 e 9 no ano disruptivo de 2020, após a observação desses 21 cenários e em conjunto com o funcionário foram descartados 11 deles por se mostrarem muito longe da realidade mais próxima, realidade essa, que corresponde a um limite de contratações. essa etapa corresponde à Fase 11 da Figura 4.

Com os 10 cenários residuais, foram plotados novamente 1000 simulações para que, utilizando-se do DEA fossem selecionados os cenários otimizados, finalizando com a análise e as considerações finais. Para facilitar o entendimento do percurso que essa pesquisa tracejou observa-se o fluxograma representado na Figura 4.

Os dados brutos incluíram informações de quantidade de pessoas atendidas naquele mês e o tempo médio de espera naquele setor por mês. Após o recebimento dos dados brutos, foi realizado uma curadoria desses dados. Isto é, os dados enviados estavam inseridos quantidades de pessoas atendidas, tempo médio de espera de todos os setores da agência. Além disso, nos meses de janeiro e setembro de 2019 haviam dados do setor Gov-Social e Expresso descritos

duas vezes, e que, portanto, essa quantidade de pessoas atendidas fora somada e o para o tempo médio de espera foi realizado a média dos dois dados.

Figura 4 – Estruturação da forma como foi realizada a pesquisa



No que diz respeito ao ano de 2020, outro gargalo foi encontrado no conjunto de dados. A mensuração de quantidades de pessoas e tempo de espera não havia sido linear no que diz respeito ao setor Gov-Social. Em conversa com especialista, o mesmo descreveu que nessa época a demanda pelo auxílio emergencial, junto as medidas sanitárias, mostrou-se ser algo tão

fora da realidade que em alguns momentos os sistemas não mais faziam a computação de entradas para demais serviços — serviços secundários para aquele momento. Esses demais serviços incluía as atividades das realizadas pelo setor Gov-Social, mais adiante será discriminado a função de cada setor incluídos no estudo. Portanto, no ano de 2020, foi desconsiderado a aferição desse setor, ficando apenas os setores dos Caixas e Expresso.

Ainda na Figura 4 na Fase 14, após a plotagem dos cenários eficiente pelo programa, foi realizado uma seleção arbitrária para selecionar cenários mensais para que os gestores também visualizassem opções de contratação pela sazonalidade entre os meses.

Para tal, para os meses que não apresentaram nenhuma unidade eficiente foi selecionado o cenário mais próximo à fronteira de eficiência, já os meses que possuíam mais de uma DMU eficiente foi realizada a seleção do melhor cenário incluindo três aspectos vitais. Primeiro, se a DMUs (Cenário) havia se mostrado eficiente; segundo, se não possuía folgas (slacks); e terceira, se atendia a restrição de tempo imputada pela legislação estadual de Pernambuco, demais explicações como se deu a análise dos dados está descrita no subtópico 4.4. Esses três aspectos também foram utilizados em casos de DMUS com scores similares.

Para o diagnóstico do melhor cenário anual, haja vista já comentado que houveram mais de uma DMU apontada como eficiente em cada ano, outra seleção arbitrária foi realizada. Tendo em vista que, o cenário selecionado precisaria, atender aos três aspectos vitais acima supracitados. Ademais, o mesmo precisaria liderar no número de vezes em que se mostrou como benchmark para as DMUs mensais classificadas como boas — que incluem as eficientes nos meses em que houve cenários eficientes e as mais próximas à fronteira de eficiência quando o mês não possuía DMUs eficientes.

O modelo de DEA utilizado para a manipulação matemática de otimização desses dados foi o FDH orientado aos *outputs*. Essa configuração escolhida se deu, por serem considerados a inalteração dos insumos de cada cenário plotado, e há necessidade de aproveitamento otimizado do tempo de atendimento, uma vez que a demanda deseja sempre os menores tempos de espera no sistema (HILLIER, 2012).

4.2 DESCRIÇÃO DO LÓCUS E DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em uma agência bancária da Caixa Econômica Federal localizada no município de Jaboatão dos Guararapes. Na Tabela 1 há a demonstração de quantidade de habitantes por bairro no município de Jaboatão dos Guararapes, a agência em questão está situada no bairro centro, e apesar de não possuir um grande quantitativo de habitantes, possui uma das maiores demandas de chegada de clientes.

Tabela 1 – Habitantes por bairro, último Censo Demográfico de 2010

Bairros de Jaboatão dos Guararapes	2010
Barra de Jangada	36.214
Bulhões	156
Cajueiro Seco	52.535
Candeias	64.587
Cavaleiro	38.677
Centro	12.518
Comportas	2.869
Curado	46.449
Dois Carneiros	19.647
Engenho Velho	7.177
Floriano	10.724
Guararapes	38.985
Jardim Jordão	27.01
Manassu	1.689
Marcos Freire	20.744
Muribeca	26.147
Muribequinha	1.953
Piedade	64.503
Prazeres	35.594
Santana	5.937
Santo Aleixo	22.019
Socorro	5.753
Sucupira	25.975
Vargem Fria	799
Vila Rica	29.722
Vista Alegre	10.894
Zumbi do Pacheco	28.125

Fonte: Elaborado a partir da Base de Dados do Estado (BDE), (2010).

Essa demanda se deu porque essa agência, por estar situada na parte central da cidade, absorve demandas de regiões circunvizinhas, que não possuem agências. Ademais, a população periférica da cidade também tem a tendência de utilizá-la com mais frequência devido à facilidade para chegar até ela se utilizando de transportes públicos. Por fim, a conforme Figura 6 ela se encontra bem afastada das demais agências do município, o que acarreta mais pessoas para atender por área². Portanto, a agência central acaba obtendo clientes que vão muito além do seu círculo de atuação populacional.

No que se refere a quantidade populacional total, o município é o segundo maior em quantidade de pessoas no estado, só ficando atrás de Recife, a capital do estado (IBGE, 2023). Segundo o último censo de 2010, haviam 644.620 pessoas residentes, correspondendo a uma densidade demográfica de 2.491,82 hab./km² (IBGE, 2023). Apesar de até o momento da pesquisa não haver os dados atualizados coletados em 2022 na plataforma do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) estima-se uma quantidade de 711.330 habitantes.

Para a situação domiciliar a cidade tem a proporção de características urbanas, com 193.110 pessoas residindo em meio urbano e apenas 4.037 em zonas rurais. Com relação à

capacidade econômica da população, estima-se que 41,4% da população vive com um rendimento nominal mensal per capita de até meio salário mínimo. Comparando com demais municípios do estado no que diz respeito a rendimentos nominais mensais da população, este município está posicionado na 175.º posição dos 185 municípios presentes no estado (IBGE, 2023). Isso denota que, apesar de estar em segundo lugar no Ranking no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) como descrito na Tabela 2. Há uma desigualdade alta.

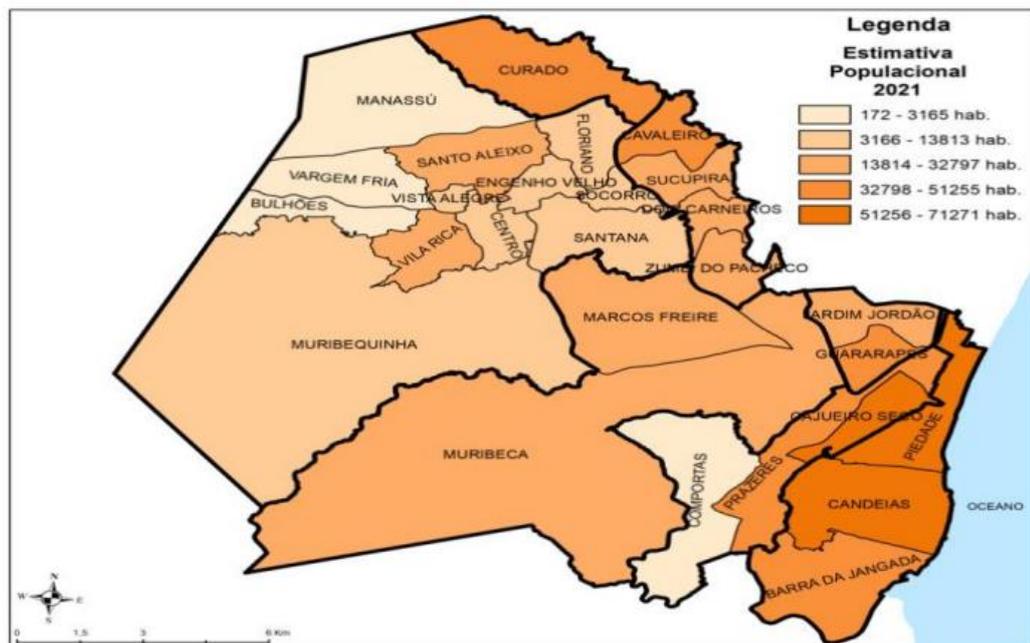
Tabela 2 – IDHM de cada região de acordo com ranking de população

Ranking	Cidades	IDHM
1º	Recife	0,772
2º	Jaboatão dos Guararapes	0,717
3º	Olinda	0,735

Fonte: Adaptado do IBGE (2023).

Com essa configuração, a tendência é aumentar o número de pessoas que em tempos da pandemia se enquadram para o recebimento do Auxílio Emergencial devido a índices elevados da pobreza. Comparando a cidade com a capital, a uma diferença de 14,35 nas porcentagens. A cidade ainda se caracteriza por possuir bairros mais populosos próximos à costa oceânica, conforme Figura 5.

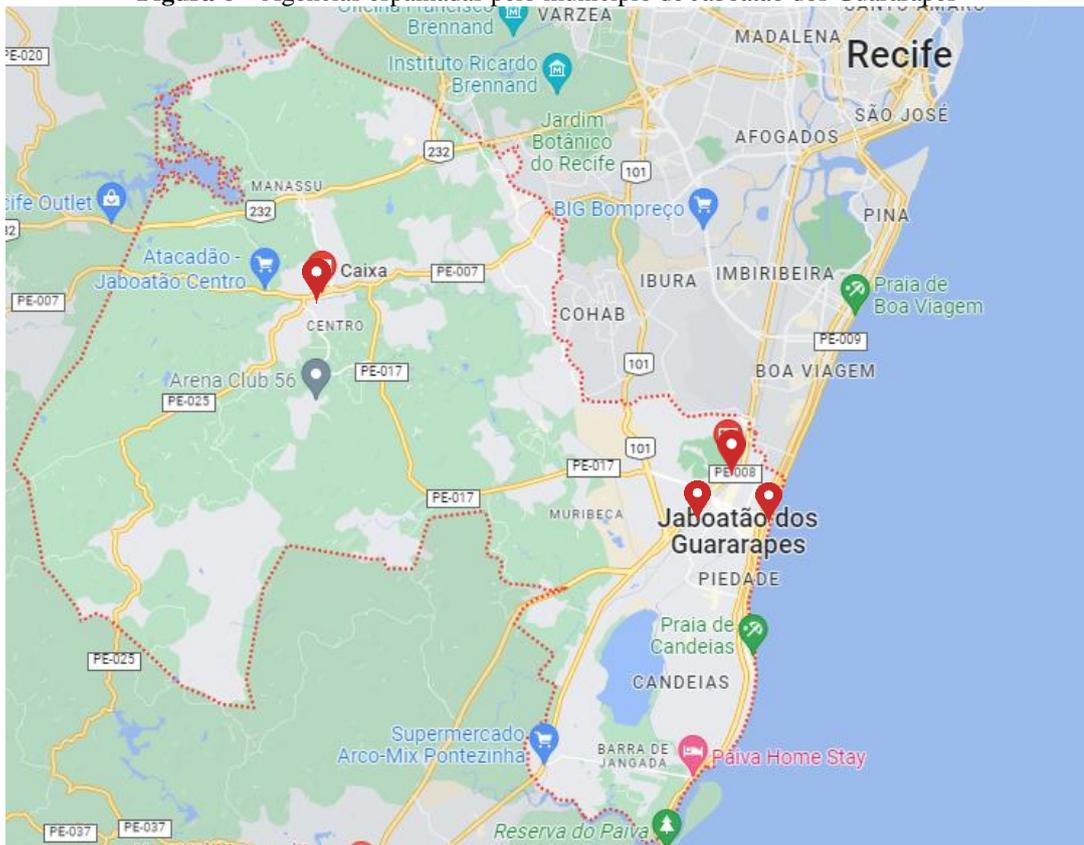
Figura 5 – População por bairros de Jaboatão dos Guararapes



Fonte: Jaboatão dos Guararapes (2022).

Para atender a população desses municípios e vilarejos circunvizinhos, a cidade possui 4 agências bancárias, que estão pontuadas sua localização no mapa correspondente a Figura 6.

Figura 6 – Agências espalhadas pelo município de Jaboatão dos Guararapes



Fonte: Adaptado do Google Maps (2023).

A participante da pesquisa foi apenas a agência central, onde conforme a Figura 6, percebe-se que a agência em questão está situada em uma posição estratégica, onde não há nenhuma outra próxima, o que aumenta ainda mais a demanda da mesma.

Ela possui, entre outros setores e funcionalidades, três setores que correspondem ao maior fluxo de entrada de demandas e que atendem diretamente aos clientes sociais, são eles: o Caixa, Gov-Social e o Expresso. Os mesmos foram usados tanto na realização dos cálculos de teoria das filas, como na quantidade de funcionários de cada setor tomado como inputs para a realização da análise de eficiência.

Para a atividade de Gov-Social, a CEF participa como agente operador e/ou pagador de benefícios e essa atuação ocorre mediante contratos firmados com os entes públicos gestores dos programas. Esses programas são divididos por tipo de destino, no caso dos programas destinados ao trabalhador, existe o Programa de Integração Social, o seguro desemprego, e o FGTS.

Já para os casos do tipo programas destinados ao desenvolvimento social foi gerado o Cadastro Único “um instrumento de identificação e caracterização socioeconômica das famílias brasileiras de baixa renda, ou seja, famílias com renda mensal igual ou inferior a meio salário mínimo per capita ou renda familiar mensal de até três salários mínimos” (CEF, 2022, p. 7).

Essas informações são compartilhadas tanto com os agentes da CEF tanto com os órgãos do governo responsáveis pela implementação e manutenção dessas políticas públicas de combate à desigualdade social. O que inclui, além do governo federal, os governos estaduais e municipais, ademais essas informações são compartilhadas com programas como o Bolsa Família (CEF, 2022).

Ainda dentro do Gov-Social, estão inclusos os programas destinados à transferência de renda, como Bolsa Família e dentro desse conjunto estão as ações emergenciais que são benefícios que não estão previstos em programas sociais específicos, dentre eles são: Abono Natalino do Programa Bolsa Família, Auxílio Emergencial, Auxílio Emergencial Pescador e Auxílio Emergencial Pecuniário (CEF, 2023; SILVA, 2011).

O Gov-Social também atende as demandas do Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior e o programa Minha Casa Minha Vida (CEF, 2021b). Isso significa que as demandas destinadas a esse setor tendem a necessitar de um maior tempo de duração no atendimento.

Já no setor Caixa, desenvolvem-se atividades relacionadas a pagamentos, esses pagamentos, podem incluir tanto os valores dos programas sociais dos quais o setor Gov-Social gerência e os empréstimos, tanto pagamentos e saques de clientes de contas poupança, corrente e salário; pagamentos do Instituto Nacional do Seguro Social (aposentadorias, salário maternidade, pensão por morte, auxílio doença, auxílio reclusão, auxílio acidente, etc.); e depósitos para as mais diversas contas e bancos. Tais atividades são descritas conforme os funcionários por levar um tempo médio de atendimento por cliente.

O último setor a ser considerado na pesquisa é o Expresso, que como o próprio nome já indica, possui a incumbência de realizar atendimentos rápidos, sendo saques, empréstimos, depósitos e pagamentos de baixo valor, entrega de cartões, entre outras atividades rápidas.

4.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

O período de recolhimento dos dados referentes há 2019 e 2020 se deu no mês de fevereiro de 2022. Como pessoas não autorizadas não podem ter acesso ao sistema, foi disponibilizado um dos funcionários — o especialista que possui mais de 10 anos de atuação na unidade, para realizar o apanhado de dados solicitados no sistema e este realizou o envio por meio de e-mail de caráter público.

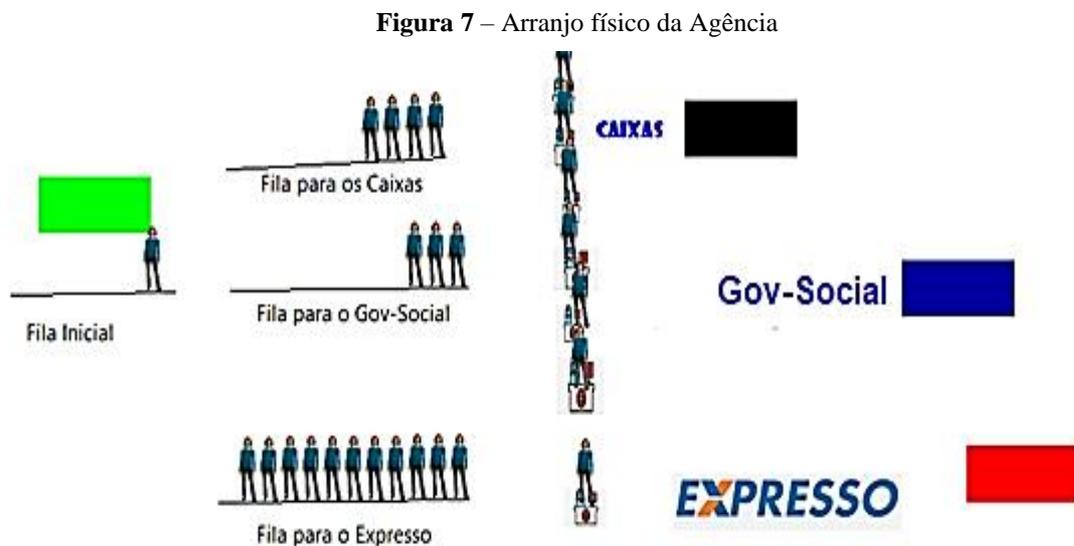
Mesmo a pesquisa se utilizando de dados numéricos, foram tomados cuidados éticos conforme o descrito por Cooper e Schindler (2003), onde denota que “o objetivo da ética na pesquisa é assegurar que ninguém seja prejudicado o sofra consequências adversas devido às

atividades da pesquisa” (COOPER; SCHINDLER, 2003, p.110). Demais dados como para entendimento do lócus da pesquisa foram obtidos por meio de plataformas públicas governamentais.

4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a coleta dos dados, que foram recepcionados via e-mail, contendo duas informações, quantidade de atendimentos por setor mensal e tempo médio de espera mensal por setor, e a quantidade de funcionários por setor. Vale ressaltar quantidade de funcionários são os fixos e que em momentos de maior demanda de um setor alguns colaboradores de outro setor podem atuar para auxiliar na diminuição do tempo de espera caso o seu setor também não esteja com muita demanda.

Com os dados em mãos, o primeiro passo foi realizar a curadoria dos mesmos, selecionando apenas os setores Caixa, Expresso e Gov-Social, conforme explicado anteriormente nesta seção. Após a seleção dos dados, foi conduzida uma análise estatística descritiva, que incluiu a determinação da moda, média, mediana, primeiro quartil, segundo quartil e terceiro quartil, além da representação gráfica através de um *boxplot* da quantidade de pessoas atendidas. Para uma melhor visualização do layout da organização, foi criado um *plot* utilizando o software ProModel® 10.2, conforme ilustrado na Figura 7.



Fonte: A com base no ProModel® (2023).

Em conjunto com o analista que se trata de um funcionário da organização que possui mais de 10 anos de atuação na unidade, foram então plotados os cenários possíveis, que se encontram descritos no Quadro 6. Apesar de parecer um alto número de contratação, o mesmo

se mostra realista, haja vista que a contratação de funcionários se faz por meio de concursos públicos. Tais concursos não ocorrem com a mesma frequência quanto o que se mostra necessário. Segundo o especialista, é comum encontrar uma realidade na agência de que os funcionários vão se aposentando e novos concursos não são feitos na mesma razão de ‘obsolescência’ dos funcionários já existentes, acumulando quantidade de vagas para uma contratação em uma única vez.

Quadro 6 - Demonstrativo da quantidade de funcionários e cenários plotados

Cenários	Quantidade de atendentes 2019			Cenários	Quantidade de atendentes 2020	
	Caixas	Gov-Social	Expresso		Caixas	Expresso
Original	3	2	1	Original	3	1
Mês.1	3	3	1	Mês.1	3	4
Mês.2	3	5	1	Mês.2	5	4
Mês.3	4	3	1	Mês.3	4	6
Mês.4	3	3	2	Mês.4	4	5
Mês.5	3	3	3	Mês.5	6	4
Mês.6	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	Mês.6	5	5
Mês.7	5	3	2	Mês.7	7	8
Mês.8	4	4	2			
Mês.9	5	4	4			
Mês.10	6	3	4			

Fonte: A autora (2023).

Nota-se que, há a peculiaridade do cenário 6 em 2019, onde o Expresso chama duas pessoas por vez, novamente em conversa com o especialista, o mesmo informou que o Expresso tem a disponibilidade de pedir auxílio para os estagiários/menores aprendizes que ali estiverem trabalhando no momento. A função do estagiário é identificar quem na fila está ali para serviço de recebimento do cartão. Ao identificar, o aprendiz deverá coletar as informações do cidadão e retornar até as pastas de cartões e encontrar o cartão do cliente, após isso o estagiário deverá entregar o cartão ao funcionário que poderá chamar dois casos de retirada de cartão por vez.

Outro ponto em destaque, é que os setores aferidos de 2019 e o de 2020 não foram os mesmos. Isso ocorreu devido à atenuação dos impactos econômicos advindos da doença COVID-19, a quantidade de pessoas subiu exorbitantemente a ponto de em alguns momentos não mais se faziam a computação de entradas dos serviços por se tornar uma atividade secundária e não valorada, conforme descrito por Muting, Mapfaira e Mbohwa (2015).

Para haver uma linearidade no raciocínio para aferição dos dados, foi definido que desde 2019, só seria considerada o modelo de fila FIFO. Ademais, para não haver graves alterações

dos tempos, desde o início foi considerado apenas esses três setores para fins de cálculos, desconsiderando a probabilidade de filas para demais setores. Isso foi possível, porque a fila para a retirada das senhas e encaminhamento para o correto setor, não enfrenta o gargalo de longas filas. Outra divergência entre 2019 e 2020, por conta dos impactos da COVID-19, é que foi decretado que os jovens aprendizes fossem poupados dos trabalhos presenciais no período de *lockdown*, de forma que, o cenário 6 do ano de 2019 não pode ser repetido em 2020.

Assim, tem-se que, 10 cenários mensais foram plotados em 2019 conforme o Quadro 6, que somados a 12 meses totalizou 120, e apenas 7 cenários expandidos mês a mês foram plotados em 2020 conforme Quadro 6, por não possuir em sistema dados suficientes para o mês de dezembro de 2020 e para a inclusão do setor Gov-Social conforme subtópico 4.1.1, totalizando 77. Os cenários totais dos dois anos foram com 197 cenários que considerou a possibilidade de sazonalidade mensal, essa sazonalidade mensal em anos comuns como o de 2019 geralmente ocorrem, quando há a liberação de valores ‘extras’ como o FGTS, ou início de férias escolares. Já em anos atípicos como 2020, conforme será possível a visualização na seção seguinte, a sazonalidade ficou muito acentuada com a chegada das parcelas do Auxílio emergencial. Todos os cenários foram construídos arbitrariamente conforme a capacidade máxima que o especialista indicou como limite de contratação.

A devida validação do modelo foi realizada utilizando-se da aferição por meio de 10 simulações no ProModel® 10.2 da medida de desempenho da média e desvio padrão, para construir um intervalo de confiança. Há de se destacar que esse intervalo de confiança foi construído apenas do ano de 2019, ano esse, ausente das interferências dos resultados causados pela doença COVID-19. Com isso, houve a possibilidade de comparação com a amostra dos três setores, os valores obtidos com base na média das 10 simulações podem ser visualizados no Quadro 7.

Quadro 7 - Resultado para os três setores da validação do modelo

GRUPO	MÉDIA DE PESSOAS ATENDIDA NA AGÊNCIA	DESVIO PADRÃO PESSOAS ATENDIDAS
SETOR CAIXA	4644,3	39,245
SETOR GOV-SOCIAL	3070,9	50,852
SETOR EXPRESSO	4323	70,745

Fonte: A autora (2023).

É válido ressaltar que, esse intervalo de confiança foi construído na agência objeto do estudo de caso conforme Figura 6 e as quantidades são referentes a um mês. Com os dados acima supracitados, o delineamento dos intervalos de confiança foi construído conforme Tabela 3. Esse tipo de intervalo é aqui utilizado para mensurar se os resultados encontrados na realidade observada na agência objeto do estudo de caso, se mantém na escala construída com

base nas 10 simulações de confirmação de modelo. Como não se tem conhecimento da variância populacional, por se tratar de uma amostra, utilizou-se da distribuição *t-student* com n-1 grau de liberdade.

Tabela 3 – Intervalo de confiança para as simulações

GRUPO	INTERVALO DE CONFIANÇA $t(n-1) = 1,833$
SETOR CAIXA	$4621,552 \leq 4659,67 \leq 4667,048$
SETOR GOV.-SOCIAL	$3041,424 \leq 3044,42 \leq 3100,376$
SETOR EXPRESSO	$4281,993 \leq 4350,25 \leq 4364,007$

Fonte: A autora (2023).

Fica confirmado assim, com base na descrição da Tabela 3 que o modelo proposto é confiável com um nível de 95% de confiança, e podendo ser utilizado para dar seguimento às demais simulações, pois o modelo está condizente com o observado na executada pela agência referência para o estudo de caso.

No decorrer da realização da validação do modelo no ProModel®, foi sentido dificuldades no que se refere às limitações da versão gratuita do programa, um desses gargalos foi o número de postos de atendimento, que não poderiam ultrapassar de 10 em todo o modelo. Apesar das manobras realizadas, como ao invés de desenhar as linhas de layout do guichê de atendimento, optou por deixar o layout original, mas com a opção de replicação ativada, ou seja, de possuir um espelho para as ações daquele guichê existente.

Mesmo com essa manobra não eram possíveis mensurar os tempos de atendimento variados por guichês daqueles que era espelhos, pois o mesmo replicaria o mesmo tempo dos desenhados em layout (RODRIGUES; SILVA; NEPOMUCENO, 2023). Outra dificuldade foi a mensuração da sazonalidade mensal dos atendimentos, seria necessário plotar os cenários mensais e para que isso funcionasse era preciso replicar todos os cenários 22 vezes — quantidade de meses analisados.

Por essas e outras dificuldades, e demanda de mão de obra desnecessária, optou-se por transferir as simulações para o Python®, mas a validação do modelo, e a imagem do desenho do layout original foram aproveitados conforme Figura 7.

O intervalo de chegada (λ) foi transformando em constante para que se aproximasse mais da realidade, principalmente a encontrada em 2020, quando antes mesmo de abrir as agências as pessoas já haviam feito a fila na madrugada. Para obter a distribuição de chegada no sistema, foi realizado o cálculo descrito na fórmula a seguir.

(13)

$$\frac{\text{Quant. de horas diárias de trabalho} * \text{Quant. de dias úteis de serviço} * (60) \text{transformação das horas em minutos}}{\text{Quantidade de clientes atendidos no mês no respectivo setor}} = \text{clientes/ min}$$

Foi calculado a média dos dois anos dessa distribuição e o valor foi adicionado, como sendo o Intervalo Médio Entre as Chegadas (IC). Como parâmetro foram utilizadas 6 horas de trabalho para o setor Expresso e Gov-Social e 8 para o setor Caixa, 22 dias de trabalho mensais. Para os Caixas foram adicionadas duas horas a mais de trabalho, porque em conversa com o especialista o mesmo afirmou que via de regra os Caixas sempre precisam estender seu horário de atendimento para atender aqueles que chegaram antes do fechamento da agência.

Com relação ao tempo médio de atendimento (μ) o mesmo foi imputado arbitrariamente. A razão se deu pela ausência de dados específicos e uma maneira prática de aproximar a estimativa do μ , foi utilizado a experiência do analista, o mesmo designou uma média de quanto tempo levava na realização dos atendimentos de forma que o tempo foi descrito no Quadro 8 que segue.

Quadro 8 – Principais cálculos para cada setor

Setores	Distribuição
Caixa	Uniforme
Gov-Social (FGTS)	Uniforme
Expresso	Uniforme

Fonte: A autora (2023).

Com os 120 cenários referente a 2019 e os 77 de 2020 simulados, provenientes do Python®, foi dado início a análise de eficiência no Rstudio®. Para tal, realizou-se um ajuste no tempo médio da simulação, haja vista que a relação de eficiência se dá porque a quantidade de atendimentos tem uma relação positiva, onde se espera que se aumente esse produto, mas o tempo médio de espera precisa reduzir e, portanto, uma relação negativa. Nesse sentido, o tempo de espera de cada uma das 197 simulações de cenários foi realizado conforme fórmula 14 a seguir.

$$(\text{Maior tempo de atendimento} - \text{Tempo de atendimento do cenário}) + 1 = \text{tempo inverso} \quad (14)$$

Foram realizados novamente o teste da distribuição com 1000 replicações para observar se aceitava ou rejeitava a hipótese nula da convexidade, foi rejeitada a hipótese nula, pois a média dos *p-values* foi a cima de 0.05, ou seja, há uma correlação entre o conjunto de dados com os fenômenos observados.

Além da correlação dos dados, o teste de convexidade aponta qual modelo do DEA deve ser utilizado para a realização da análise dos dados. Com o script test.rts, que aponta se o modelo a ser seguido é o CRS ou o VRS. Antes da realização dessa linha de código, como os dados advindos do Python® era um conjunto de simulações aprimoradas, foi testado a viabilidade da aplicação do modelo FDH, que se mostrou positiva para a realização do modelo.

Optou-se em testar primeiro a viabilidade desse tipo de modelo do DEA porque caso ele fosse viável, seria possível a exclusão das DMUs virtuais que os demais modelos acionam, assim a determinação dos *scores* de eficiência poderia ser baseada apenas nas DMUs dos dados simulado advindos do Python®.

A média do conjunto de 1000 replicações se mostrou acima do 0,05 o que rejeitou a hipótese nula e apontou que a plotagem dos dados seria aceita no modelo FDH, conforme a estatística descritiva presente no Quadro 9, Figura 8 e Figura 9.

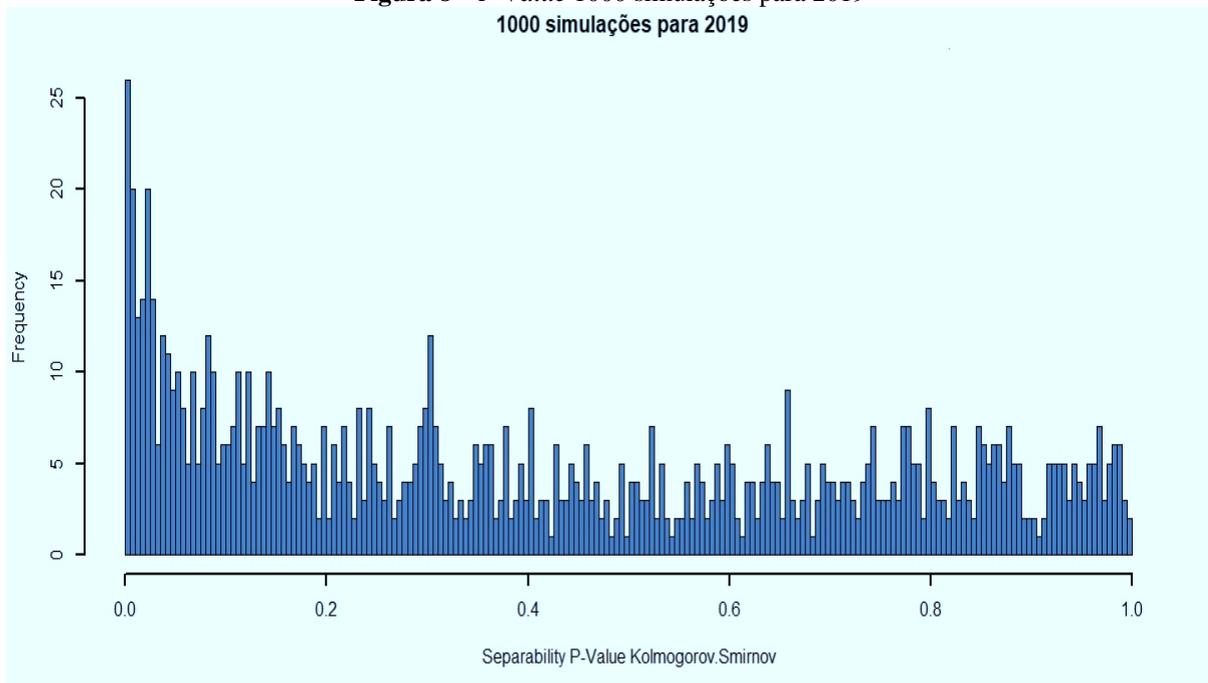
Quadro 9 – Estatísticas para definir a Hipótese

Estatísticas	2019		2020	
	Kneip	kolmogorov	Kneip	kolmogorov
Moda	0.986	0.001	0.607	0.37
2Q	0.741	0.356	0.4155	0.499
Mínimo	0.015	0	0.002	0.002
1Q	0.4835	0.1187	0.2075	0.2677
Mediana	0.741	0.356	0.4155	0.499
Média	0.6737	0.4148	0.447	0.2014
3Q	0.909	0.7053	0.6733	0.7392
Máximo	1	0.999	0.991	0.999
Desvio - padrão	0.273078	0.316573	0.273324	0.278042

Fonte: A autora (2023).

O gráfico observado na Figura 8 representa os valores de cada uma das 1000 simulações do ano de 2019 referente a convexidade pelo método de Kolmogorov.

Figura 8 – *P-Value* 1000 simulações para 2019
1000 simulações para 2019

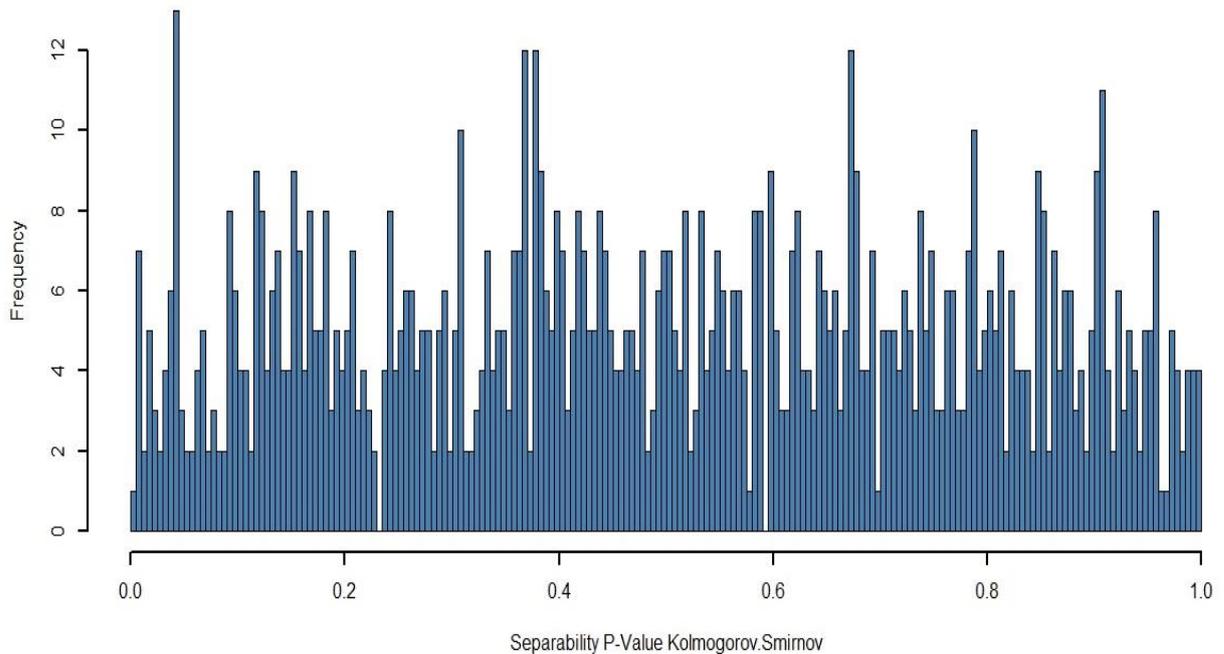


Fonte: Gráfico plotado baseado nos cálculos do Rstudio (2023).

Esse teste é importante para a verificação da hipótese do modelo quanto a utilização do método FDH. A hipótese nula, ou seja, de não utilização do modelo FDH é dada se houver alguma das simulações abaixo do valor de 0.05, ou se a média dessas mil simulações possuir valor abaixo de 0.05, o que não foi o caso, confirmando assim, a utilização do modelo FDH.

O mesmo teste foi realizado para o ano de 2020, e os resultados de todas as mil simulações estão graficamente representadas na Figura 9.

Figura 9 – *P-Value* 1000 simulações para 2020
1000 simulações para 2020

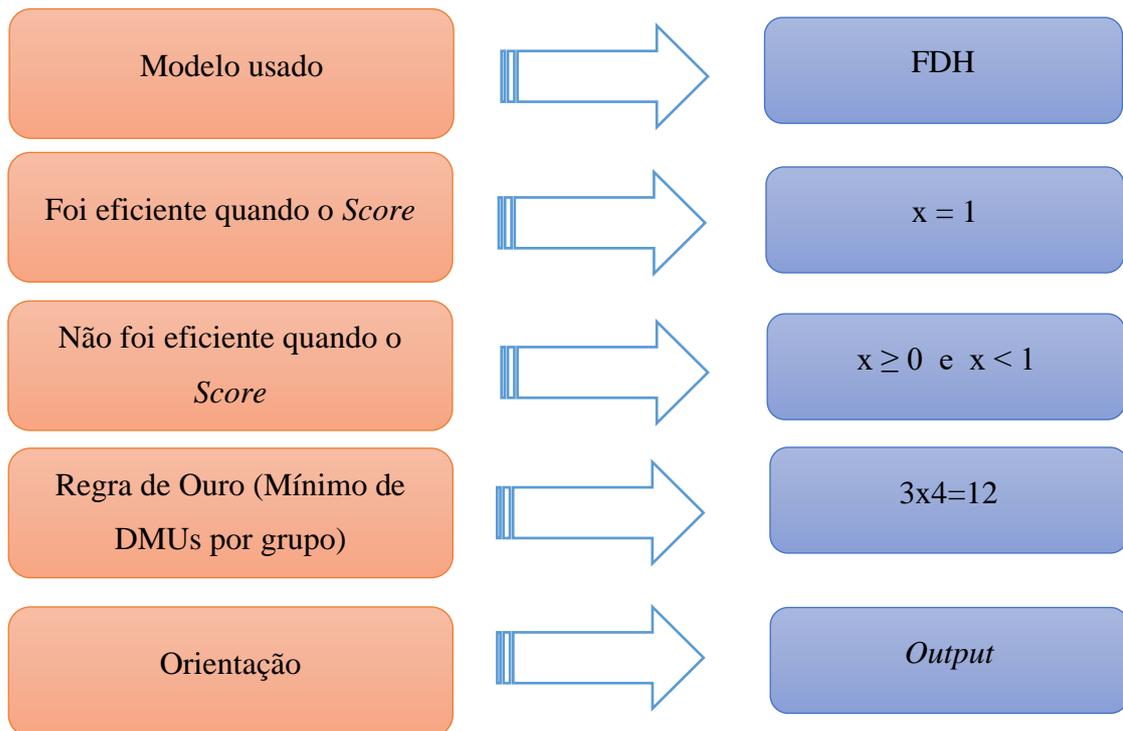


Fonte: Gráfico plotado baseado nos cálculos do Rstudio (2023).

Apesar de duas das 1000 simulações terem apresentado resultados inferiores a 0.05, a média geral das simulações ficou acima desse valor, o que possibilitou a utilização do método.

Após a verificação do modelo, deu-se início à análise de eficiência, levando em consideração os inputs, outputs e a orientação. Além disso, foi realizada uma divisão arbitrária dos dados em dois clusters: um grupo formado pelos dados de 2019 e outro pelos dados de 2020. Essa divisão foi necessária para comparar os dois momentos: o primeiro, representando um ano corriqueiro, sem muitas variações socioeconômicas causadas por variáveis exógenas; e o segundo, representando o ano afetado pela chegada e avanços do vírus SARS-COV-2 e pela piora na economia global. O resumo de todas essas informações acima supracitadas está detalhado na Figura 10 que se segue.

Figura 10 - Representação da estrutura do modelo seguido pelo estudo



Fonte: A autora (2023).

A análise de discussão dos resultados encontrados tanto na simulação agregada referente aos dados obtidos do programa Python® e a realização da simulação envoltória de dados realizadas no Rstudio® será realizada na sessão a seguir, além disso, os *scripts* dos comandos realizados estão descritos no Apêndice A, B C.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seguir, será considerado neste capítulo, as análises e discussões encontrados. Para tal trabalho foram considerados os estudos realizados por Cascone, Rarità e Trapel (2014) de aumento no quantitativo de funcionários, por respeitar a trajetória já realizada pelos autores Nepomuceno, De Carvalho e Costa, (2020); Nepomuceno, T, De Carvalho; Nepomuceno, K e Costa, (2023) e incrementar o que foi desenvolvido por Rodrigues, Silva e Nepomuceno (2023), com a realização de simulações para definição de não apenas um cenário, mas cenários variados levando em conta as sazonalidades mensais.

Inicialmente será observado o trabalho realizado das simulações agregadas com a utilização das técnicas das teorias das filas, e a utilização de 700 replicações para cada um dos 197 cenários. E será apresentado de forma que tanto para o primeiro ano investigado que foi o de 2019 quanto para o segundo que foi 2020, será apontado os parâmetros da teoria das filas seguido estatística descritiva da projeção de pessoas que podem ser atendidas nesses cenários

Já na segunda subseção será delineado as análises e discussões encontradas com a utilização do DEA para mensurar os cenários mais eficiente, foram realizadas novas replicações 1000 delas, com isso foi possível eliminar a DMUs visuais do modelo, tornando-se plausível a utilização do modelo FDH orientado ao *output* tanto para apresentação de cenários mensais quanto anuais.

5.1 SIMULAÇÃO AGREGADA DE EVENTOS

Para realizar a comparação partiu-se do cenário original que está descrito no Quadro 6 e foram plotadas as 120 DMUs do ano de 2019 e as 77 unidades do ano de 2020. A seguir, serão consideradas as informações condizentes com os parâmetros desenvolvidos pelos cálculos de teoria das filas. Os parâmetros analisados consistiram nos cálculos mensais e, portanto, se repetem para todo o mês, são eles o IC e a probabilidade de chegada em cada setor. Os referentes ao ano de 2019 estão descritos na Tabela 4 que segue.

Foi examinado que as entradas na fila seriam apenas restritas para esses três setores. Isso porque apesar de haver entradas das pessoas para os mais diversos serviços realizados em uma agência, segundo o especialista, o gargalo da espera não está na fila de entrada que disponibiliza as senhas para direcionamento das entidades para os respectivos setores. Outro ponto é que foi considerado o modelo de fila FIFO, sendo ideal para a comparação posterior com o ano de 2020, quando, devido ao aumento extraordinário de pessoas em fila, as preferências para esses setores em questão foram deixadas em segundo plano. Dessa forma, foi

considerado que o total da probabilidade dos três setores seriam iguais a um desconsiderando os demais.

Tabela 4 – Parâmetros de teoria das filas 2019

Mês	IC	Tempo em atendimento (minutos)			Probabilidades de chegada em cada setor		
		Caixa	Gov-Social	Expresso	Caixa	Gov-Social	Expresso
Janeiro	0.6544	5.26	9.55	2.15	42.65%	22.72%	34.63%
Fevereiro	0.6	5.8	9.13	1.63	35.33%	22.42%	42.25%
Março	0.62	5.98	8.19	2.2	37.96%	27.75%	34.29%
Abril	0.74	6.8	9.55	2.358	37.53%	26.49%	35.97%
Mai	0.81	7.12	9.745	2.422	37.05%	26.66%	36.29%
Junho	0.976	8.45	13.3	2.63	37.26%	22.78%	39.96%
Julho	0.92	7.4	12	2.75	40.22%	23.94%	35.85%
Agosto	1.01	7.67	13.9	2.805	41.24%	20.98%	37.78%
Setembro	0.89	6.6	15.55	2.58	44.51%	18.11%	37.38%
Outubro	0.883	6.51	11.26	3.17	45.25%	25.03%	29.72%
Novembro	0.78	7.5	9.262	2.375	35.13%	28.29%	36.58%
Dezembro	0.62	6.65	6.82	2.24	33.77%	32.97%	33.26%

Fonte: A autora (2023).

Observou-se que no modelo de simulação o setor Gov-Social possui os maiores tempos de atendimento em sistema, já os menores são do setor Expresso. Na Tabela 5 é possível visualizar as estimativas descritivas das quantidades de entidades no sistema de cada setor.

Tabela 5 – Descrição da projeção de pessoas atendidas com os novos cenários em 2019

Estatística descritiva	Quantidade Caixa	Quantidade Gov-Social	Quantidade Expresso
Média	4994	3158	4745
Mediana	4757	3243	4675
Mínimo	3682	1939	3216
Máximo	5390	3806	4931
Desvio de Padrão	812	863	1062
1° Quartil	4369	2483	4123
3° Quartil	5393	3709	5516

Fonte: A autora (2023).

As características apresentadas por esse quadro são de que, o setor que possui maiores entidades é o Caixa, e o menor é o Gov-Social e que em média cada setor atende cerca de 3 mil a 5 mil pessoas por mês, isso considerando um ano típico.

Para um ano com intercorrência de uma crise econômica mundial provocada por um cenário pandêmico, tanto os parâmetros são alterados, mas principalmente a quantidade de chegada de entidades é totalmente diferente, conforme possível a visualização nas Tabela 6, 7.

Tabela 6 – Parâmetros de teoria das filas 2020

Mês	IC	Tempo em atendimento (minutos)		Probabilidades de chegada em cada setor	
		Caixa	Expresso	Caixa	Expresso
Janeiro	0.7	6.83	5.315	37%	63%
Fevereiro	0.84	7.56	6.558	39%	61%
Março	1.01	8.65	6.82	37%	63%
Abril	1.48	11.8	10.1	39%	61%
Mai	0.98	8.95	10.32	46%	54%
Junho	1.5	19.65	10.35	28%	72%
Julho	1.3	29.7	10.2	20%	80%
Agosto	0.57	21.75	9.5	25%	75%
Setembro	1.348	31.48	10.348	20%	80%
Outubro	0.07	5.777	29.89	15%	85%
Novembro	0.03	4.85	15.46	20%	80%

Fonte: A autora (2023).

Segundo a Tabela 6, destaca-se desde o primeiro mês do ano os tempos em atendimento, que começam aumentar gradativamente e que a partir de junho há um salto nesse tempo, maiores explicações para esse fenômeno se sucederão no subtópico 5.2.2. Mas para fins de comparação, nota-se que, diferente do ano de 2019, a porcentagem de chegada em sistema das entidades foi maior para o setor Expresso do que o setor Caixa.

Para a análise descritiva das quantidades de entidades atendidas pelos servidores em sistema tem-se o descrito na Tabela 7.

Tabela 7 – Descrição da projeção de pessoas atendidas com os novos cenários em 2020

Estatística descritiva	Quantidade Caixa	Quantidade Expresso
Média	3051	6599
Mediana	2768	6126
Mínimo	1007	4079
Máximo	5598	17424
Desvio de Padrão	1451	2582
1° Quartil	1826	4488
3° Quartil	4600	7656

Fonte: A autora (2023).

Conforme a Tabela 7, a quantidade de entidades entrando no sistema para o setor Caixa chega próximo ao do ano de 2019. No entanto, isso muda completamente ao observar o setor Expresso, onde o máximo de entidades entrando no sistema por mês pode chegar a 17 mil pessoas. Esse quantitativo de entidades fora do comum tem repercussões incisivas na eficiência que será analisada no subtópico 5.2.2.

O aumento exponencial, faz com que outras medidas descritivas, como a média de chegadas, também cresçam em relação ao ano de 2019, o qual aqui é considerado um ano típico. De forma geral, essas análises descritivas serão melhores entendidas no próximo tópico que abordará as características mês a mês e suas DMUs.

5.2 SIMULAÇÃO ENVOLTÓRIA DE DADOS

No que se refere a 2019, o mesmo apresentou 9 DMUs eficientes das 120 originadas via simulação, onde o mês possuidor de mais cenários eficientes foi o mês de agosto. Como parâmetro, foi considerada eficiente as que se mostraram com valores iguais a 1 que podem ser visualizadas por ordem alfabética na Tabela 8.

Tabela 8 – DMUs eficientes de 2019

DMUs	Caixa	Gov-social	Expresso	Total de número de atendentes	Tempo	Número de que as DMUs servem como <i>benchmark</i>
FEV.8	4	4	2	10	6.41 min	12
FEV.9	5	4	4	13	5.78 min	12
AGO.1	3	3	1	7	24.91 min	12
AGO.2	3	5	1	9	22.73 min	12
AGO.3	4	3	1	8	17.96 min	12
AGO.5	3	3	3	9	16.44 min	12
AGO.6	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	5	16.44 min	24
AGO.7	5	3	2	10	9.49 min	12
AGO.10	6	3	4	13	9.36 min	12

Fonte: A autora (2023).

Outra observação presente na Tabela 8 é a quantidade de *benchmark* que cada DMU eficiente conseguiu servir de espelho para as demais. A unidade que consegue ser espelho para mais DMUs não eficientes foi Agosto.6. Esse cenário tem a característica de possuir apenas mais uma contratação para o setor Expresso, e juntamente com o colaborador já existente, ambos possuindo sempre o auxílio do estagiário/menor aprendiz para os mesmos poderem chamar duas pessoas por atendimento.

Em busca de uma única DMU eficiente visando delinear um plano de melhoria para a agência, foram adotadas algumas medidas arbitrárias de eliminação ou ranqueamento, iniciando com a exclusão de DMUs eficiente, mas que possuíam folgas. Partindo do princípio que unidades eficientes que possuem folgas não entram no ranqueamento, a DMU que ficou de fora da Tabela 9 foi Agosto.5. Ela que apesar de ter se mostrado eficiente, ou seja, ter eficiência igual a 1, ainda poderia ser passível de melhoria, por apresentar uma folga de 2, isto é, dois dos colaboradores, poderiam ser melhores aproveitados da quantidade dos 9 totais funcionários presentes no sistema.

Outro ponto é que foram priorizados as unidades que possuíam a menor quantidade de contratações e que obedeciam ao máximo possível o tempo delimitado pela legislação estadual de Pernambuco. Esse horizonte de importância também foi determinado pelo especialista, o mesmo informou que, desde que estivessem em acordo com a lei de permanência na agência, deveria ser considerado a configuração que exigisse a menor quantidade de novas contratações. A Tabela 9 demonstra o ranking das DMUs eficientes, em ordem decrescente.

Tabela 9 – Ranking das DMUs eficientes de 2019

Ranking	DMUs	Caixa	Gov-social	Expresso	Total de Atendentes	Tempo
1	AGO.6	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	5	16.44 min
2	AGO.1	3	3	1	7	24.91 min
3	AGO.3	4	3	1	8	17.96 min
4	AGO.2	3	5	1	9	22.73 min
5	FEV.8	4	4	2	10	6.41 min
6	AGO.7	5	3	2	10	9.49 min
7	FEV.9	5	4	4	13	5.78 min
8	AGO.10	6	3	4	13	9.36 min

Fonte: A autora (2023).

Outra hipótese levantada foi que, se estivessem no limite acordado pela lei, seria mais importante atender mais pessoas a um maior tempo de espera, ou menos pessoas com um menor tempo de espera. Isso significa que, a quantidade de pessoas atendidas seria mais importante do que o tempo, desde que o mesmo estivesse conforme a lei municipal. Novamente, o especialista pontua que, como as demandas são altas e o fluxo de entidades é contínuo mesmo no ano ‘normal’ da agência, deveria ser considerado sempre o maior quantitativo de pessoas atendidas. Com essa interferência baseada na realidade, tem-se o descrito na Tabela 10.

Tabela 10 – Ranking das DMUs eficientes com maior quantidade de atendimentos de 2019

Ranking	DMUs	Caixa	Gov-social	Expresso	Tempo	Total de Pessoas possíveis de serem atendidas
1°	FEV.9	5	4	4	5.78 min	17544
2°	FEV.8	4	4	2	6.41 min	17523
3°	AGO.10	6	3	4	9.36 min	10347
4°	AGO.7	5	3	2	9.49 min	10346
5°	AGO.6	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	16.44 min	10059
6°	AGO.3	4	3	1	17.96 min	10055
7°	AGO.2	3	5	1	22.73 min	9851
8°	AGO.1	3	3	1	24.91 min	9771

Fonte: A autora (2023).

Entre as duas formas de ranquear observa-se que quanto mais se acrescenta funcionários, menor o tempo de espera e aumenta a quantidade de pessoas atendidas. Mas não é só aumentar em qualquer setor, é o aumento específico no setor Expresso. Esse guichê Entre as duas formas de ranquear, observa-se que quanto mais se acrescenta funcionários, menor o tempo de espera e aumenta a quantidade de pessoas atendidas. Mas não é só aumentar em qualquer setor, é o aumento específico no setor Expresso. Esse guichê apresenta maior carência de novas contratações. Assim, independentemente de como o gestor escolherá, se baseando-se por quantidade mínima de contratações para resolver o gargalo, ou se dispondo-se de maior autonomia financeira para contratação de mais pessoas se aproximando do Cenário de Fevereiro.⁹ o fato é, o setor Expresso necessita de ao menos mais um atendente.

Já para o ano de 2020, os mesmos procedimentos foram feitos, desta feita com 77 cenários pelos motivos apresentados na metodologia. Dos 77 cenários, apenas 7 se mostraram eficientes, e tendo a sua maioria eficiente plotadas nos meses de janeiro e março. Retornando ao período histórico, ainda não se possuía um agravamento da doença do COVID-19 nos meses de janeiro e março, novamente todas as DMUs eficientes são detentoras de *scores* iguais a 1, e podem ser visualizadas no Tabela 11.

Tabela 11 – DMUs eficientes de 2020

DMUs	Caixa	Expresso	Total de número de atendentes	Tempo	Número de que as DMUs servem como <i>benchmark</i>
JAN.3	4	6	10	7.59 min	11
JAN.6	5	5	10	8 min	11
JAN.7	7	8	15	6.17 min	11
MAR.1	3	4	7	25.69 min	11
MAR.2	5	4	9	17.85 min	11
MAR.4	4	5	9	8.83 min	11
JUN.5	6	4	10	15.64 min	11

Fonte: A autora (2023).

Realizando a mesma trajetória de ranqueamento arbitrário para a seleção de apenas uma DMU como recomendação para a nova contratação tem-se o descrito na Tabela 12.

Tabela 12 – Ranking das DMUs eficientes de 2020

Ranking	DMUs	Caixa	Expresso	Total de número de atendentes	Tempo
1º	MAR.4	4	5	9	8.83 min
2º	MAR.2	5	4	9	17.85 min
3º	JAN.3	4	6	10	7.59 min
4º	JAN.6	5	5	10	8 min
5º	JUN.5	6	4	10	15.64 min
6º	JAN.7	7	8	15	6.17 min

Fonte: A autora (2023).

Nota-se que, a melhor configuração de quantitativos de atendentes versus a quantidade de tempo médio de espera está presente no Cenário de Março.4 onde há a contratação de mais uma pessoa para o setor Caixa e mais duas para setor Expresso. Percebe-se novamente que contratações sem estratégica não é algo benéfico, haja vista que, a quantidade de atendentes totais de Março.4 é a mesma de Março.2, mas nesse último Cenário houve a locação de duas pessoas no setor Caixa e apenas uma no setor Expresso. Essa configuração, apesar de possuir o mesmo quantitativo total de colaboradores, se mostrou menos eficaz do que a líder do ranking, inclusive ficando de fora do ideal de espera em dias normais, segundo a legislação do estado.

No entanto, considerando apenas a quantidade de pessoas atendidas, a Tabela 13 delimita a configuração de ranqueamento das DMUs.

Tabela 13 – Ranking das DMUs eficientes com maior quantidade de atendimentos de 2020

Ranking	DMUs	Caixa	Expresso	Tempo	Quantidade de Pessoas Atendidas
1°	JAN.7	7	8	6.17 min	15070
2°	JAN.3	4	6	7.59 min	15026
3°	JAN.6	5	5	8 min	14982
4°	MAR.4	4	5	8.83 min	10419
5°	MAR.2	5	4	17.85 min	9988
6°	MAR.1	3	4	25.69 min	9703
7°	JUN.5	6	4	15.64 min	6963

Fonte: A autora (2023).

A DMUs Março.4 considerada a líder do ranking no Tabela 12 passa para quarta posição, ficando atrás dos Cenários eficientes de janeiro. Assim, Janeiro.7 lidera o ranking, esse Cenário possui a contratação máxima discriminada pelo especialista que é um total de 11 funcionários a mais do que os já existentes. Mas percebe-se que o Cenário de Janeiro.3 com a inclusão de 6 funcionários dos já existentes se mostra um quadro satisfatório, ao atenderem a um quantitativo de pessoas similar, mas com quase metade das contratações.

Após a seleção de apenas uma resposta em cada ano para os decisores do estabelecimento, foi dado início a uma análise mais minuciosa. Para tal, foi levando em consideração as sazonalidades de cada mês, elegendo assim, uma DMU mensal, ao final, foi comparada as duas formas, para observar se o mesmo cenário único selecionado se aplicaria a todos os meses adequadamente.

5.2.1 Análise de eficiência mensal em 2019

Novamente, será abordado de início o ano de 2019, onde com o apanhado de dados obtidos, foi possível plotar todos os cenários nos 12 meses do ano e com a presença dos três setores. Os quadros que se sucederão com a demonstração dos *scores* de eficiência em ordem decrescente, ou seja, as primeiras DMUs de cada mês serão as que foram eficientes ou as que tiveram *score* mais próximo ao valor eficiente de 1.

Em Janeiro do ano de 2019, foi indicado que o melhor Cenário foi Janeiro.8 com a contratação total de 10 funcionários, ou seja, a contratação de mais três funcionários, sendo um para o Caixa, um para o Gov-Social e dois para o Expresso. Com essa configuração seu *benchmark* foi o Cenário Fevereiro.8 que demonstrou a mesma configuração de atendentes, mas conseguiu um menor tempo de espera em seu mês. As afirmações delineadas podem ser comparadas na Tabela 14.

Tabela 14 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Janeiro de 2019

DMUs	Scores	Caixa	Gov-Social	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
JAN.8	0.9879	4	4	2	10	6.94	FEV.8
JAN.9	0.9879	5	4	4	13	6.32	FEV.9
JAN.10	0.9417	6	3	4	13	11.75	AGO.10
JAN.7	0.9410	5	3	2	10	11.9	AGO.7
JAN.3	0.8418	4	3	1	8	23.08	AGO.3
JAN.2	0.7452	3	5	1	9	29.76	AGO.2
JAN.5	0.7364	3	3	3	9	25.37	AGO.5
JAN.6	0.7364	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	7	25.37	AGO.6
JAN.4	0.7341	3	3	2	8	25.45	AGO.6
JAN.1	0.4734	3	3	1	7	38.29	AGO.1

Fonte: A autora (2023).

Ainda no mês de janeiro, identifica-se que a configuração de Janeiro.9 possui mais contratações do que a líder do ranking, apesar de apresentar melhores resultados no tempo de espera a mesma poderia ter melhor utilizado seu quantitativo de atendentes para proporcionar menor tempo e mais entidades atendidas.

Já em fevereiro, como duas de suas DMUs se mostraram eficientes, foram ranqueadas arbitrariamente a que possuía menor quantitativo de novas contratações, assim como alertado pelo especialista. De forma que a configuração disposta pelo Cenário de Fevereiro.8 apesar de apresenta um tempo de espera maior, exige a contratação de três funcionários frente às seis dispostas no Cenário Fevereiro.9. Embora possua maior tempo médio, o Cenário Fevereiro.8

está dentro dos conformes com a lei estadual e municipal. Essa configuração pode ser visualizada na Tabela 15 que se segue.

Tabela 15 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Fevereiro de 2019

DMUs	Scores	Caixa	Gov-Social	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
FEV.8	1	4	4	2	10	6.41	FEV.8
FEV.9	1	5	4	4	13	5.78	FEV.9
FEV.10	0.9553	6	3	4	13	11.19	AGO.10
FEV.7	0.9549	5	3	2	10	11.33	AGO.7
FEV.5	0.8294	3	3	3	9	22.22	AGO.5
FEV.6	0.8294	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	7	22.22	AGO.6
FEV.4	0.8279	3	3	2	8	22.27	AGO.6
FEV.3	0.7413	4	3	1	8	26.33	AGO.3
FEV.2	0.7148	3	5	1	9	30.6	AGO.2
FEV.1	0.4821	3	3	1	7	38.07	AGO.1

Fonte: A autora (2023).

Repetidamente nota-se que contratações sem estratégia não são valoradas, pois o mesmo quantitativo total de funcionários é visto no cenário Fevereiro.10, mas o mesmo não se mostrou eficiente conforme foi Fevereiro.9.

No mês de março, nenhuma unidade se mostrou eficiente, portanto, a análise se deu sobre os *scores*. Foi enunciado que apenas o maior quadro de funcionários seria suficiente para atender a Lei estadual nº 16.559 de janeiro de 2019. Exclusivamente, a primeira e a segunda unidade do ranking também atendem ao tempo de espera imputado pela legislação, sendo o segundo Cenário Março.8 com três contratações a mais. A descrição do mês é passível de observação na Tabela 16.

Tabela 16 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Março de 2019

DMUs	Scores	Caixa	Gov-Social	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
MAR.9	0.9616	5	4	4	13	7.49	FEV.9
MAR.8	0.9451	4	4	2	10	8.82	FEV.8
MAR.10	0.8049	6	3	4	13	17.35	AGO.10
MAR.7	0.8013	5	3	2	10	17.6	AGO.7
MAR.2	0.5839	3	5	1	9	34.21	AGO.2
MAR.3	0.5318	4	3	1	8	33.11	AGO.3
MAR.5	0.5121	3	3	3	9	32.97	AGO.5
MAR.6	0.5121	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	7	32.97	AGO.6
MAR.4	0.5088	3	3	2	8	33.08	AGO.6
MAR.1	0.0393	3	3	1	7	49.32	AGO.1

Fonte: A autora (2023).

Como *benchmark* o Cenário de Fevereiro.9 serviu de espelho para Março.9 e Fevereiro.8 pode servir de replicação para Março.8. Outro ponto observado nesse mês é que quando se possui o mesmo quantitativo de atendentes no setor Expresso os cenários que se mostraram melhores são aqueles que imputam mais pessoas contratadas no setor Caixa do que no Gov-Social.

Para o mês de abril, que também não possuiu DMUs eficientes, suas unidades possuíram *scores* melhores do que as encontradas no mês de março. Apesar disso, a mesma configuração de cenários com melhores *scores* foi observada em relação ao mês de março. Os maiores quantitativos de contratação obtiveram os melhores desempenhos. No entanto, levando em consideração a Lei municipal nº 395/2010 de Jabotão dos Guararapes, todos os cenários que possuem funcionários totais nos sistemas equivalentes a 13 e 10 pessoas se mostram atendendo a lei.

Portanto, conforme a Tabela 17, pode-se dizer que apesar do primeiro e segundo lugar está as unidades que alocaram mais atendentes no setor Caixa e Expresso, em caso de necessidade essa configuração pode ser mudada e ainda continuar com tempo de espera adequado.

Tabela 17 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Abril de 2019

DMUs	Scores	Caixa	Gov-Social	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
ABRI.9	0.9692	5	4	4	13	7.15	FEV.9
ABRI.8	0.9645	4	4	2	10	7.97	FEV.8
ABRI.10	0.8892	6	3	4	13	13.9	AGO.10
ABRI.7	0.8873	5	3	2	10	14.09	AGO.7
ABRI.3	0.7352	4	3	1	8	26.53	AGO.3
ABRI.2	0.7133	3	5	1	9	30.64	AGO.2
ABRI.5	0.6892	3	3	3	9	26.97	AGO.5
ABRI.6	0.6892	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	7	26.97	AGO.6
ABRI.4	0.6868	3	3	2	8	27.05	AGO.6
ABRI.1	0.4069	3	3	1	7	39.98	AGO.1

Fonte: A autora (2023).

As unidades que podem servir como *benchmark* para a primeira e segunda colocada do ranking são, respectivamente, Fevereiro.9 e Fevereiro.8. Que na simulação conseguiram menores tempos de atendimento com os mesmos inputs.

Em maio, que também não houve unidades eficientes, uma característica descrita na Tabela 18 se destacou, ranqueando conforme o score a melhor unidade, mas que não se mostrou ótima, foi Maio.2 com um total de duas contratações a mais do que o quadro original que se encontra na unidade. Apesar dessa DMU ter aproveitado melhor seus insumos do que os demais cenários, ela não pode ser indicada para uma possível mudança na organização. Isso porque, ela não obedece à Lei estadual nº 16.559 de janeiro de 2019 para os dias comuns, seu tempo de espera só será permitido se for em dias que antecedem e precedem feriados e finais de semana.

Para os demais dias da semana, novamente os cenários com maiores quantitativos de contratações lideram o ranking conforme Tabela 18.

Tabela 18 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Maio de 2019

DMUs	Scores	Caixa	Gov-Social	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
MAI.2	0.9873	3	5	1	9	23.08	AGO.2
MAI.8	0.9724	4	4	2	10	7.62	FEV.8
MAI.9	0.9708	5	4	4	13	7.08	FEV.9
MAI.10	0.9275	6	3	4	13	12.33	AGO.10
MAI.7	0.9270	5	3	2	10	12.47	AGO.7
MAI.3	0.9020	4	3	1	8	21.13	AGO.3
MAI.6	0.8666	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	7	20.96	AGO.6
MAI.4	0.8648	3	3	2	8	21.02	AGO.6
MAI.5	0.8648	3	3	3	9	21.02	AGO.5
MAI.1	0.8123	3	3	1	7	29.68	AGO.1

Fonte: A autora (2023).

A unidade que pode servir como *benchmark* para a segunda colocada do ranking é Fevereiro.8. Levando em consideração o tempo de espera não ultrapassar ao da legislação do estado, ainda as DMUs Maio.9, Maio.10 e Maio.7 podem ser adotadas por estarem próximas ao quantitativo 1 que se delimita a eficiência, elas possuem como *benchmark* as unidades Fevereiro.8, Agosto.10 e Agosto.7 respectivamente.

No mês de junho que não possui DMUs eficientes, apresentou um quadro semelhante aos demais meses com melhores scores agrupados nas DMUs que possuem maiores quantitativos de contratações, segundo a Tabela 19 é distribuindo esses novos colaboradores entre os setores Expresso e Caixa.

Tabela 19 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Junho de 2019

DMUs	Scores	Caixa	Gov-Social	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
JUN.10	0.9602	6	3	4	13	10.99	AGO.10
JUN.7	0.9593	5	3	2	10	11.15	AGO.7
JUN.9	0.9493	5	4	4	13	8.04	FEV.9
JUN.8	0.9490	4	4	2	10	8.65	FEV.8
JUN.5	0.9171	3	3	3	9	19.25	AGO.5
JUN.6	0.9171	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	7	19.25	AGO.6
JUN.4	0.9150	3	3	2	8	19.32	AGO.6
JUN.3	0.8671	4	3	1	8	22.26	AGO.3
JUN.2	0.8630	3	5	1	9	26.51	AGO.2
JUN.1	0.7808	3	3	1	7	30.48	AGO.1

Fonte: A autora (2023).

Como espelhos, esse mês se mostrou diferente dos demais por ter como *benchmark* o mês de agosto na liderança como Agosto.10, Agosto. 7. Outro ponto em destaque é que as unidades que possuem melhores scores não são as que possuem um menor tempo de atendimento como o mesmo quantitativo total de funcionários, como no caso de Junho.10 líder do ranking e Junho.9 em terceira posição. Essa configuração é possível porque apesar de Junho.10 ter um tempo médio maior o mesmo conseguiu aproveitar melhor sua mão de obra e atender mais pessoas, cumprindo ainda assim a determinação em lei.

Na Tabela 20 estão dispostas a configuração de eficiência encontrada em julho de 2019. Os Cenários Fevereiro.8 e Fevereiro.9 voltam a liderar no ranking das melhores unidades que servem de espelho para as DMUs mais próximas da fronteira de eficiência e novamente as DMUs com maiores índices de contratações são as que apresentam melhores resultados em um mês que não obteve nenhuma unidade eficiente.

Tabela 20 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Julho de 2019

DMUs	Scores	Caixa	Gov-Social	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
JUL.8	0.9572	4	4	2	10	8.29	FEV.8
JUL.9	0.9562	5	4	4	13	7.73	FEV.9
JUL.2	0.9478	3	5	1	9	24.17	AGO.2
JUL.10	0.9443	6	3	4	13	11.64	AGO.10
JUL.7	0.9439	5	3	2	10	11.78	AGO.7
JUL.3	0.9299	4	3	1	8	20.23	AGO.3
JUL.5	0.8746	3	3	3	9	20.69	AGO.5
JUL.6	0.8746	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	7	20.69	AGO.6
JUL.4	0.8725	3	3	2	8	20.76	AGO.6
JUL.1	0.8308	3	3	1	7	29.21	AGO.1

Fonte: A autora (2023).

A Tabela apresenta uma peculiaridade que já havia sido observada em maio, a presença do Cenário com menores quantidades de contratações em comparação com os 7,8,9 e 10, que foi o Cenário de Julho. 2 com a adição de três colaboradores a mais. Novamente igual a maio, esse cenário consegue atender de forma otimizada a previsão de demanda simulada, mas recomenda-se a não adoção da mesma devido à ultrapassagem do limite de tempo nos dias considerados normais.

O próximo mês da análise é agosto de 2019 que obteve um recorde de DMUs eficientes, dessa forma inicialmente pode-se afirmar que qualquer configuração presentes em uma das unidades eficientes podem ser adotadas.

Analisando minuciosamente as outras necessidades descritas pelo especialista consultado, têm-se que, apenas as duas primeiras demonstradas na Tabela 21 poderiam ser aceitas nos dias normais, pois não ultrapassaram o tempo médio de espera.

Tabela 21 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Agosto de 2019

DMUs	Scores	Caixa	Gov-Social	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
AGO.7	1	5	3	2	10	9.49	AGO.7
AGO.10	1	6	3	4	13	9.36	AGO.10
AGO.6	1	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	7	16.44	AGO.6
AGO.5	1	3	3	3	9	16.44	AGO.5
AGO.3	1	4	3	1	8	17.96	AGO.3
AGO.2	1	3	5	1	9	22.73	AGO.2
AGO.1	1	3	3	1	7	24.91	AGO.1
AGO.4	0.9979	3	3	2	8	16.51	AGO.6
AGO.8	0.9590	4	4	2	10	8.21	FEV.8
AGO.9	0.9564	5	4	4	13	7.72	FEV.9

Fonte: A autora (2023).

No entanto, para dias não normais, aqueles que precedem e antecedem feriados e finais de semana, as unidades Agosto.6 e Agosto.5 que possuem duas e três contratações a mais do que o cenário atual respectivamente, poderiam atender as necessidades, além de estarem bem próximas ao limite dos 15 minutos em dias normais. A recomendação é, caso não haja capacidade de contratações totais do descrito nas DMUs líderes do ranking, que seja adotado Agosto.6, haja vista que além de possuir menores quantidades de contratação em relação a Agosto.5 ela ainda não possui *slack*.

Em setembro volta-se a inexistência de DMUs eficientes, onde a análise é pautada apenas no ranqueamento dos *scores*, para tanto todos os Cenário com maiores quantitativos de contratações estão na liderança segundo a Tabela 22.

Tabela 22 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Setembro de 2019

DMUs	Scores	Caixa	Gov-Social	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
SET.10	0.9685	6	3	4	13	10.65	AGO.10
SET.7	0.9684	5	3	2	10	10.78	AGO.7
SET.8	0.9604	4	4	2	10	8.15	FEV.8
SET.9	0.9582	5	4	4	13	7.64	FEV.9
SET.3	0.9533	4	3	1	8	19.47	AGO.3
SET.2	0.8840	3	5	1	9	25.93	AGO.2
SET.5	0.8619	3	3	3	9	21.12	AGO.5
SET.6	0.8619	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	7	21.12	AGO.6
SET.4	0.8598	3	3	2	8	21.19	AGO.6
SET.1	0.7981	3	3	1	7	30.04	AGO.1

Fonte: A autora (2023).

A liderança das DMUs que servem como espelho estão presentes nas DMUs do mês de agosto, haja vista serem os únicos *benchmarks* encontrados para Cenários como o 10 e 9.

Outubro acompanha o comportamento dos meses que não possuem DMUs eficientes, com a liderança dos *scores* nas contratações que alimentam o Cenário com 13 e 10 funcionários ao total conforme Tabela 23. Mas o que o difere do mês anterior é que o mesmo desenha as DMUs que alocam mais funcionário no setor Gov-Social como as mais próximas à fronteira de eficiência.

Tabela 23 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Outubro de 2019

DMUs	Scores	Caixa	Gov-Social	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
OUT.9	0.9490	5	4	4	13	8.05	FEV.9
OUT.8	0.9465	4	4	2	10	8.76	FEV.8
OUT.3	0.9067	4	3	1	8	20.98	AGO.3
OUT.10	0.8936	6	3	4	13	13.72	AGO.10
OUT.7	0.8922	5	3	2	10	13.89	AGO.7
OUT.2	0.8699	3	5	1	9	26.32	AGO.2
OUT.6	0.7010	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	7	26.57	AGO.6
OUT.5	0.7007	3	3	3	9	26.58	AGO.5
OUT.4	0.6983	3	3	2	8	26.66	AGO.6
OUT.1	0.6494	3	3	1	7	33.82	AGO.1

Fonte: A autora (2023).

Outro ponto, é que segundo a Tabela 23 a unidade Outubro.3 com apenas duas contratações a mais se desenhou em terceiro lugar no ranking dos *scores*. No entanto, apesar do seu bom aproveitamento da quantidade de funcionários *versus* o tempo de espera, a mesma não pode ser selecionada por não se encaixar no tempo médio de espera descrito em Lei estadual, nem a municipal.

No penúltimo mês do ano observa-se segundo a Tabela 24 que o melhor Cenário é Novembro.6 como 5 atendentes no setor Caixa e 4 funcionários nos setores Gov-Social e Expresso. Essa configuração apesar de não ser eficiente se aproxima da fronteira de eficiência com *score* igual a 0.9663.

Tabela 24 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Novembro de 2019

DMUs	Scores	Caixa	Gov-Social	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
NOV.9	0.9663	5	4	4	13	7.28	FEV.9
NOV.8	0.9620	4	4	2	10	8.08	FEV.8
NOV.10	0.9036	6	3	4	13	13.31	AGO.10
NOV.7	0.9018	5	3	2	10	13.5	AGO.7
NOV.2	0.8137	3	5	1	9	27.87	AGO.2
NOV.3	0.7957	4	3	1	8	24.57	AGO.3
NOV.5	0.7550	3	3	3	9	24.74	AGO.5
NOV.6	0.7550	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	7	24.74	AGO.6
NOV.4	0.7530	3	3	2	8	24.81	AGO.6
NOV.1	0.5636	3	3	1	7	36	AGO.1

Fonte: A autora (2023).

Apercebe-se ainda na Tabela 24 que o segundo lugar está a configuração de Novembro.8 que possui um menor quadro de novas contratações e também coabita próximo à fronteira de eficiência. Apenas focando no quesito cumprimento da Lei de permanência, todas as quatro primeiras DMUs poderiam ser aplicadas.

Em dezembro, o último mês do ano de 2019, a configuração se mostrou idêntica ao mês anterior, a qual foi o de novembro. Com a DMU Dezembro. 9 liderando o ranking das unidades que apesar de não se mostrarem eficientes, estiveram próximas ao limiar da fronteira de eficiência, seguida de Dezembro.8, conforme Tabela 25.

Tabela 25 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Dezembro de 2019

DMUs	Scores	Caixa	Gov-Social	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
DEZ.9	0.9715	5	4	4	13	7.05	FEV.9
DEZ.8	0.9554	4	4	2	10	8.37	FEV.8
DEZ.10	0.7742	6	3	4	13	18.61	AGO.10
DEZ.7	0.7705	5	3	2	10	18.86	AGO.7
DEZ.2	0.7050	3	5	1	9	30.87	AGO.2
DEZ.5	0.5322	3	3	3	9	32.29	AGO.5
DEZ.6	0.5322	3	2	2 (chamando 2 pessoas cada)	7	32.29	AGO.6
DEZ.4	0.5292	3	3	2	8	32.39	AGO.6
DEZ.3	0.5207	4	3	1	8	33.47	AGO.3
DEZ.1	0.1200	3	3	1	7	47.27	AGO.1

Fonte: A autora (2023).

Apesar das duas primeiras unidades se assemelharem com o mês de novembro, sua homogeneidade se finda por aí. No que se refere as DMUs de terceiro e quarta colocação, as mesmas estão distantes da fronteira de eficiência comparadas com o mês anterior, e não atendem a Lei estadual nº 16.559 de janeiro de 2019.

Após a finalização das análises do ano de 2019, foi dado início a investigação das simulações no ano de 2020. É válido ressaltar que esse ano não contou com o setor Gov-Social, pelos motivos outrora descritos na metodologia, ademais não foi possível simular o último mês em exercício devido à escassez de informações.

5.2.2 Análise de eficiência mensal em 2020

Janeiro de 2020 se mostrou um mês com DMUs eficientes, de acordo com a Tabela 26 janeiro possui três unidades eficientes e são Janeiro.3, Janeiro.6 e Janeiro.7.

Tabela 26 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Janeiro de 2020

DMUs	Scores	Caixa	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
JAN.3	1	4	6	10	7.59	JAN.3
JAN.6	1	5	5	10	8	JAN.6
JAN.7	1	7	8	15	6.17	JAN.7
JAN.4	0.9986	4	5	9	9.15	MAR.4
JAN.2	0.9515	5	4	9	28.36	MAR.2
JAN.5	0.9426	6	4	10	28.2	JUN.5
JAN.1	0.9026	3	4	7	46.01	MAR.1

Fonte: A autora (2023).

Como três DMUs se mostraram eficientes em um único mês, a forma de ranqueá-las, foi através do tempo médio de espera, a que melhor performou com uma menor quantidade de contratações foi Janeiro.3 com uma contratação a mais no setor Caixa e quatro a mais no setor Expresso.

Para o mês de fevereiro, não foram encontradas nenhuma unidade eficiente, no entanto, todas as DMUs não ultrapassaram de 0.90 comparadas a fronteira de eficiência. Quem lidera o ranking é Fevereiro.3 que possui a mesma configuração de Janeiro.3 considerada eficiente. Conforme passível de visualização na Tabela 27.

Tabela 27 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Fevereiro de 2020

DMUs	Scores	Caixa	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
FEV.3	0.9959	4	6	10	8.52	JAN.3
FEV.7	0.9953	7	8	15	7.24	JAN.7
FEV.6	0.9942	5	5	10	9.31	JAN.6
FEV.4	0.9934	4	5	9	10.31	MAR.4
FEV.2	0.9464	5	4	9	29.45	MAR.2
FEV.5	0.9375	6	4	10	29.3	JUN.5
FEV.1	0.9098	3	4	7	44.52	MAR.1

Fonte: A autora (2023).

Uma característica de nota, é que desconsiderando o ranqueamento dos *scores*, apenas três dos sete Cenários não poderiam ser utilizados por ultrapassar o limite temporal de espera perante a Lei municipal de permanência. O que inclui inclusive cenários com menor quantitativo de novas contratações, como no caso Fevereiro.4 que tem um *score* de 0.9934 indicando que está próximo à fronteira de eficiência e necessita de contratar cinco pessoas a mais frente às seis da líder do ranking.

No mês de março houve os primeiros indícios de que uma contaminação humana em massa afetaria não só o país de origem do vírus, mas sim todo o globo. No entanto, apesar do receio, ainda não se tinha uma real mensuração dos impactos econômicos. Diante dos dados originais, as simulações plotadas foram as descritas na Tabela 28.

Foi encontrado no mês, três DMUs eficientes, sendo elas Março.4, Março.1 e Março.2, no entanto, percebe se claramente que apesar de terem utilizado de forma otimizada seus insumos, a configuração de Março.1 e Março.2 não conseguem ser aplicadas em dias normais nas agências do estado devido à Lei de permanência. Assim, a DMU indicada para esse mês é Março.4 que possui um total de 9 funcionários, sendo uma contratação a mais para o setor Caixa e quatro a mais para o setor Expresso.

Tabela 28 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Março de 2020

DMUs	Scores	Caixa	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
MAR.4	1	4	5	9	8.43	MAR.4
MAR.1	1	3	4	7	25.69	MAR.1
MAR.2	1	5	4	9	17.85	MAR.2
MAR.6	0.9986	5	5	10	8.83	JAN.6
MAR.3	0.9963	4	6	10	17.76	JAN.3
MAR.7	0.9929	7	8	15	8.32	JAN.7
MAR.5	0.9903	6	4	10	7.79	JUN.5

Fonte: A autora (2023).

Deixando de lado as DMUs eficientes, as quatro unidades que não foram eficientes, chegaram próximos disso, pois nenhuma delas obteve *scores* inferior a 0.99. Inclusive Março.6 conseguiu desenvolver atendimentos em menos tempo médio de esperar do que os eficientes Março.1 e Março.2.

Esse fenômeno pode ser explicado porque ela possui um número de contratações a mais que as duas que se mostraram eficientes. Com essa constatação pode-se afirmar que, mesmo otimizando as atividades, o quantitativo de atendente é inferior à demanda, e novas contratações são a única via de solução (CASCON; RARITÀ; TRAPEL, 2014).

Para abril de 2020 a Tabela 29 demonstra que nenhuma DMU foi eficiente, e ainda confirmou a afirmação realizada no mês anterior, de que mesmo otimizando as atividades e mão de obra, se não houver novas contratações a agência não conseguirá atender aos requisitos da Lei estadual n.º 16.559. Mediante a visualização dos Cenários Abril.1 e Abril.2 que apesar de se mostrarem com melhores scores tem valores de tempo de espera aquém da Lei.

Tabela 29 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Abril de 2020

DMUs	Scores	Caixa	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
ABR.1	0.9892	3	4	7	27.94	MAR.1
ABR.2	0.9867	5	4	9	20.72	MAR.2
ABR.4	0.9851	4	5	9	11.77	MAR.4
ABR.6	0.9840	5	5	10	12.2	JAN.6
ABR.3	0.9816	4	6	10	20.62	JAN.3
ABR.7	0.9786	7	8	15	11.63	JAN.7
ABR.5	0.9772	6	4	10	11.05	JUN.5

Fonte: A autora (2023).

Dessa forma, tem-se que a melhor escolha para esse mês é a DMU Abril.4 que possui um total de 9 funcionários em sistema, com um tempo médio de espera inferior a 15 minutos e com *score* de 0.9851, para que essa DMU atinja sua eficiência recomenda-se utilizar o *benchmark* Março.4.

Retomando aos apanhados históricos e textos jornalísticos (TEIXEIRA, 2020; G1, 2020) os primeiros pagamentos referentes ao Auxílio Emergencial se deram na segunda quinzena do mês de abril. O primeiro mês completo em que houve o pagamento desses auxílios foi o mês de maio, de modo que a simulação dessa situação se deu da forma como a descrita na Tabela 30.

Tabela 30 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Maio de 2020

DMUs	Scores	Caixa	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
MAI.7	0.9830	7	8	15	10.04	JAN.7
MAI.3	0.9407	4	6	10	21.03	JAN.3
MAI.6	0.9199	5	5	10	26.13	JAN.6
MAI.2	0.8878	5	4	9	42.13	MAR.2
MAI.4	0.8862	4	5	9	34.49	MAR.4
MAI.5	0.8822	6	4	10	41.41	JUN.5
MAI.1	0.7530	3	4	7	77.23	MAR.1

Fonte: A autora (2023).

Nota-se que não houve nenhuma unidade eficiente nesse mês e que, em conformidade com a Lei estadual, apenas a DMU Maio.7 que lidera o ranking dos *scores* pode ser utilizada, claro que, obtendo a análise de melhoria como o seu *benchmark* Janeiro.7. Essa unidade conta com as contratações máximas possíveis descritas pelo especialista.

No mês seguinte, em junho de 2020, houve uma DMU que se mostrou eficiente e esta foi Junho.5, com 10 colaboradores e possuindo uma distribuição de seis funcionários no setor Caixa e 4 no Expresso. Apesar de se encontrar na linha da eficiência, a unidade em questão ultrapassa um minuto e quatro segundos dos 15 minutos de dias normais de uma agência em Pernambuco. Conforme Tabela 31.

Tabela 31 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Junho de 2020

DMUs	Scores	Caixa	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
JUN.5	1	6	4	10	15.64	JUN.5
JUN.7	0.9692	7	8	15	13.19	JAN.7
JUN.3	0.9645	4	6	10	15.64	JAN.3
JUN.6	0.9513	5	5	10	19.02	JAN.6
JUN.4	0.9465	4	5	9	20.89	MAR.4
JUN.2	0.8657	5	4	9	46.93	MAR.2
JUN.1	0.8399	3	4	7	59.09	MAR.1

Fonte: A autora (2023).

Há de se considerar que, como as unidades bancárias da Caixa Econômica estavam em seu auge de grandes filas, em um espectro que vai muito além do normal. Ultrapassar apenas um minuto e 4 segundo do limite de tempo não é algo que imputa em rejeição a DMU eficiente — nessas condições. No entanto, a DMU Junho. 7 que não se mostrou eficiente, obteve um número menor de tempo médio de espera em sistema e que o designa como o único do conjunto que está dentro da Lei estadual de tempo de espera na agência.

A partir do mês de julho, observa-se o fenômeno de que os únicos quantitativos de funcionário líderes de ranking são os de 15 colaboradores em sistema. Ressalta-se ainda que no

que se refere ao ano de 2020 apenas dois setores estão sendo analisados, ou seja, são 15 servidores divididos entre os dois setores.

Mais especificamente em julho, ao simular com o máximo de servidores, tem-se um *score* de eficiência de 0.9646 e o tempo médio de espera em 14 minutos conforme Tabela 32.

Tabela 32 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Julho de 2020

DMUs	Scores	Caixa	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
JUL.7	0.9646	7	8	15	14.24	JAN.7
JUL.3	0.8976	4	6	10	30.82	JAN.3
JUL.6	0.7946	5	5	10	54.5	JAN.6
JUL.4	0.7769	4	5	9	59.15	MAR.4
JUL.2	0.7126	5	4	9	80.07	MAR.2
JUL.5	0.7125	6	4	10	78.51	JUN.5
JUL.1	0.6633	3	4	7	95.95	MAR.1

Fonte: A autora (2023).

Nenhuma outra DMU após o Cenário de Julho.7 atende as normativas, nem ao menos nos dias não normais, que possui um tempo de espera de 30 minutos. A unidade mais próxima desse valor é Julho.3 com a existência de 10 colaboradores em sistema, sendo sua maioria distribuída no setor Expresso, mas mesmo assim a DMU ultrapassa o tempo em 1,22 minutos.

Outra característica visualizada a partir do mês de agosto é que, não importa a configuração estabelecida e simulada, não há como o máximo de colaboradores no sistema atenderem a demanda nas agências e a mesmo tempo obedecer ao tempo de permanência estabelecido em Lei.

Na Tabela 33 visualiza-se bem essa afirmação. A DMU que lidera o ranking possui um *score* de 0.6336, uma queda brusca frente aos outros meses vistos até então. A resposta a esse *score* baixo é clara, o tempo de espera em sistema ultrapassa em mais de quatro vezes o limite de tempo de 15 minutos descritos na legislação.

Tabela 33 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Agosto de 2020

DMUs	Scores	Caixa	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
AGO.7	0.6336	7	8	15	89.78	JAN.7
AGO.3	0.4409	4	6	10	134.37	JAN.3
AGO.5	0.4150	6	4	10	143.59	JUN.5
AGO.6	0.4054	5	5	10	142.58	JAN.6
AGO.4	0.3775	4	5	9	149.22	MAR.4
AGO.2	0.3713	5	4	9	153.95	MAR.2
AGO.1	0.3127	3	4	7	169.09	MAR.1

Fonte: A autora (2023).

O *benchmark* descrito pelo modelo que pode servir como espelho para o Cenário Agosto.7 é Janeiro.7. Mas observando o contexto histórico, isto está aquém das possibilidades

humanas dos colaboradores de otimizar seu trabalho. Outro adendo a ser feito, para entender as nuances desse desequilíbrio temporal, é que além dos pagamentos do Auxílio Emergencial, agosto foi o primeiro mês inteiro que foi liberado os saques ao FGTS. O governo federal, utilizou-se desse recurso como mais uma arma contra a insolvência financeira das famílias brasileiras frente ao avanço do vírus.

Dos meses subsequentes o apenas setembro escapa desse descontrole do tempo de espera, apesar de não possuir DMU eficiente a unidade que lidera o ranking é Setembro. 7 com 15 servidores distribuídos em 7 no setor Caixa e 8 no setor Expresso, conforme Tabela 34.

Tabela 34 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Setembro de 2020

DMUs	Scores	Caixa	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
SET.7	0.9625	7	8	15	14.72	JAN.7
SET.3	0.9065	4	6	10	28.78	JAN.3
SET.6	0.8008	5	5	10	53.08	JAN.6
SET.4	0.7836	4	5	9	57.64	MAR.4
SET.5	0.7155	6	4	10	77.87	JUN.5
SET.2	0.7139	5	4	9	79.78	MAR.2
SET.1	0.6686	3	4	7	94.84	MAR.1

Fonte: A autora (2023).

Outra perspectiva identificada é que para dias normais essa foi a única configuração válida que atende os requisitos da Lei estadual n.º 16.559. Talvez, uma explicação válida para esse fenômeno, um mês levemente típico no meio de vários meses atípicos, é que ao final de agosto e início de setembro foram realizados os últimos pagamentos do Auxílio Emergencial. Voltando ao movimento um pouco ‘normal’ da agência após o dia 15 de setembro.

No entanto, observando ainda que as famílias brasileiras carecem de ajuda financeira para o enfrentamento das consequências do Covid-19 e dos lockdowns com a finalidade de diminuir a propagação do SARS-CoV-2, foi decidido em lei sob a Medida Provisória n.º 1.000, de 2 de setembro de 2020, que houvesse a manutenção até o final do ano do Auxílio Emergencial. Mas desta feita, o valor seria reduzido (BRASIL, 2020b).

Novamente, uma onda de pessoas volta as agências em busca dos valores, e essa debandada é claramente observada nas Tabelas 35 e 36. Onde nem mesmo colocando o máximo de novas contratações possível descrita pelo especialista, consegue fazer como que se atenda nem ao menos o tempo de espera em dia não normais que é de 30 minutos.

No mês de outubro a DMU Outubro.7 com 15 servidores lidera o ranking, mas essa liderança se dá para efeitos de comparação com as demais DMUS de seu grupo. Pois ela se

encontra muito longe da fronteira de eficiência, com seu *score* imputado em 0.0835, conforme Tabela 35.

Tabela 35 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Outubro de 2020

DMUs	Scores	Caixa	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
OUT.7	0.0835	7	8	15	215.29	JAN.7
OUT.3	0.0509	4	6	10	222.8	JAN.3
OUT.6	0.0380	5	5	10	225.73	JAN.6
OUT.4	0.0361	4	5	9	226.2	MAR.4
OUT.5	0.0289	6	4	10	228.02	JUN.5
OUT.2	0.0250	5	4	9	228.92	MAR.2
OUT.1	0.0209	3	4	7	229.98	MAR.1

Fonte: A autora (2023).

A DMU é descrita como espelho para Outubro. 7 é Janeiro.7, mas novamente pontua-se que esse *benchmark* pode sim ser levado em consideração para melhorias, mas deve-se atentar que realidades distintas existiam entre esses dois meses.

O último mês desenvolvido nesta pesquisa foi novembro de 2020 pelos motivos já apresentados na metodologia. O mesmo acompanha as características do mês anterior, quando as capacidades máximas de colaboradores não são suficientes para atender toda a demanda, mesmo que todos os insumos sejam utilizados de forma otimizadas.

A Tabela 36 demonstra bem esse acontecimento, com a DMU Novembro.7 liderando o ranking apenas para efeitos de comparação com as demais unidades, isso porque seus *score* não chegam nem a 1% próximo à fronteira de eficiência.

Tabela 36 – Ranking das DMUs por ordem de melhor *score* de Novembro de 2020

DMUs	Scores	Caixa	Expresso	Total de funcionários	Tempo Médio	Benchmark
NOV.7	0.0383	7	8	15	225.6	JAN.7
NOV.3	0.0175	4	6	10	230.37	JAN.3
NOV.5	0.0165	6	4	10	230.74	JUN.5
NOV.6	0.0150	5	5	10	230.94	JAN.6
NOV.4	0.0114	4	5	9	231.77	MAR.4
NOV.2	0.0108	5	4	9	232	MAR.2
NOV.1	0.0048	3	4	7	233.34	MAR.1

Fonte: A autora (2023).

Esses últimos dois meses simulados indicam em números a realidade relatada pelos funcionários, de sobrecarga até mesmos dos sistemas computacionais da unidade, atrelado a isso o medo de contaminação e o receio de colocar os familiares em risco eram constantes. Apesar de não ser o objetivo inicial, a realidade sentida e descrita pelos funcionários agora por meio desse estudo foi descrita em números.

6 RESUMO ANÁLITICO

Com base nos resultados obtidos e descritos no capítulo anterior, uma avaliação das 120 DMUs pertencentes ao primeiro grupo revelou que apenas 9 delas demonstraram eficiência. No entanto, é digno de nota que somente 8 dessas DMUs eficientes foram levadas em consideração em uma etapa subsequente da análise. A razão para excluir a nona DMU eficiente, conhecida como "Agosto.5", foi sua folga de 2, um indicador que sinaliza que essa unidade já estava substancialmente distante da fronteira de eficiência, possivelmente tornando-a menos relevante ou representativa no contexto da tomada de decisão.

Dentro do mesmo grupo, uma observação importante surgiu quando as DMUs eficientes foram retiradas da equação. A média dos escores das unidades que não conseguiram atingir a fronteira de eficiência se estabeleceu em 0,81417720. Isso implica que essas unidades que ainda não alcançaram a eficiência têm, em média, um caminho significativo a percorrer para se aproximarem da meta estabelecida de alto desempenho.

Esses resultados fornecem informações valiosas para orientar estratégias de melhoria e alocação de recursos, já que indicam quais DMUs são eficientes e, igualmente importante, quais têm potencial para melhorias significativas em seu desempenho. Portanto, essa análise oferece uma base sólida para a tomada de decisões informadas e a busca por otimização dentro desse conjunto de DMUs do primeiro grupo.

pós a identificação das DMUs eficientes dentro do grupo, uma análise detalhada mês a mês foi conduzida para entender como cada uma delas se comporta. Para realizar essa investigação, foram adotadas algumas medidas arbitrárias com o objetivo de selecionar o melhor cenário para cada mês. O processo de seleção levou em consideração vários critérios para garantir que a escolha fosse a mais adequada para cada situação.

Primeiramente, a DMU selecionada para um determinado mês deveria ter o maior *score* dentro do seu grupo, demonstrando um desempenho excepcional. Em seguida, verificou-se se essa DMU atendia aos requisitos de tempo de espera estabelecidos pela Lei municipal n.º 395/2010. Se a resposta fosse afirmativa, a próxima prioridade era dada à unidade que tivesse o menor número de contratações.

Os resultados da análise apontaram que, em 2019, as configurações de 10 e 13 funcionários totais no sistema seriam mais adequadas para o andamento organizacional, embora, demais meses possuíssem esse layout, apenas Fevereiro.8 e Fevereiro.9 conseguiram obter resultados ótimos e liderar a quantidade de indicações como *benchmark* para os demais cenários, suas características podem ser novamente consultadas na Tabela 37.

Tabela 37 – Cenários eficientes mais utilizados como *benchmark* em 2019

DMUs	Caixa	Gov-Social	Expresso	Total de novas contratações	Total de funcionários	Tempo Médio	Quantidade possível de ser atendida
FEV.8	4	4	2	4	10	6.41 min	17523
FEV.9	5	4	4	7	13	5.78 min	17544

Fonte: A autora (2023).

Em relação ao ano de 2020, uma análise mais profunda foi conduzida, abrangendo um total de 77 DMUs. Dessas, apenas 7 demonstraram eficiência e estavam distribuídas nos meses de janeiro, março e junho. Todas essas DMUs eficientes foram consideradas, uma vez que não possuíam slack, ou seja, estavam operando na fronteira de eficiência. Para as demais DMUs que não atingiram a eficiência, foi realizada uma análise semelhante a feita em 2019, mês a mês, com o propósito de compreender as sazonalidades de cada mês e as nuances decorrentes dos desafios enfrentados durante a pandemia de COVID-19 nesta agência.

Foi observado que o *benchmark* mais citado como referência para as DMUs não eficientes líderes do ranking foi Janeiro.7, que possui a quantidade máxima possível de contratações conforme Tabela 38.

Tabela 38 – Cenários eficientes mais utilizados como *benchmark* em 2020

DMUs	Caixa	Expresso	Total de novas contratações	Total de funcionários	Tempo	Quantidade possível de ser atendida
JAN.7	7	8	9	13	6.17 min	15070
JAN.3	4	6	6	10	7.59 min	15026

Fonte: A autora (2023).

A segunda DMU que mais serviu de referência para as líderes do ranking foi Janeiro.3, que contava com um total de 10 contratações. No que diz respeito aos resultados, a média dos *scores* das unidades não eficientes em 2020 foi de 0.680652857. Isso indica que essas unidades, em média, ficaram mais distantes da linha de eficiência em comparação com o ano de 2019, sugerindo um desafio adicional em termos de desempenho.

Outro aspecto notável em 2020 foi que, nos meses de agosto, outubro e novembro, mesmo com a maior capacidade possível de inclusão de novos funcionários e um trabalho otimizado, não seria possível atender aos requisitos legais de tempo de espera. Isso aponta para um desarranjo em toda a estrutura de filas, causado pela conjunção de eventos simultâneos, como o início dos pagamentos ao FGTS, o término do primeiro período de pagamento dos Auxílios Emergenciais, novas avaliações de poder de compra dos beneficiários do primeiro conjunto de pagamentos do Auxílio Emergencial, e a admissão daqueles que receberam a segunda parcela do auxílio e o seu cancelamento.

Essas análises detalhadas por mês e a consideração de vários critérios de seleção de cenários permitem uma abordagem estratégica para otimizar a configuração de funcionários e recursos ao longo do tempo, visando melhorar o desempenho e a eficiência das DMUs em diferentes momentos e situações.

Além disso, foi possível realizar algumas afirmações para auxiliar no desenvolvimento e otimização dessa agência, onde a primeira foi: o setor Expresso possui maior necessidade de contratações; uma das conclusões principais é que o setor Expresso emergiu como a área que mais carece de novas contratações quando comparado aos demais setores, abrangendo os dados de ambos os anos em análise. Isso sugere que a alocação de recursos adicionais no setor Expresso pode ser uma prioridade para melhorar o desempenho geral.

Segundo, as restrições nos tempos de espera em 2019; no ano de 2019, observou-se que seis das DMUs consideradas eficientes não conseguiram atender aos valores médios de tempo de espera inferiores a 15 minutos. Isso levou à exclusão dessas DMUs como candidatas a *benchmark*, resultando em apenas 4 DMUs adequadas para essa finalidade, com configurações de funcionários de 13 e 10, correspondendo ao primeiro e segundo colocado em ordem decrescente de novas contratações.

Terceiro, limitações nas DMUs eficientes de 2020; no que diz respeito a 2020, foi identificado que três das sete DMUs eficientes não podem ser consideradas como referências devido à extrapolação do tempo de espera de 15 minutos. Isso indica que mesmo as DMUs eficientes em outros aspectos podem não atender aos requisitos de tempo de espera, o que limita seu potencial como modelos de *benchmark*.

Quarto, desempenho relacionado à quantidade de atendentes; de maneira consistente, as DMUs que apresentaram maiores quantidades de atendentes tiveram um desempenho superior. Esse achado sugere que a alocação de recursos adicionais, quando possível, tende a melhorar o desempenho.

Quinto, configuração recomendada com 6 funcionários; quando se considera a contratação de 6 funcionários para distribuição entre os setores Caixa e Expresso, a recomendação é alocar um a mais no Caixa e os demais no Expresso. Isso pode resultar em uma melhoria do desempenho, mas é importante notar que essa configuração pode não ser ideal em situações de alta demanda, como observado nos meses de agosto, outubro e novembro de 2020.

Essas afirmações fornecem uma visão geral das descobertas da análise, destacando os desafios e as oportunidades para otimizar a alocação de recursos e melhorar o desempenho das DMUs ao longo de 2019 e 2020, e servem de modelo para os demais anos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conformidade com Cascone, Rarità e Trapel (2014) quando outras ações como diminuir ações não valoradas ou o remanejamento de funcionários, ou até mesmo mudanças no layout em sistema não surtem mais efeitos, a contratação de novos funcionários deve ser considerada. Principalmente quando a unidade se caracteriza por uma demanda expressiva que por conta da distância e meios de locomoção precários não estão disponíveis para a utilização de métodos como os estudados por Wang, Qian, Cao (2010), onde o QuickPass permitiria que o cliente voltasse em um horário mais adequado.

Portanto, ponderando que essas contratações devem ser concretizadas só após a realização de uma análise com a finalidade de identificar quais atividades necessitam de maior aporte de servidores. O estudo realizado teve como objetivo diagnosticar os melhores cenários tanto em 2019, período antes da Pandemia, quanto em 2020 em plenos picos de pandemia. Ao final desse diagnóstico foi possível plotar cenários que possibilitassem simular a mesma realidade, mas com adição de funcionários de diferentes formas para obter a percepção de quais setores necessitam de uma maior atenção.

Para a delimitação de quais setores da agência entrariam no estudo foi designado um especialista da organização que se tratava de um funcionário com mais de 10 anos de instituição. O mesmo descreveu que os setores mais utilizados para o atendimento a produtos sociais administrados e pagos pela Caixa Econômica Federal, são os setores, Caixa, Gov-Social e Expresso. E a quantidade de servidores máximos por ele indicada na totalidade, posteriormente, serviu para que fossem realizados os agrupamentos arbitrários cominando na utilização destes como *inputs* para a elaboração do método DEA do modelo FDH. Para os *outputs* foram utilizados a quantidade de tempo de espera para cada cenário calculado com o auxílio de simulações com base nos dados repassados pela agência.

Foi realizado ainda uma divisão arbitrária de dois conjuntos de dados ou *clusters*, sendo o primeiro do ano de 2019 e segundo grupo as DMUs do grupo de 2020, tal divisão foi importante para avaliar os impactos econômicos de uma população que passou por uma pandemia pode causar. Com essa divisão, o total de 197 cenários plotados foi segregado em: 120 pertencentes ao ano de 2019 e 77 pertencentes ao ano de 2020, que por sua vez está em conformidade com a Regra de Ouro (Golden Rule).

Por conta da demanda exponencial advinda de pessoas em busca do auxílio emergencial, por vezes não houve a computação das pessoas que entraram em sistema, o que dificultou a contabilização para a realização das simulações no mês de dezembro de 2020. Assim, esse mês

não entro na análise, ademais pelos mesmos motivos a insuficiência de dados completos, a mensuração do setor Gov-Social não foi possível de ser realizada também no ano de 2020.

Para a simulação agregada de eventos foi utilizada os cálculos de teoria das filas, onde para fins de facilitação dos cálculos foi ignorada a fila para pegar a senha para o direcionamento ao setor específico de atendimento. Tal manejo se deu porque, segundo o especialista, nessa fila havia pouca ou nenhuma espera. Por conseguinte, calculou-se que a probabilidade de chegadas dos três setores era igual a um. Com isso foi viável calcular os tempos de atendimento, e a quantidade de pessoas possíveis de serem atendidas para cada tipo de cenário em cada mês, no ano de 2019. Em 2019 o máximo de factível de a serem atendidas foi em torno de 5 mil pessoas, enquanto em 2020 foi de mais de 17 mil pessoas, esse resultado foi apresentado pela simulação levando em conta a realidade de desequilíbrio, entre 2019 e 2020.

Outro ponto é que no ano de 2019 a perspectiva foi de que o setor Gov-Social passa mais tempo em atendimento com a entidade e que o setor Expresso consegue atender o maior quantitativo de pessoas. No ano de 2020, a projeção para o setor Expresso também continua sendo o setor que mais recebe entidades, mas em relação ao tempo que a entidade passa em atendimento ambos os setores, tanto Caixa quanto Expresso se mostraram com tempos parecidos.

Passando os dados das 197 DMUs simuladas do método de teoria das filas para o método de Análise Envoltória de Dados, foi inicialmente testado a hipótese nula em ambos os modelos e a mesma foi descartada, permitindo a utilização do FDH. Com os resultados em mãos definiu-se que das 120 DMUs do primeiro grupo apenas 9 delas se mostraram eficientes, no entanto, foram consideradas apenas 8 delas, isso porque uma das DMUs Agosto.5 possui folga de 2. Nesse mesmo grupo constatou-se que retirando as DMUs eficientes, as demais unidades precisavam em média de uma melhoria de 19% para atingir a fronteira de eficiência.

Após a descoberta das DMUs eficientes do grupo, foi realizada uma análise detalhada mês a mês de como se comportam, para a execução desta investigação foram tomadas algumas medidas arbitrárias para eleger o melhor cenário para cada mês. A primeira é que ela precisaria ter o maior *score* de seu grupo, depois foi verificado se essa DMU atendia aos requisitos de tempo de espera previstos em Lei estadual n.º 16.559 e a municipal Lei n.º 395/2010. Caso a resposta fosse afirmativa, a próxima prioridade seria a unidade que possuísse o menor número de contratações.

O estudo apontou que em 2019 os totais de 10 e de 13 funcionários totais em sistema seriam melhores para o andamento organizacional. A configuração que mais se mostrou presente na liderança do ranking foi o Cenário com 5 funcionários no setor Caixa — dois a mais

do que já se possui; 4 funcionários no setor Gov-Social — dois a mais do que já se possui e 4 servidores no setor Expresso — três a mais do que já se possui. Permitindo que apesar do Cenário Agosto.6 possuir mais unidades que a podem utilizar de *benchmark*, mas foi Fevereiro.9 que serviu de espelho para mais unidades líderes de ranking seguido de Fevereiro .8.

No que se refere a 2020, das 77 DMUs analisadas, apenas 7 se mostraram eficientes e estão distribuídas entre o mês de janeiro, março e junho. Todas elas foram consideradas, pois não possuíam *slack*. Para as demais DMUs foi realizado o mesmo ranqueamento mensal feito em 2019 com a finalidade de entender as sazonalidades de cada mês e as nuances que o enfrentamento à COVID-19 provocou nesta agência.

Percebeu-se que o *benchmark* mais citado como espelho para as DMUs não eficientes líderes do ranking foi Janeiro.7 que possui a quantidade limite de possibilidade de contratações, as quais são distribuídas sete servidores no setor Caixa e oito no setor Expresso. A segunda DMU que mais serviu de espelho para as líderes de ranking foi Janeiro.3 que conta com um total de 10 contratações.

A média dos *scores* das unidades não eficientes do ano de 2020 a caracteriza como mais longe da fronteira de eficiência do que no ano de 2019, quando ela precisa de melhorar em cerca de 32%. Outra característica encontrada no ano de 2020 é que os meses de agosto, outubro e novembro, nem com as maiores capacidades possíveis de inclusão de novos funcionários e os mesmos trabalhando de forma otimizada, se conseguiria atender aos requisitos legais de tempo de espera.

Denotando um desarranjo em toda a estrutura de filas. Esse fenômeno se deu com a junção de eventos simultâneos que fora: do início dos pagamentos ao FGTS; fim do primeiro período de tempo de pagamento dos Auxílios Emergências; novas avaliações de poder de compra dos beneficiários do primeiro conjunto de pagamentos do Auxílio Emergencial; e admissão daqueles que receberam a segunda eleva do auxílio e apagamento do mesmo.

Ao final de toda a análise pode-se realizar algumas afirmações, são elas: o setor Expresso é o que mais carece de novas contratações em comparação aos demais, no que se refere aos dois anos. De forma geral, o quadro de eficientes do ano de 2019, seis das consideradas eficientes, não devem ser consideradas por não conseguir os valores de tempo médio de espera inferiores a 15 minutos. Com isso fica apenas 4 DMUs passíveis de utilização como *benchmark* e elas correspondem a quantidades de funcionários de 13 e de 10 em sua totalidade, que se designa ao primeiro e segundo colocado em ordem decrescente de novas contratações.

No que diz respeito a 2020, três das sete DMUs eficientes também não podem ser passíveis de espelho para as demais por extrapolarem o tempo de espera de 15 minutos. Novamente as DMUs que apresentaram maiores quantidades de atendentes são as que melhor performaram, e que quando houver a contratação de 6 funcionários para distribuir entre os setores Caixa e Expresso a melhor configuração é que se apresentem um a mais no Caixa e os demais sejam enviados para o Expresso. Apesar dessa recomendação, constatou-se que se houver uma demanda conforme vista nos meses de agosto, outubro e novembro, não de ficar cientes que o modelo não conseguiu plotar uma configuração ideal mesmo com 15 funcionários somados em ambos os sistemas.

Para potencializar ainda mais o avanço dessa organização, sugere-se que, em empreendimentos futuros, a mesma análise já estudada seja realizada diariamente. Isso fornecerá informações sobre as sazonalidades mensais, como o especialista mencionou. Notadamente, há um maior fluxo de pessoas nas agências no início e no final de cada mês. A adoção desse método oferecerá uma compreensão mais abrangente e precisa dos padrões flutuantes, auxiliando, em última análise, no aprimoramento contínuo do gerenciamento de recursos e da eficiência organizacional, além de ser possível um remanejamento dos novos funcionários contratados durante o mês.

Esse tipo de investigação permitirá uma maior clareza para um controle mais adequado. Também permite conhecer intrinsecamente cada unidade, para a agência trabalhar de forma otimizada em cima dos dados que são repassados, para a realização de uma boa gestão pautada em metas e em busca de uma melhor otimização de suas filas.

REFERÊNCIAS

ABENSUR, E. O.; FISCHMANN, A. A.; BRUNSTEIN, I.; HO, L. L. Tendências para o auto-atendimento bancário brasileiro: um enfoque estratégico baseado na teoria das filas. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 4, p. 39-59, 2003.

ADAMS, A. A. **The Caixa Econômica: A social and economic history of popular banking in Rio de Janeiro, 1821–1929**. Harvard University, 2006.

ANDOZIA, F. De L. **Passaram a mão na minha poupança: um estudo sobre o impacto do Plano Collor no cotidiano da população brasileira urbana em 1990**. 2019. Dissertação (Mestrado em História Econômica) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciência, Departamento de História, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8137/tde-04092019-155409/>. Acesso em: 14 mar. 2023.

ANGOTTI, M.; LOURENÇO, R. L.; SÁ, C. M. de; FERREIRA, A. C. de S. Garimpo de ouro, seus impactos socioambientais e políticas públicas: caso de ensino baseado no filme “Serra Pelada”. In: **CONGRESSO ANPCONT**, X. p. 1-19. jun.2016.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: citações em referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2018.

BCB. Diretoria de Regulação. Circular nº3.991, de 19 de março de 2020. Dispõe sobre o horário de atendimento ao público nas dependências das instituições financeiras e demais instituições autorizadas a funcionar pelo Banco central do Brasil enquanto perdurar a situação de risco à saúde pública decorrente do novo Coronavírus (COVID-19). **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, s. 1, n.56, p.91, 23 mar. 2020a. Disponível em:https://normativos.bcb.gov.br/Lists/Normativos/Attachments/50945/Circ_3991_v1_O.pdf. Acessado em: 18 mar. 2023.

BCB. Presidente do Banco Central do Brasil. Resolução CMN nº 4.880 de 23 de dezembro de 2020. Dispõe sobre o horário de atendimento ao público nas dependências das instituições autorizadas a funcionar pelo Banco Central do Brasil, bem como sobre os dias úteis para fins de operação praticas no mercado financeiro. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, s. 1, p.99-100, 24 dez. 2020b. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CMN&numero=4880>. Acesso em: 18 mar. 2023.

BCB. **O que é banco (instituição financeira)**. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/bancoscaixaseconomicas>. Acesso em: 17 de dez. 2022.

BCB. **Direitos e deveres dos consumidores financeiros**. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/cidadaniafinanceira/direitosdeveres>. Acesso em: 17 de mar. 2023.

BANKER, R. D.; CHARNES, A; COOPER, W. W. An Introduction to Data Envelopment Analysis with Some of its Models and Their Uses. **Research in Governmental and Non-Profit Accounting**, v. 5, p. 125-163, 1989.

BARENHOLZ, D.; MONTALI, M.; POLYVYANY, A.; REIJERS, H. A.; RIVKIN, A.; VAN DER WERF, J. M. E. On the Reconstructability and Rediscoverability of Typed Jackson Nets (Extended Version). **arXiv preprint arXiv:2303.10039**, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2303.10039.pdf>. Acesso em 19.abr.2023

BASTANI, M.; JAHAN, A. Integration of Taguchi-simulation method for improving banking services. **Sustainable Operations and Computers**, v. 2, p. 107-114, 2021.

BDE. Base de Dados do Estado. Governo do Estado de Pernambuco. **População residente por sexo, segundo os bairros**. Disponível em: http://www.bde.pe.gov.br/visualizacao/Visualizacao_formato2.aspx?CodInformacao=1167&Cod=3. Acesso em: 8 nov. 2022.

BEHR, P.; SCHMIDT, R. H. The German banking system: Characteristics and challenges. SAFE White Paper, Goethe University Frankfurt, **SAFE- Sustainable Architecture for Finance in Europe**, Frankfurt a. M. n.32. 2015.

BERNARDO, J. da S. O FIM “MELANCÓLICO” DA “REPÚBLICA DO CAFÉ COM LEITE” (1922-1930). **Das Amazônias**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 17–30, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufac.br/index.php/amazonicas/article/view/3065>. Acesso em: 2 fev. 2023.

BEZERRA, L. M.; ARAÚJO, V. L. de; MATTOS, F. A. M. de. Para além das reformas monetárias: contribuições ao debate sobre a crise do encilhamento. **Geosul**, ISSN 0103-3964, v. 35, n. 75, p. 69-97, 2020.

BLANCO-OLIVER, A. Banking reforms and bank efficiency: Evidence for the collapse of Spanish savings banks. **International review of economics & finance**, v. 74, p. 334-347, jul. 2021.

BLOCH, A. Multi-Server Queues. In: BAIOCCHI, A. **Network Traffic Engineering: Stochastic Models and Applications**. John Wiley & Sons, 2020. p.199- 264.

BRAICK, P.R.; MOTA, M. B. **História das Cavernas ao terceiro Milênio**. 4.ed – São Paulo: Moderna, 2012. v. único, 2012.

BRASIL. Lei n.º 1.083, de 22 de agosto de 1860. Contendo providencias sobre os Bancos de emissão, meio circulante e diversas Companhias e Sociedades. **Livro das Cartas de Leis e Decretos do Poder Legislativo**: fl. 58, Rio de Janeiro, 25 ago.1960. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lim/lim1083.htm#:~:text=LEI%20N%201.083%20C%20DE%2022%20DE%20AGOSTO%20DE%201860.&text=Contendo%20providencias%20sobre%20os%20Bancos,e%20diversas%20Companhias%20e%20Sociedades. Acesso em: 15 jan.2023.

BRASIL. Decreto n.º 2.723, de 12 de janeiro de 1861. Autorisa a criação de uma Caixa Economica e um Monte de Socorro nesta Côrte, e approva os respectivos Regulamentos. Coleção de Leis do Império do Brasil - 1861, p. 11 Vol. 1 (Publicação Original). **Câmara dos Deputados**: Legislação informatizada. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/decreto-2723-12-janeiro-1861-556013-publicacaooriginal-75580-pe.html>. Acesso em: 30 jan.2023.

BRASIL. Decreto n.º 4.714, de 8 de abril de 1871. Approva com alterações o projecto de novo regulamento para a Caixa Economica e Monte de Socorro. Coleção de Leis do Império do Brasil - 1871, p. 216 Vol. 1 pt. II (Publicação Original). **Câmara dos Deputados**. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/decreto-4714-8-abril-1871-552114-publicacaooriginal-69124-pe.html>. Acesso em: 20 jan. 2023.

BRASIL. CÂMARA DOS DEPUTADOS. Legislação Informatizada - Decreto n.º 11.820, de 15 de dezembro 1915 – Publicação Original. Approva o novo regulamento das Caixas Econômicas. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, s. 1, 21 dez. 1915, p. 13947. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1910-1919/decreto-11820-15-dezembro-1915-511987-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 16 dez. 2022.

BRASIL. CÂMARA DOS DEPUTADOS. Legislação Informatizada - Decreto n.º 24.427, de 19 de junho 1934 – Publicação Original. Dá novo regulamento às Caixas Econômicas Federais. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, s. 1, 03 jul. 1934, p. 13133. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-24427-19-junho-1934-498355-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 08 fev. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 10.316, de 7 de abril de 2020. Regulamenta a Lei n.º 13.982, de 2 de abril de 2020, que estabelece medidas excepcionais de proteção social a serem adotadas durante o período de enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus (COVID-19). **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, s. 1, ed. Extra, 02 abri. 2020a. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=600&pagina=1&data=02/04/2020&totalArquivos=4>. Acesso em: 12 jan. 2023.

BRASIL. Medida Provisória n.º 1000, de 2 de setembro de 2020. Institui o auxílio emergencial residual para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus (COVID-19) responsável pelo surto de 2019, a que se refere a Lei n.º 13.979, de 6 de fevereiro de 2020. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, s. 1, ed. 170, s.1, p.3, org. Atos do Poder Executivo. 03 set. 2020b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/medida-provisoria-n-1.000-de-2-de-setembro-de-2020-275657334>. Acesso em: 10 de jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. **Auxílio Emergencial**. Disponível em: <https://www.gov.br/cidadania/pt-br/servicos/auxilio-emergencial>. Acesso em: 27 de fev. de 2023.

BRUNO, M. Poupança E Crédito Para O Desenvolvimento Do Brasil: Uma Análise Dos Determinantes Estruturais E De Longo Prazo. In: GOMES. Â. C. de; FREIRE A. (Ed.). **Bancos públicos no Brasil: a trajetória da Caixa Econômica Federal**. Rio de Janeiro, RJ: FGV, 2011.

BUTZBACH, O. K. The evolution of organizational diversity in banking: Savings banks' consolidation and sector coordination. In: France and Italy, 1980–2012. **Organization studies**, v. 37, n. 4, p. 565-589, 2016.

CEF. **Estatuto Social da Caixa Econômica Federal – CEF**. Anexo – Ata da Assembleia Geral Extraordinária. 04 ago. 2021a. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/caixa-governanca/Estatuto_Social_da_Caixa_Economica_Federal.pdf. Acessado em: 21 fev. 2023.

CEF. **RELATÓRIO INTEGRADO 2020**. São Paulo, 28 maio 2021b. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/caixa-governanca/Relatorio_Integrado_Caixa_2020.pdf. Acessado em: 20 mar. 2023.

CEF. Ministério da Cidadania. Manual do Sistema de Cadastro Único. **Secretaria Nacional de renda de Cidadania – Senarc**. v. 7.42.00. Brasília. mar. 2022. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/cidades-cadastramento-unico-manuais/Manual_Cadastro_Unico.pdf. Acessado em 27 fev. 2023.

CEF. **Sobre a Caixa**. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/sobre-a-caixa/apresentacao/Paginas/default.aspx>. Acessado em: 19 abril. 2023.

CASCONE, A.; RARITÀ, L.; TRAPEL, E. Simulation and analysis of a bank's multi-server queueing system. **Journal of Mathematical Sciences**, v. 196, p. 23-29, 1 jan. 2014.

CAMARGO, P.O. **A evolução recente do setor bancário no Brasil** [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 322 p. ISBN 978-85-7983-039-6.

CARVALHO, C. E. As origens e a gênese do Plano Collor. **Nova Economia**, [S. l.], v. 16, n. 1, 2009. Disponível em: <https://revistas.face.ufmg.br/index.php/novaeconomia/article/view/464>. Acesso em: 14 mar. 2023.

CHARNES, A.; COOPER, W.; LEWIN, A. Y.; SEIFORD, L. M. Data envelopment analysis theory, methodology and applications. **Journal of the Operational Research Society**, v. 48, n. 3, p. 332-333, 1997.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

CORRÊA, L. R.; FONTES, P. A caixa dos trabalhadores: o FGTS e o discurso sindical. In: GOMES. Â. C. de; FREIRE A. (Ed.). **Bancos públicos no Brasil: a trajetória da Caixa Econômica Federal**. Rio de Janeiro, RJ: FGV, 2011.

COSTA, L. C. **Teorias das Filas**: Apostila. Disciplina Teoria das Filas e Simulação, Curso de Ciência da Computação. Centro Tecnológico da Universidade Federal do Maranhão – UFMA. Maranhão, 2006

COSTA NETO, Y.C.da. **Bancos Oficiais no Brasil**: Origem e Aspectos de Seu Desenvolvimento. Brasília: Banco Central do Brasil, 2004.

CLARKE, G. R. G.; CULL, R. B. Privatization in Argentina: A model of political constraints and differential outcomes. **Journal of Development Economics**, v. 78, n. 1, p. 133-155, 2005.

CROCE, M. A.; SILVA, C. C.; Uma revisão da história bancária de Minas Gerais no século XIX. **ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HISTÓRIA ECONÔMICA**, v. 7, 2014.

DEPRINS, D.; SIMAR, L.; TULKENS, H. Measuring labor-efficiency in post offices. **Public goods, environmental externalities and fiscal competition**, Boston, MA: Springer US, 2006. p. 285-309.

ESTÉS, C. P. **Mulheres que correm com os lobos**: mitos e histórias do arquétipo da mulher selvagem. 1ª ed. Rio de Janeiro: Rocco, 2018.

FEBRABAN. A FEBRABAN. **Portal Febraban** Disponível em: <https://portal.febraban.org.br/pagina/3031/9/pt-br/institucional>. Acesso em: 18 mar. 2023.

FEBRABAN. Normativo Sistema de Autorregulação Bancária - SARB 004/2009. **NORMATIVO DE ATENDIMENTO AO CONSUMIDOR NA REDE DE AGÊNCIAS BANCÁRIAS** e estabelece diretrizes e procedimentos a serem adotados por suas Signatárias nos relacionamentos com os consumidores. **Sistema de Autorregulação Bancária da Federação Brasileira de Bancos – FEBRABAN**. 08 jun. 2017. Disponível em: [https://cmsarquivos.autorregulacaobancaria.com.br/Arquivos/documentos/PDF/Normativo%20004%20texto%20vigente%20\(alterado%20pela%20Delibera%C3%A7%C3%A3o%2003-2017\)\(1\).pdf](https://cmsarquivos.autorregulacaobancaria.com.br/Arquivos/documentos/PDF/Normativo%20004%20texto%20vigente%20(alterado%20pela%20Delibera%C3%A7%C3%A3o%2003-2017)(1).pdf). Acesso em: 20 mar. 2023.

FERREIRA, C. M de C.; GOMES, A. P. **Introdução a análise envoltória de dados**: teoria, modelos e aplicações. Viçosa: Editora UFV, 2009.

FERRARI, S. C.; MORABITO, R. Application of queueing models with abandonment for Call Center congestion analysis. **Gestão & Produção**, v. 27, 2020.

FERREIRA, W. M. As Caixas Econômicas Federais. **Revista da Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo**, [S. l.], v. 33, n. 1, p. 171-229, 1937. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rfdusp/article/view/65795>. Acesso em: 12 dez. 2022.

FIGUEIRA, C.; NELLIS, J.; PARKER, D. Banking performance and technological change in non-core EU countries: A study of Spain and Portugal. **Studies in Economics and Finance**, v. 26, n. 3, p. 155-170, 2009.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de serviços**: operações, estratégia e tecnologia da informação. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

FOLHA DE PERNAMBUCO. Economia. **Saque de auxílio emergencial promove extensas filas em agências do Recife**. 27 abri. 2020. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/economia/saque-de-auxilio-emergencial-promove-extensas-filas-em-agencias-do-rec/138529/>. Acesso em: 2 jun. 2023.

FONTANA, F. Técnicas de Pesquisa. In: MAZUCATO, T. (Org.). **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**, Penápolis: Funepe, 2018.

FOGLIATTI, M. C.; MATTOS, N. M. C. **Teoria de Filas**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2007.

FREDERICO, S. Lógica das commodities, finanças e cafeicultura. **Boletim Campineiro de Geografia**. V.3, n.1, p. 97-116, 2013. DOI: 10.54446/bcg.v3i1.91. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-campineiro/article/view/2463>. Acesso em 01 dez. 2022.

G1. **População enfrenta alagamento, chuva e filas para sacar auxílio emergencial no Grande Recife**. 27 maio 2020. Globo Pernambuco. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2020/04/27/populacao-enfrenta-alagamentos-e-filas-para-sacar-dinheiro-do-auxilio-emergencial-no-grande-recife.ghtml>. Acesso em: 30 jun. 2023.

GABLER, L. **Caixas Econômicas (1889-1930)**. Arquivo Nacional, MAPA. Brasil, Governo Federal. 11 fev.2021. Atualizado em: 17 ago. 2022. Disponível em: <http://mapa.an.gov.br/index.php/component/content/article?id=888>. Acesso em: 30 mar. 2023.

GOMES, A. de C.; FREIRE, A. Introdução. In: GOMES. Â. C. de; FREIRE A. (Ed.). **Bancos públicos no Brasil: a trajetória da Caixa Econômica Federal**. Rio de Janeiro, RJ: FGV, 2011.

GRINBERG, K. A Caixa Econômica E A Poupança Em Uma Sociedade Escravista. In: GOMES. Â. C. de; FREIRE A. (Ed.). **Bancos públicos no Brasil: a trajetória da Caixa Econômica Federal**. Rio de Janeiro, RJ: FGV, 2011.

HAIR, J.; BABIN, B.; MONEY, A.; SAMOUEL, P. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAMRI, M. El-A.; TORRES, L.; FRYDMAN, C. Discrete event simulation of reactive knowledge based systems. **International Journal of Knowledge-based and Intelligent Engineering Systems**, v. 10, n. 6, p. 417-431, 2006.

HAO, T.; YIFEI, T. Study on queuing system optimization of bank based on BPR. **Procedia Environmental Sciences**, v. 10, p. 640-646, 2011.

HELAL, D. H.; BARBOSA, J. A. Burocracia e inserção social: uma proposta para entender a gestão das organizações públicas no Brasil. **Sociologias**, v. 12, n.25, p. 312-340, 2010.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 9. ed. [s.l.] McGraw Hill Brasil, 17 out. 2012.

JABOATÃO DOS GUARARAPES (PE). Lei n.º 395/2010 de 12 de maio de 2010. Dispõe sobre o atendimento do usuário de serviços bancários prestados neste município. **Leis Municipais**. Palácio da Batalha. Jaboatão dos Guararapes. 05 jun. 2011. Disponível em: <http://leismunicipa.is/rbfag>. Acessado em: 30 jun. 2023.

KIATARAMKUL, C.; NEAMPREM, K. Simulation of Queueing System for Commercial Bank in University: Case Study of Bangkok Bank at King Mongkut's University of Technology North Bangkok. In: **2019 Research, Invention, and Innovation Congress (RI2C)**. IEEE, 2019. p. 1-4.

LAMARÃO, S. A Primeira República E Os Rumos Das Caixas Econômicas Federais. In: GOMES, Â. C. de; FREIRE A. (Ed.). **Bancos públicos no Brasil: a trajetória da Caixa Econômica Federal**. Rio de Janeiro, RJ: FGV, 2011.

LEITE, I. M. S.; AUAD, J. L. O.; SILVA JUNIOR, S. A. da; SILVA, R. J. P. da; SANTOS, Y. B. I. ESTUDO PARA A COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS DE FLIAS M/M/C E M/EK/C APLICADA EM UMA PANIFICADORA. **Anais do XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Belo Horizonte, Minas Gerais, 04 a 07 de out. 2011.

LIMA, M. C. **Monografia**: a engenharia da produção acadêmica. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2008.

LIMBERGER, T.; AMARAL, M. Q. do. As Transformações Administrativas, Políticas Públicas E A Execução Do Orçamento Geral Da União – A Função Da Caixa Econômica Federal – CEF (Administrative Changes, Public Policy and the Implementation of the Budget of the Union – The Role of the Caixa Econômica Federal – CEF). **Novos Estudos Jurídicos**, v. 21, n. 3, set. 2016. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/abstract=2967862>. Acesso em: 23 mar. 2023.

LINS, M. P. E.; MEZA, L. Â. **Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente de apoio à decisão**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.

MAGALHÃES, M. N. **Introdução a rede de filas**. São Paulo. Abe, 1996.

MARCONDES, R. L. Crédito privado antes da grande depressão do século XX: o mercado hipotecário. **Estudos Econômicos**. São Paulo. v. 44, p. 749-786, dez. 2014.

MARIANO, E. B.; ALMEIDA, M. R.; REBELATTO, D. A. N. Peculiaridades da análise por envoltória de dados. In: **Simpósio de Engenharia de Produção - XII SIMPEP**. Bauru, SP, p. 1-11, 6 a 8 de nov. 2006.

MARINS, F. A. S. Introdução à pesquisa operacional. **São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista**, 2011.

MAZUCATO, T. Métodos. In: MAZUCATO, T. (Org.). **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**, Penápolis: Funep, 2018.

MELLO, J. C. C. B. S. de; MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; NETO, L. B. Curso de análise envoltória de dados. **XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Gramado, v. 37, p. 2521-2547, 2005.

MIRANDA, R. A. de. Breve história da agropecuária brasileira. In: LANDAU, E. C.; SILVA, G. A. da; MOURA, L.; HIRSCH, A.; GUIMARAES, D. P. (Ed.). **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas**: cenário histórico, divisão política, características demográficas, socioeconômicas e ambientais. Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 1, cap. 2, p. 31-57.

MORAES, F. G.; SILVA, G. F.; REZENDE, T. A. **Introdução à Teoria das Filas**. Universidade Estadual do Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

MOREIRA, R. da L. A Modernização Dos Anos 1930 Também CHEGA À Caixa: Empréstimos, Penhor e Hipotecas. in: GOMES. Â. C. de; FREIRE A. (Ed.). **Bancos públicos no Brasil: a trajetória da Caixa Econômica Federal**. Rio de Janeiro, RJ: FGV, 2011.

MÜLLER, L. H. A.; VICENTE, D. S. Vão-se os anéis: uma abordagem antropológica do penhor como instrumento de crédito. **REDD - Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, v. 4, n. 2, 2012.

MUTINGI, M.; MAPFAIRA, H.; MOAKOFI, N. P. K.; MOENG, S. A.; MBOHWA, C. Simulation and analysis of a bank queuing system. In: **2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)**. IEEE, 2015. p. 1-6.

NEPOMUCENO, T. C. C.; DE CARVALHO, V. D. H.; NEPOMUCENO, K. T. C.; COSTA, A. P. C. Exploring knowledge benchmarking using time-series directional distance functions and bibliometrics. *Expert Systems*, v. 40, n. 1, p. e12967, 2023.

NEPOMUCENO, T. C. C.; DE CARVALHO, V. D. H.; COSTA, A. P. C. S. Time-series directional efficiency for knowledge benchmarking in service organizations. In: ROCHA, Á.; ADELI, H.; REIS, L.; COSTANZO, S.; OROVIC, I.; MOREIRA, F. (eds) **Trends and Innovations in Information Systems and Technologies: Volume 1 8**. Springer International Publishing, 2020. p. 333-339.

NIKOLIĆ, N. Sto godina teorije redova čekanja. **Vojnotehnički glasnik**, v. 57, n. 3, p. 5-14, 2009.

OLIVEIRA, K. Caixa abrirá agências neste sábado para atender serviços essenciais. **Agencia Brasil**, Brasília, 24 abril 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-04/caixa-abrira-agencias-neste-sabado-para-atender-servicos-essenciais>. Acesso em: 18 mar. 2023.

OLIVEIRA, N. G. A.; ARAÚJO, M. I. S.; BATISTA, M. G.; DERZI, E. C. M.; YAMAGUCHI, H. K. L. Análise Envoltória de Dados: um Levantamento Bibliográfico dos Modelos DEA Aplicados no Setor Educacional no Brasil, período de 1999 a 2009. **Anais do XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Belo Horizonte, Minas Gerais, 04 a 07 de out. 2011.

ORLANDIN, B. C.; FRANCO, M. M.; MONEGAT, A. D. R.; CORSO, L. L. APLICAÇÃO DE TEORIA DAS FILAS NO SISTEMA DE TRIAGEM DE UM PRONTO ATENDIMENTO SITUADO EM UM MUNICÍPIO DA SERRA GAÚCHA-RS. **Anais do XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Santos, São Paulo, 15 a 18 out. 2019.

PAULA, L. F. DE; MARQUES, M. B. L. Tendências recentes da consolidação bancária no Brasil. **Análise Econômica**, v.24, n.45, p.235-263. 2006.

PERNAMBUCO. Lei n.º 16.559, de 15 de janeiro de 2019. Institui o Código Estadual de Defesa do Consumidor de Pernambuco. **DOE/PE - Diário Oficial do Estado de Pernambuco**. Poder Executivo. Recife, ano XCVI, nº 11, p. 5-18, 16 jan. 2019.

PESSOA, G. T. de A. Dicionário da Primeira República. **Ministério da Fazenda (1889-1930)**. Publicado em: 14 dez. 2017. Atualizado em: 29 mai. 2023. Disponível em: <http://mapa.an.gov.br/index.php/dicionario-primeira-republica/487-ministerio-da-fazenda-1891-1930>. Acesso em: 11 dez. 2022.

PRADO, D. S.do. **Teoria das filas e da simulação**. 6.ed. Nova Lima: Editora FALCONI, 2017

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

R7.COM. Balanço Geral da Manhã RJ. **Cariocas passam madrugada em fila para sacar auxílio emergencial**. 29 abri. 2020. Disponível em: <https://recordtv.r7.com/balanco-geral-manha-rj/videos/cariocas-passam-madrugada-em-fila-para-sacar-auxilio-emergencial-30052022>. Acesso em: 2 jun. 2023.

RAVENZWAALJ, D. V.; CASSEY, P.; BROWN, S. D. A simple introduction to Markov Chain Monte–Carlo sampling. **Psychonomic bulletin & review**, v. 25, n. 1, p. 143-154, 2018.

SANTOS, J. M. D. A história da Caixa Econômica Federal do Brasil e o desenvolvimento econômico, social e político brasileiro. **O DESENVOLVIMENTO Econômico E A Caixa, por Caixa**. Rio de Janeiro: Centro Celso Furtado, p. 167-181, 2011.

SARAIVA, L. F.; OLIVEIRA, T. A. de. A Primeira Caixa Econômica do Rio de Janeiro: 1831–1858, notas de pesquisa. In: **Annals of the 11th Brazilian Meeting of Economic History**. 2015. p. 1-26.

SILVA, G. B. da. As Caixas Econômicas na Europa e no Brasil. **Revista da Esmafe**, v. 11, p. 249-264, 2006.

SILVA, F. L. da. O desenvolvimento econômico brasileiro contemporâneo e a Caixa. In: COSTA, J. C. (Ed.). **O desenvolvimento econômico brasileiro e a Caixa: trabalhos premiados**. Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento, 2011.

SILVEIRA, F.; VIEIRA, M. A; CASTRO, D. A presença do Estado no setor financeiro brasileiro: o caso da Caixa Econômica Federal. **Gestão.org**, Recife, v. 11, n. 1, p. 132-159, jan./abr. 2013. Disponível em: <https://bit.ly/39OJOdo>. Acesso em: 19 fev. 2023.

TAHA, H. A. **Pesquisa Operacional: uma visão geral**. 8.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2008.

TEIXEIRA, L. B. **Auxílio: primeiro dia de saque tem fila na Caixa, desinformação e bate-boca**. UOL Economia, São Paulo. 27 abr. 2020. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2020/04/27/auxilio-primeiro-dia-de-saque-tem-fila-na-caixa-desinformacao-e-bate-boca.htm>. Acesso em: 30 jun. 2023.

ULLAH, A.; IQBAL, K.; ZHANG, X. D.; AYAT, M. Sub-optimization of bank queuing system by qualitative and quantitative analysis. In: **2014 11th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM)**. IEEE, 2014. p. 1-6.

VAZ, L. F.; ANDRADE, L. da S.; SELDIN C. Um constante desafio: a Caixa Econômica Federal e os financiamentos públicos para habitação. In: GOMES. Â. C. de; FREIRE A. (Ed.). **Bancos públicos no Brasil: a trajetória da Caixa Econômica Federal**. Rio de Janeiro, RJ: FGV, 2011.

VIRTAMO, J. T. Numerical evaluation of the distribution of unfinished work in an M/D/1 system. **Electronics Letters**, v. 31, n. 7, p. 531-532, 1995.

VISCARDI, C. **O teatro das oligarquias: uma revisão da "política do café com leite"**. Ebook - 2.ed. - Belo Horizonte: Fino Traço, 2019. 340p.: il. - (História; 18) Disponível em: <https://doceru.com/doc/vsnve55>. Acesso em: 4 jan. 2023.

WANG, Y-B.; QIAN, C.; CAO, J-D. Optimized M/M/c model and simulation for bank queuing system. In: **2010 IEEE International Conference on Software Engineering and Service Sciences**. IEEE, 2010. p. 474-477.

WERNECK, A.; SILVA, L. A. A Sorte Como Mecanismo De Arrecadação: Uma História Das Lotéricas Da Caixa E De Sua Relação Com Políticas Públicas. In: GOMES. Â. C. de; FREIRE A. (Ed.). **Bancos públicos no Brasil: a trajetória da Caixa Econômica Federal**. Rio de Janeiro, RJ: FGV, 2011.

WIRYAWAN, G. H.; SYARIEF, A.; MURWONUGROHO, W. Commodification of Mobile Banking Interface Design for Elderly Users. **Mudra Jurnal Seni Budaya**, v. 37, n. 4, p. 425-435, 2022.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Overview of public health and social measures in the context of COVID-19: interim guidance**, 18 May 2020. World Health Organization, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/overview-of-public-health-and-social-measures-in-the-context-of-COVID-19>. Acesso em: 14 de mar. 2023.

APÊNDICE A – SCRIPT DO PYTHON®

```

import statistics
import simpy
import random
import numpy
from scipy.stats import norminvgauss

cont = 1
contc,contf,conte,listac,listactm,listaf,listaftm,listae,listactm = 0,0,0,[],[],[],[],[],[]

def chegadas(env):
    contador = 0
    while True:
        #intervalo_chegada = random.normalvariate(0.01,0.1)
        intervalo_chegada = 0.65
        if intervalo_chegada < 0:
            intervalo_chegada*=-1
        yield env.timeout(intervalo_chegada)
        contador+=1
        print(f'O Cliente {"Cliente"+str(contador) } chegou ')
        aleatorio = random.random()
        env.process(agencia(env,"cliente"+str(contador),caixa,fgts,expresso,aleatorio))
        if contador == 700:
            break

def agencia(env,nome,caixa,fgts,expresso,alea):
    #chegada do cliente no sistema
    tempo_chegada = env.now
    if alea <= 0.4:
        caixar = caixa.request()
        yield caixar
        global contc, listac,listactm
        contc += 1
        listac.append(env.now - tempo_chegada)
        print(f'O cliente { nome } será atendido no caixa esperou { env.now - tempo_chegada } no
sistema')

```

```

# if len(lista) > 1:
#   print(f'O tempo médio no sistema é: {mean(lista)}')
# tempo_atendimento_caixa = random.gammavariate(280,0.0184)-2.87
tempo_atendimento_caixa = 5.26
if tempo_atendimento_caixa < 0: tempo_atendimento_caixa*=-1
listactm.append(tempo_atendimento_caixa)
yield env.timeout(tempo_atendimento_caixa)
print(f'O Cliente {nome} foi atendido no tempo {env.now}')
caixa.release(caixar)

elif alea > 0.4 and alea <= 0.66:
    fgtsr = fgts.request()
    yield fgtsr
    global contf,listaf,listafm
    contf += 1
    listaf.append(env.now - tempo_chegada)
    print(f'O Cliente {nome} será atendido no fgts e esperou {env.now - tempo_chegada} no
sistema')
    #if len(lista) > 1:
    #   print(f'O tempo médio no sistema é: {mean(lista)}')
    # tempo_atendimento_fgts = 1.1+1.56*(1/((1/random.uniform(0.5,0.5))-1))**(1/3.96)
    # tempo_atendimento_fgts = 1+2*(1/((1/random.uniform(0.5,0.5))-1))**(1/3.96)
    tempo_atendimento_fgts = 9.55
    if tempo_atendimento_fgts < 0: tempo_atendimento_fgts*=-1
    listaftm.append(tempo_atendimento_fgts)
    yield env.timeout(tempo_atendimento_fgts)
    print(f'O Cliente {nome} foi atendido no tempo {env.now}')
    fgts.release(fgtsr)

else:
    expressor = expresso.request()
    yield expressor
    global conte, listae,listactm
    conte += 1
    listae.append(env.now - tempo_chegada)

```

```
print(f'O Cliente {nome} será atendido no expresso e esperou {env.now-
tempo_chegada} no sistema')
```

```
#tempo_atendimento_expresso = 2.1-
0.167*numpy.random.lognormal((1/numpy.random.uniform(0.5,0.5))-1)
tempo_atendimento_expresso = 2.15
if tempo_atendimento_expresso < 0:
    tempo_atendimento_expresso*=-1
yield env.timeout(tempo_atendimento_expresso)
listaetm.append(tempo_atendimento_expresso)
print(f'O Cliente {nome} foi atendido no tempo {env.now}')
```

```
expresso.release(expressor)
```

```
env = simpy.Environment()
```

```
n_caixa = 3
```

```
n_fgts = 3
```

```
n_expresso = 1
```

```
caixa = simpy.Resource(env,capacity = n_caixa)
```

```
fgts = simpy.Resource(env,capacity= n_fgts)
```

```
expresso = simpy.Resource(env,capacity=n_expresso)
```

```
env.process(chegadas(env))
```

```
env.run(until= 10560)
```

```
print(f'quantidade atendida na caixa:{contc} \n quantidade atendida fgts: {contf} \n
```

```
quantidade atendida Expresso: {conte} \n tempo médio de espera na fila:
```

```
{statistics.mean(listac+listaf+listae)}')
```

```
print(f'Tempo Médio de Atendimento Caixa: {statistics.mean(listactm)} \n Tempo Médio de
```

```
Atendimento FGTS: {statistics.mean(listaftm)} \n Tempo Médio de Atendimento Expresso:
```

```
{statistics.mean(listaetm)}')
```

APÊNDICE B – SCRIPT DO RSTUDIO® CONVEXITY

```

#Importa Arquivo (File = Import Dataset = From Text (Base))
.<-Para.o.DEA.atualizado[,-1]
rownames(.)<-Para.o.DEA.atualizado[,1]
View(.)
attach(.)
View(.)

#criando a matriz
y <- .$Tempo.Inverso #Output
x1 <- .$Atendentes.Caixa
x2 <- .$Atendentes.Govsocial
x3 <- .$Atendentes.Expresso
x <- matrix(c(x1,x2,x3),ncol = 3)
View(x)
View(y)

# o FEAR trabalhar com inversos, então precisa transformar coluna em linha e linha em coluna
x <- t(x)
View(x)
y <- t(y)
View(y)

#chama o FEAR
library(FEAR)

#TESTE DO RETORNO DE ESCALA
test.convexity(x, y, ORIENTATION = 2, METRIC = 1, NSPLIT = 2, NREP = 1000)
Pvalues <- list() #loops para as ordens p dos modelos
Test <- list() #loops para as ordens p dos modelos
options(scipen = 99)
for (q in 1:1000) {

```

```

Test[[q]] <- test.convexity(x, y, ORIENTATION = 2, METRIC = 1, NSPLIT = 2, NREP =
1000)
Pvalues[[q]] <- Test[[q]]$pval
}
PVls <- as.matrix(Pvalues, nrow = 1000)
View(PVls)

#Escrever em uma pasta
write.csv(PVls, file = "C:/Users/naial/OneDrive/Documentos Ond/AI 2
TCC/Dados/Convexity/Pvalue-convexity_DES .csv")
Pvalue.convexity_DES <- read.csv("C:/Users/naial/OneDrive/Documentos Ond/AI 2
TCC/Dados/Convexity/Pvalue-convexity_DES.csv", sep=";")
View(Pvalue.convexity_DES)
.<-Pvalue.convexity_DES[,-1]
rownames(.)<-Pvalue.convexity_DES [,1]
View(.)
options(scipen = 0.99)
summary(.$p.value.media.de.kneip)
sd(.$p.value.media.de.kneip)
summary(.$p.value.de.Kolmogorov.Smirnov)
sd(.$p.value.de.Kolmogorov.Smirnov)
hist(.$p.value.de.Kolmogorov.Smirnov, main = paste(""), col = "steelblue", lwd=2, xlab =
"Separability P-Value Kolmogorov.Smirnov", ylab = "Frequency", breaks = 150)
title(main = "
    1000 simulações para 2019
    Kenip - Min:0.0150 1st Q:0.4835, Median:0.7410, Mean:0.6737, 3rd Q:0.9090,
Max:1.0000, SD:0.273078
    Kolmogorov-Smirnov - Min:0.0000, 1st Q: 0.1187, Median: 0.3560, Mean: 0.4148, 3rd Q:
0.7053, Max:0.9990, SD:0.316573" , cex.main = 1.2 )
boxplot(.$p.value.de.Kolmogorov.Smirnov, xlab = "Boxplot Separabilidade com convexidade
kolmogorov Smirnov", col = "steelblue")
boxplot(.$p.value.media.de.kneip, xlab = "Boxplot separabilidade com convexidade Kneip ",
col = "steelblue")
boxplot(., col = "steelblue")

```

```
hist($p.value.de.Kolmogorov.Smirnov, xlab = "Histograma Separabilidade com convexidade  
kolmogorov Smirnov", col = "steelblue")
```

```
hist($p.value.media.de.kneip, xlab = "Boxplot separabilidade com convexidade Kneip ", col =  
"steelblue")
```

APÊNDICE C – SCRIPT DO RSTUDIO® DEA

```

DES <- read.csv("C:/Users/naial/Desktop/DES.csv", sep=";")
attach(DES)
View(DES)
.<-DES[,-1]
row.names(.)<-DES[,1]
View(.)

y <- matrix(c(DES$Tempo.Inverso),ncol = 1) #Output

x1 <- DES$Atendentes.Caixa
x2 <- DES$Atendentes.Govsocial
x3 <- DES$Atendentes.Expresso
x <- matrix(c(x1,x2,x3),ncol = 3)

View(x)
View(y)

library(Benchmarking)
#library(FEAR)
E<-DES[,-1]
row.names(E)<- DES[,1]
View(E)
E <- dea(x,y, ORIENTATION = 'out', RTS = 'fdh', SLACK = TRUE)
slack(x,y,E)
peers(E)
lambda(E)
dea.plot(x,y, RTS = "fdh")
Resultados <- data.frame(slack(x,y,E))
E_Results <- data.frame(DES$DMUs, E$eff, x1, x2, x3, y, peers((E)))
write.csv2(E_Results, file = "C:/Users/naial/Desktop/Resultados.csv") #Para escrever em csv
writexl::write_xlsx(E_Results,path = (tempfile = "C:/Users/naial/Desktop/Resultados.xlsx"))
#para escrever em xlsx

```