



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

FÁBIO SANDRO PESSOA PEGADO

**MODELO DE FILA COM PRIORIDADES PARA GESTÃO DE DEMANDAS DE
NOTÍCIAS DE CRIMES CIBERNÉTICOS CONTRÁRIOS À DIGNIDADE SEXUAL
DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE**

Recife
2024

FÁBIO SANDRO PESSOA PEGADO

**MODELO DE FILA COM PRIORIDADES PARA GESTÃO DE DEMANDAS DE
NOTÍCIAS DE CRIMES CIBERNÉTICOS CONTRÁRIOS À DIGNIDADE SEXUAL
DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Pesquisa Operacional.

Orientador: Alexandre Ramalho Alberti, Dr.

Coorientador: Cristiano Alexandre Virgínio Cavalcante, Dr.

Recife

2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Pegado, Fábio Sandro Pessoa.

Modelo de fila com prioridades para gestão de demandas de notícias de crimes cibernéticos contrários à dignidade sexual da criança e do adolescente / Fábio Sandro Pessoa Pegado. - Recife, 2024.

47f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção, 2024.

Orientação: Alexandre Ramalho Alberti.

Coorientação: Cristiano Alexandre Virgínio Cavalcante.

Inclui referências.

1. Polícia Federal; 2. Cibercrime; 3. Criança e adolescente; 4. Filas; 5. Nível de serviço. I. Alberti, Alexandre Ramalho. II. Cavalcante, Cristiano Alexandre Virgínio. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

FABIO SANDRO PESSOA PEGADO

**MODELO DE FILA COM PRIORIDADES PARA GESTÃO DE DEMANDAS DE
NOTÍCIAS DE CRIMES CIBERNÉTICOS CONTRÁRIOS À DIGNIDADE SEXUAL
DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Pesquisa Operacional.

Aprovado em: 19/12/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Ramalho Alberti (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Rodrigo José Pires Ferreira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Franco Perazzoni (Examinador Externo)
Polícia Federal

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço ao nosso bondoso Deus Pai todo poderoso por mais essa conquista em minha vida e em especial a minha família, minha base, que sempre me apoia em cada decisão, nas pessoas de minha amada esposa Vanessa, e nossos filhos, Rafael Vinícius e Maria Luísa, fontes eternas de motivação e amor incondicional. A todos os professores do Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da UFPE e em especial ao meu orientador, Professor Dr. Alexandre Alberti.

RESUMO

Este trabalho apresenta um modelo de gestão de filas com grupos de prioridade, aplicado ao contexto da Polícia Federal do Brasil, para a gestão de notícias de fato relacionadas a crimes cibernéticos contra a dignidade sexual de crianças e adolescentes. O modelo organiza as demandas em grupos de prioridade, definidos com base no nível de urgência, e estabelece que uma demanda permaneça em seu grupo original por um tempo determinado. Caso não seja atendida nesse período, ela é automaticamente transferida para um grupo de maior prioridade, assegurando que demandas não fiquem sem resposta por tempo excessivo. Essa abordagem visa garantir maior agilidade no atendimento de casos mais relevantes. Para o contexto específico da Polícia Federal, foi desenvolvida uma árvore de decisão que classifica as notícias de fato com base em critérios de risco e gravidade. Uma aplicação numérica foi realizada na Superintendência da Polícia Federal em Manaus/AM, comparando o desempenho do modelo proposto com o sistema tradicional de atendimento por ordem de chegada. Simulações realizadas com um novo software chamado SGFilas mostraram que o modelo de gestão com prioridades alcançou um nível de serviço de 97% para o grupo de maior risco, enquanto o sistema tradicional obteve apenas 81%, considerando 17 forças de trabalho. O impacto social deste trabalho reside na melhoria da resposta à crimes cibernéticos, com potencial para reduzir a ocorrência de abusos sexuais contra crianças e adolescentes. Do ponto de vista econômico, o modelo otimiza a alocação de recursos, tornando o processo mais sustentável. Além disso, sua flexibilidade permite a adaptação para a gestão de outras demandas, como crimes ambientais, ampliando sua aplicabilidade em diferentes contextos.

Palavras-chave: Polícia Federal. Cibercrime. Criança e Adolescente. Filas. Nível de Serviço.

ABSTRACT

This work presents a queue management model with priority groups, applied to the context of the Federal Police of Brazil for managing reports of incidents related to cybercrimes against the sexual dignity of children and adolescents. The model organizes demands into priority groups based on their level of urgency and establishes that a demand remains in its original group for a specified period. If it is not addressed within this time frame, it is automatically transferred to a higher-priority group, ensuring that demands do not go unanswered for an excessive amount of time. This approach aims to provide greater agility in addressing the most critical cases. For the specific context of the Federal Police, a decision tree was developed to classify incident reports based on criteria of risk and severity. A numerical application was conducted at the Federal Police Superintendency in Manaus/AM, comparing the performance of the proposed model with the traditional first-come, first-served system. Simulations performed with new software called SGFilas demonstrated that the priority-based management model achieved a service level of 97% for the highest-risk group, while the traditional system achieved only 81%, considering 17 workforce units. The social impact of this work lies in improving the response to cybercrimes, with the potential to reduce instances of sexual abuse against children and adolescents. From an economic perspective, the model optimizes resource allocation, making the process more sustainable. Furthermore, its flexibility allows adaptation to the management of other demands, such as environmental crimes, broadening its applicability to different contexts.

Keywords: Federal Police. Cybercrime. Children and Adolescents. Queues. Level of Service.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Fórmulas do sistema de fila em equilíbrio	19
Figura 2 –	Total de operações por ano	20
Figura 3 –	Total de operações da PF por tipo de operação visando ao combate a crimes contra dignidade sexual da criança e do adolescente	21
Figura 4 –	Total de inquéritos instaurados na PF por ano de instauração	22
Figura 5 –	Inquéritos instaurados por tipo de iniciativa	23
Figura 6 –	Reports NCMEC por provedor dos últimos 12 meses	24
Figura 7 –	Ilustração gráfica do sistema de gerenciamento de fila com o modelo proposto de priorização de demandas	30
Figura 8 –	Ilustração gráfica do sistema de gerenciamento de fila com o modelo genérico	33
Figura 9 –	Elementos da interface do sistema SGFilas	34
Figura 10 –	Árvore de decisão para análise de notícias-crime de ilícitos cibernéticos contrários à dignidade sexual da criança e do adolescente	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação dos modelos de gestão da fila, considerando a presença de 2 e 3 servidores. F_k em horas (tempo médio de permanência no sistema de fila) e NS_k em % (nível de serviço), para $k = 1, 2, 3$ e 4.	31
Tabela 2 – Resultados da aplicação numérica.	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BI	Business intelligence
CPS	Child Protection System
DELECIBER	Delegacia de Repressão a Crimes Cibernéticos
INTERPOL	The International Criminal Police Organization
IP	Internet protocol
IPO	Índice de produtividade operacional
NCMEC	National Center for Missing and Exploited Children
ONG	Organização não governamental
PF	Polícia Federal
PI	Pornografia infantil
RIC	Risk indication in child sexual abuse

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	15
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2	BASE CONCEITUAL E REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	SISTEMAS DE FILAS	17
2.2	PANORAMA DO TRABALHO DA PF NO COMBATE A CRIMES CIBERNÉTICOS CONTRÁRIOS À DIGNIDADE SEXUAL DA CRIANÇA E ADOLESCENTE	20
2.2.1	SISTEMA RAPINA	23
2.2.2	SISTEMA CPS	24
2.3	CASUÍSTICA DE CRIMES CIBERNÉTICOS	24
3	MODELO DE GESTÃO DE FILA COM PRIORIDADES PARA GERENCIAMENTO DE DEMANDAS DE NOTÍCIAS-CRIME CONTRÁRIAS À DIGNIDADE SEXUAL DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE	28
3.1	MODELO PARA GERENCIAMENTO DE FILAS COM GRUPOS DE PRIORIDADE	29
3.2	ÁRVORE DE DECISÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DE DEMANDAS	34
3.3	APLICAÇÃO NUMÉRICA	37
3.4	IMPLICAÇÕES PRÁTICAS	39
4	CONCLUSÃO	40
5	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

A Polícia Federal tem dentre as suas atribuições combater a prática de crimes contrários à dignidade sexual da criança e adolescente quando cometidos através da rede mundial de computadores, uma vez comprovada a transnacionalidade da conduta, conforme previsto no art. 144, § 1º, da Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988), visto que a Justiça Federal é competente para o processamento e julgamento desses crimes, os quais estão previstos em acordos internacionais dos quais o Brasil é signatário, como a “Convenção sobre os Direitos da Criança (resolução 44/25 adotada em 1989 pela Assembleia Geral da ONU)” (UNICEF, 1989), e o “Protocolo Facultativo à Convenção sobre os Direitos da Criança sobre a Venda de Crianças, a Prostituição Infantil e Pornografia Infantil (adotada pela Assembleia Geral da ONU em 2000 e ratificado pelo Brasil em janeiro de 2004)” (UNICEF, 2002).

Considerando que o cibercrime é a nova fronteira do crime transnacional visto que em essência não é rastreável no território de um único Estado, nem é definível em um único lapso de tempo (CALCARA, 2013), o combate à prática de crimes cibernéticos mostrou-se um tema relevante dentro da Polícia Federal, razão pela qual foi criada a Diretoria de Combate a Crimes Cibernéticos.

A divulgação e posse de imagens de abuso sexual infantil tem sido o crime de exploração infantil mais recorrente em todo o mundo desde o início dos anos 2000 de acordo com Motivans e Kyckelhahn (2007), o que representa um mercado negro global da ordem de mais de U\$20 bilhões de dólares (BROCKMAN, 2006).

Em que pese o benefício gerado pelo crescimento das funcionalidades da internet para o comércio, indústria e sociedade civil em geral, esse crescimento e facilidade de uso tem possibilitado também o incremento da produção, consumo e distribuição de imagens de abuso sexual infantil (CHAWK, 2009).

Pela importância do tema, muitos têm se dedicado ao estudo desse fenômeno mundial sob diversos aspectos, como Eggenstein e Knapp (2014), os quais observam que à medida que o ciberespaço e o compartilhamento de arquivos na rede de computadores se expandem, surge uma nova geração de criminosos que utiliza de seus computadores para ajudar a produzir e ocultar suas atividades ilícitas. Por esse motivo é necessário que as agências e polícias de todo o mundo mantenham

entendimento acerca dos avanços tecnológicos, visando uma abordagem proativa na detenção de criminosos digitais, tendo em vista um cenário cada vez mais desafiador para a aplicação da lei e da justiça.

O combate ao cibercrime tem mostrado que as forças policiais de um único país muitas vezes não são suficientes para reprimir efetivamente os crimes cometidos através da internet, sendo necessário fazer uso da cooperação policial internacional como forma mais eficaz de atuar na prevenção e repressão às várias formas de cibercrime (CALCARA, 2013).

Os criminosos digitais valem-se da ampla gama de novos programas de computador que oferecem serviços de hospedagem anônima na internet, como por exemplo, “*The Onion Router*”, que conduz o tráfego de internet por uma rede global de retro transmissores, visando ocultar a atividade ilícita e, principalmente, o paradeiro do usuário delinquente (EGGENSTEIN e KNAPP, 2014). Assim, quando da deflagração de uma operação policial visando o combate ao crime de posse e compartilhamento de imagens de abuso sexual infantojuvenil, faz-se necessário que as polícias de todo o mundo compartilhem informações relativas a potenciais abusadores e consumidores de pornografia ilícita identificados em suas ações, tendo em mente os limites da lei penal no tempo e no espaço.

A criminalização do consumo/posse de imagens de abuso sexual infantil reside no fato de que, além da revitimização da criança, o consumidor dessa pornografia ilícita pode tornar-se, em algum momento, um potencial abusador (KINGSTON et al., 2008). No Brasil, o Estatuto da Criança e Adolescente (BRASIL, 1990) criminaliza o oferecimento, troca, disponibilização, transmissão, distribuição, publicação ou divulgação, por qualquer meio, informático ou telemático, de fotografia, vídeo ou outro registro que contenha cena de sexo explícito ou pornográfico envolvendo criança ou adolescente, com previsão de reclusão de 3 (três) a 6 (seis) anos e multa (art. 241-A). Referido diploma legal também criminaliza a aquisição, posse ou armazenamento das imagens de abuso sexual infantil (art. 241-B), com previsão de reclusão de 1 (um) a 4 (quatro) anos e multa. Para os efeitos dos crimes previstos no ECA, conforme art. 241-E, a expressão “cena de sexo explícito ou pornográfica” compreende qualquer situação que envolva criança ou adolescente em atividades sexuais explícitas, reais ou simuladas, bem como a exibição dos órgãos genitais de uma criança ou adolescente para fins primordialmente sexuais.

É notório que o crime de exploração sexual de menores carrega em si um estigma na sociedade, tanto que em muitas organizações policiais, como a Polícia Federal, a orientação em regra é evitar ao máximo a divulgação de dados e ou imagens que possam levar aos investigados quando da deflagração de operações policiais; mesmo assim, um fator que dificulta em muito a repressão a crimes contra a dignidade sexual da criança e adolescente tem sido patrocinado por empresas de tecnologia, denominadas *big techs*, bem como empresas de telefonia e internet, que em muitos casos dificultam o trabalho da polícia quando impedem o acesso a dados cadastrais de seus usuários, independentemente de ordem judicial, mesmo que haja previsão na legislação pátria para tal, como observado na lei que dispõe sobre a investigação criminal conduzida pelo delegado de polícia (BRASIL, 2013); lei que define organização criminosa (BRASIL, 2013) e Marco Civil da Internet (BRASIL, 2014). Por essa razão, muitos fatores podem pôr em risco o sucesso das operações deflagradas pela Polícia Federal objetivando o combate a crimes cibernéticos tendo em vista que quanto maior o lapso temporal desde a instauração do inquérito policial até a fase ostensiva (deflagração) maior será a chance do autor do crime ficar impune, levando-se em consideração a possibilidade de mascaramento do usuário do IP (endereço exclusivo que identifica um dispositivo na internet) identificado no momento da transmissão de dados criminosos, perda de dados visto a possibilidade real e facilidade de troca/descarte de aparelhos telefônicos móveis, chips e cartões de memória ou computadores. Nesse sentido, é de extrema importância que o próprio Judiciário, quando da apreciação de cautelares (representação pela quebra de dados telefônicos/telemáticos, infiltração, busca e apreensão, prisão temporária ou preventiva, cooperação jurídica internacional) seja célere o bastante na apreciação do caso concreto especialmente considerando-se casos em que se possa estar diante de abusadores, dado o ineditismo das imagens transmitidas/armazenadas.

A agilidade da investigação levada a efeito na Polícia Federal é de fundamental importância para uma persecução penal adequada que culmine com a coleta dos indícios de autoria e materialidade do delito investigado. Nesse sentido, a agilidade no tratamento das notícias-crime, seja diretamente nas investigações proativas, seja na análise das notícias de fato que chegam às corregedorias de polícia, e sua conversão em inquérito policial é fundamental para o sucesso da deflagração de uma operação policial voltada ao combate de crimes cometidos em face da dignidade da criança e adolescente pela internet.

Tendo em vista que a realidade impõe certas restrições ligadas à capacidade de atendimento de todas as demandas que chegam à Polícia Federal, como o limite do número de policiais capacitados para o atendimento e investigação desses ilícitos, é natural definir um modelo de priorização para o gerenciamento do atendimento mais adequado dessas demandas, onde demandas consideradas com maior risco associado à natureza do fato a ser investigado devem ser priorizadas a fim de minimizar maiores danos às vítimas em potencial. Nesse sentido, este trabalho apresenta um modelo para classificação de demandas em grupos de prioridade e um sistema para gerenciamento de filas de demandas com níveis distintos de prioridade, com o objetivo de garantir um nível de atendimento adequado de acordo com o esperado para cada grupo.

1.1 OBJETIVOS

Considerando a relevância do tema dentro da Polícia Federal, o objetivo geral deste trabalho é apresentar um modelo para priorização no atendimento de demandas (notícias-crime) oriundas dos diversos canais de entrada da Polícia Federal relacionados ao tema acima proposto.

Para a consecução do objetivo geral, buscou-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver um modelo alternativo para gerenciamento de filas de atendimento com prioridade;
- Avaliar o desempenho do modelo de priorização frente a alternativas mais simples de gerenciamento;
- Desenvolver um modelo para classificação de notícias-crime em grupos de prioridade;
- Avaliar o potencial de aplicação do modelo para o gerenciamento de notícias-crime relacionadas à PI na Polícia Federal.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Uma vez delimitado o escopo da presente pesquisa e seus objetivos, com a metodologia de trabalho empregada, apresenta-se a base conceitual e a revisão da literatura relacionada à teoria das filas; o panorama do trabalho da PF no combate a

crimes cibernéticos em face da criança e adolescente, bem como os sistemas utilizados no órgão para a consecução destes fins. Na sequência, é analisada a casuística de crimes cibernéticos na Polícia Federal com dados das investigações dos últimos anos.

Posteriormente, apresenta-se um modelo proposto para alocação de notícias-crime em grupos de prioridade e um modelo para o gerenciamento de fila com prioridade na análise e atendimento dessas mesmas notícias-crime para celeridade e eficiência na deflagração de operações policiais voltadas ao combate aos crimes cibernéticos de posse e compartilhamento de imagens de abuso sexual de menores com a aplicação do modelo e os resultados obtidos, demonstrando que é possível obter um nível de serviço melhor a partir do modelo de priorização proposto neste trabalho.

2. BASE CONCEITUAL E REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo tem o objetivo de apresentar a base sobre a qual este trabalho foi desenvolvido. Inicialmente, apresenta-se o conceito de sistemas de filas e algumas considerações a respeito de seu estudo no âmbito da pesquisa operacional. Em seguida, apresenta-se um panorama das operações da Polícia Federal brasileira no combate a crimes cibernéticos contra a criança e o adolescente. Por fim, a última seção apresenta uma revisão da literatura acerca da casuística de crimes cibernéticos.

2.1. SISTEMAS DE FILAS

A fila de espera é uma realidade inerente à condição do homem em sociedade e pode ser observada em diferentes contextos, como a compra de ingressos para entrada em um espetáculo cultural/cinema, aguardar uma mesa em um restaurante concorrido da cidade, aguardar o atendimento em uma clínica médica ou em um banco, entre muitas possibilidades. Foi daí que surgiu a necessidade de estudo desse fenômeno, sendo que a primeira aplicação de teoria das filas que se tem notícia foi de autoria de Agner Kraup Erlang em 1878 (LONGARAY *et al.*, 2016).

A fila precisa ser entendida como um sistema que representa uma linha de pessoas, veículos ou objetos à espera de um atendimento/tratamento e, segundo Fogliatti e Mattos (2007), o sistema com fila é um processo pelo qual usuários de uma população chegam para receber um serviço, saindo do sistema assim que o serviço é entregue.

Hillier e Lieberman (2006) descrevem o processo básico pressuposto para um modelo baseado em filas, segundo o qual clientes, descritos como aqueles que necessitam de atendimento, chegam ao longo do tempo no sistema por uma determinada fonte de entrada e, após um período de tempo, um membro da fila é selecionado para o atendimento segundo uma regra (disciplina da fila). Uma vez que o cliente é atendido, de acordo com um procedimento próprio, este deixa o sistema.

Os autores acima também trazem o conceito de fonte de entrada, que tem relação com o tamanho e o número total de clientes que precisam de atendimento de tempos em tempos, ou seja, o número total de possíveis clientes distintos (população

solicitante). O tamanho pode ser finito ou infinito, de modo que a fonte de entrada poderá ser limitada ou ilimitada.

Frequentemente, o padrão pelo qual os clientes vão chegando ao longo do tempo em uma fila para atendimento é representado por meio de um *Processo de Poisson*, hipótese em que a chegada ao sistema ocorre aleatoriamente e a uma certa taxa média fixa (Processo Homogêneo de Poisson), independentemente da quantidade de clientes que já se encontram em espera, sendo o tamanho da fonte de entrada, portanto, infinito. Hipótese equivalente seria que a distribuição de probabilidade dos tempos entre chegadas consecutivas assume uma distribuição exponencial, a distribuição probabilística mais importante na teoria das filas (HILLIER e LIEBERMAN, 2006).

As variações dos sistemas de filas resultam em uma variedade de modelos, (ARENALES *et al.*, 2006) sendo os mais simples classificados conforme Kendall-Lee (A/B/s/k/N), onde:

A – Processo de chegada

B – Processo de atendimento

s – Número de atendentes (em paralelo)

C – Número máximo de clientes no sistema (capacidade)

K – Tamanho da população

N – Regra da fila (disciplina de atendimento)

O modelo *Markoviano/Markovian/Single* (M/M/s) é clássico e o mais simples, cujo nome deriva da distribuição Markoviana dos intervalos de chegada, os quais possuem uma distribuição exponencial independente e identicamente distribuída (HILLIER; LIEBERMAN, 2012).

O modelo acima (M/M/s) tem por base a relação entre a taxa média de chegada (λ) e a taxa média de serviço (μ), sendo que, para se garantir a estabilidade do sistema, a taxa total de serviços deve exceder a taxa de demanda ($\lambda < s\mu$), pois, do contrário, o sistema tornar-se-ia instável e a fila tenderia ao infinito.

Logo, têm-se as fórmulas do quadro abaixo para um sistema de fila em equilíbrio, isto é, a razão entre a taxa de formação de filas λ e a taxa de atendimento μ é menor que 1.

Figura 1. Fórmulas do sistema de fila em equilíbrio

Taxa média de chegada	λ
Taxa média de atendimento	μ
Taxa e utilização do Sistema	$\rho = \frac{\lambda}{c * \mu}$
Número médio de cliente na fila	$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu * (\mu - \lambda)}$
Tempo médio que o cliente fica na fila	$Wq = \frac{\lambda}{\mu * (\mu - \lambda)}$
Número médio de clientes no sistema	$Ls = \frac{\lambda}{(\mu - \lambda)}$
Tempo médio de espera no sistema	$Ws = \frac{1}{(\mu - \lambda)}$

Fonte: Silva (2015)

Diferentes modelos matemáticos analíticos podem ser encontrados na literatura especializada, mas tais modelos tendem a ter sua aplicabilidade limitada por conta de pressupostos simplificadores sobre os quais são desenvolvidos (HILLIER e LIEBERMAN, 2006). Como alternativa, modelos de simulação podem ser utilizados para lidar com problemas mais complexos; entretanto, tendem a demandar maior esforço computacional para a obtenção de resultados. De acordo com Prado (2017), um método muito conhecido e utilizado em simulações é o método de Monte Carlo: uma técnica de simulação que usa a geração de números aleatórios, obtidos a partir de distribuições de probabilidade previamente definidas.

Modelos de simulação têm sido particularmente úteis na análise de disciplinas alternativas para seleção de demandas em sistemas de filas. Sivaramasastry e colaboradores (2017) propuseram um modelo de priorização em sistemas de filas, classificando as demandas em dois tipos: tipo 1, que recebe prioridade, e tipo 2. O estudo utilizou simulação para avaliar duas políticas de atendimento. A primeira, preemptiva, permite interromper o atendimento de uma demanda do tipo 2 caso uma do tipo 1 ingresse no sistema. A segunda, não preemptiva, não permite essa interrupção. O modelo foi aplicado ao processamento de dados sobre o estado de saúde de aviões comerciais durante o voo. Já Leadebal Júnior (2021) empregou o

software de simulação ARENA para estudar a teoria de filas com prioridades, aplicando-a ao contexto de perícia documentoscópica em uma superintendência da Polícia Federal.

2.2. PANORAMA DO TRABALHO DA PF NO COMBATE A CRIMES CIBERNÉTICOS CONTRÁRIOS À DIGNIDADE SEXUAL DA CRIANÇA E ADOLESCENTE

A Polícia Federal inicia uma investigação visando coibir a prática de um crime a partir de uma notícia de fato que chegue a uma de suas unidades, seja via canal de denúncia próprio, requisição oriunda do Ministério Público, Judiciário ou via órgão central quando da recepção de *reports* (relatórios) via cooperação policial internacional (INTERPOL) e organizações não governamentais (ONG), como a SAFERNET Brasil e a NCMEC (*National Center for Missing and Exploited Children*). Nestes dois últimos casos, visando a repressão a crimes cibernéticos, especialmente os relacionados à exploração sexual infantil. A Polícia Federal pode ainda, por iniciativa própria, iniciar investigações para o combate a crimes contrários aos direitos humanos da criança e do adolescente através de ferramentas tecnológicas próprias de varredura da rede mundial computadores.

Segundo dados internos da PF, as operações deflagradas objetivando o combate aos crimes de ódio e pornografia infantil nos últimos cinco anos vêm aumentando conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2. Total de operações por ano.

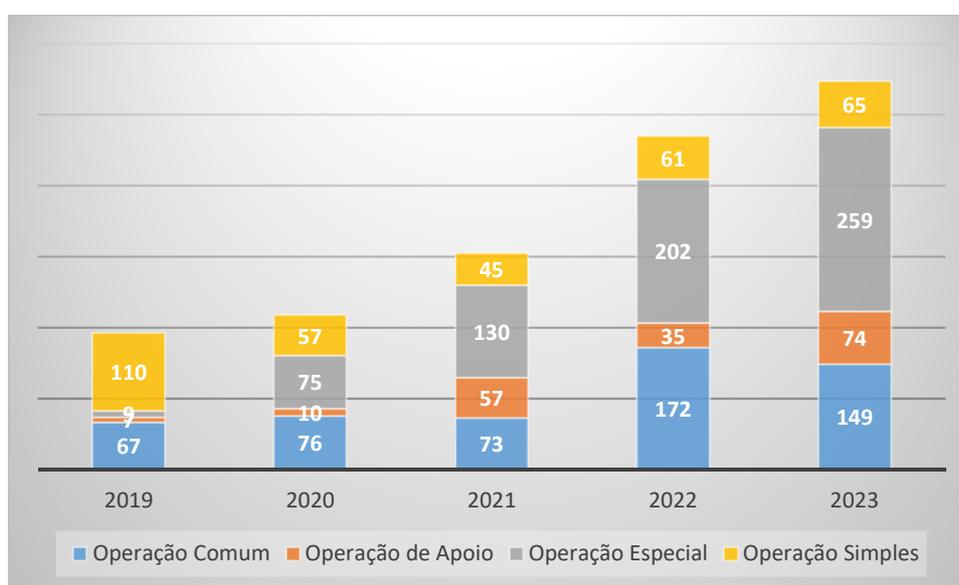


Fonte: Polícia Federal - modificado

Na PF, as operações policiais são classificadas em comuns, de apoio, especiais e simples, tendo em vista a necessidade de cálculo do índice de produtividade operacional (IPO). Nesse sentido, para a mensuração adequada da produtividade das unidades, foram criados pré-requisitos classificatórios das operações policiais.

Na Figura 3 tem-se o total de operações da PF deflagradas por tipo de operação, conforme critérios do IPO, visando a repressão a crimes de ódio e pornografia infantil de 2019 a 2023.

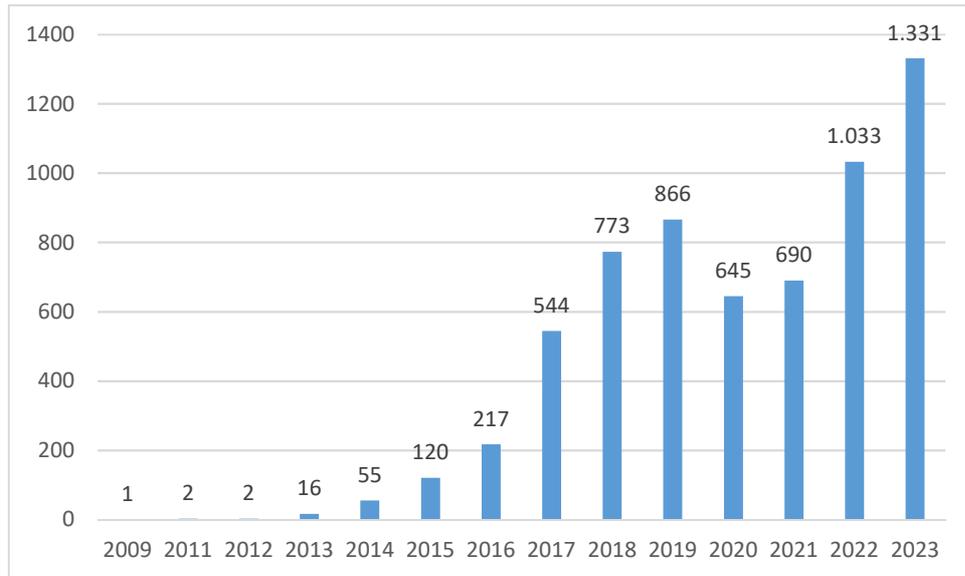
Figura 3. Total de operações da PF por tipo de operação visando ao combate a crimes contra dignidade sexual da criança e do adolescente



Fonte: Polícia Federal - modificado

Analisando-se os dados da PF nos últimos dez anos, no que se refere aos inquéritos instaurados para apuração da posse ou compartilhamento de imagens de pornografia envolvendo criança/adolescente ou estupro de vulnerável, percebe-se uma evolução gradual dos casos, com uma pequena queda no ano de 2020, possivelmente em razão da pandemia da Covid-19, conforme Figura 4.

Figura 4. Inquéritos instaurados na PF por ano de instauração



Fonte: Polícia Federal - modificado

Note-se que, em relação aos inquéritos acima, as principais notificações de crimes que chegam à PF dizem respeito ao compartilhamento de imagens de abuso sexual infanto-juvenil (quase 5.000 casos) e à posse dessas imagens indevidas (aproximadamente 4.000 casos).

Analisando-se os inquéritos acima citados, quanto à origem da informação que deu azo à instauração do procedimento, têm-se os dados da Figura 5.

Figura 5. Inquéritos instaurados por tipo de iniciativa



Fonte: Polícia Federal - modificado

2.2.1. SISTEMA RAPINA

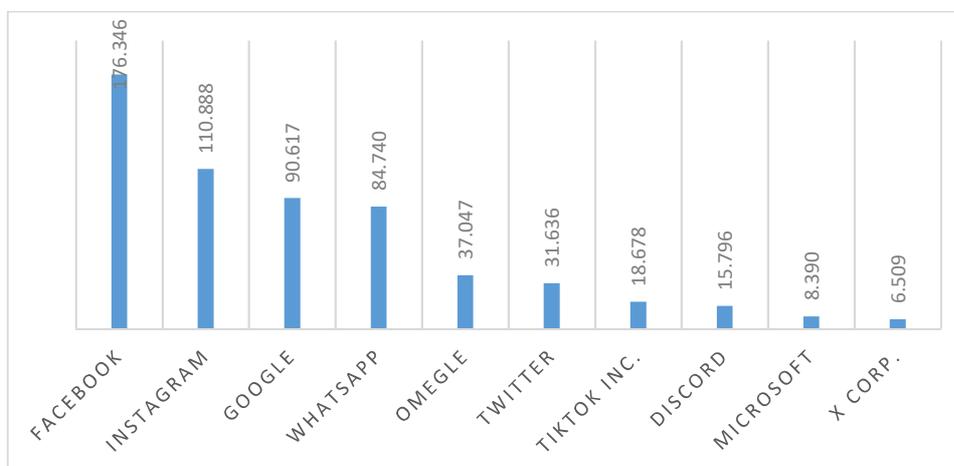
O RAPINA é um banco de dados e sistema automatizado em uso na Polícia Federal que permite a análise e correlação de *reports* da NCMEC associados à exploração sexual infanto-juvenil nacional. O objetivo do sistema é oferecer uma visão gerencial e sistêmica, correlacionando informações para uma atuação proativa e efetiva.

A NCMEC é uma organização não governamental que recebeu autorização do Congresso norte-americano para estabelecer um mecanismo centralizado de recebimento de informações sobre casos de exploração sexual infantil. Dessa maneira, os provedores de internet sediados nos Estados Unidos têm a obrigação legal de reportar à NCMEC o armazenamento, disseminação e divulgação de conteúdo relativo ao abuso sexual infanto-juvenil que trafeguem em suas redes.

Uma vez identificados suspeitos possivelmente alocados no Brasil, a NCMEC disponibiliza os relatórios à Polícia Federal por intermédio da CCASI/CGCIBER/DCIBER/PF (Coordenação de Repressão a Crimes Cibernéticos Relacionados ao Abuso Sexual Infantojuvenil).

O número de *reports* dos diversos provedores é grande, trazendo como desafio para a Polícia Federal a capacitação de quadros e o desenvolvimento de melhores estratégias visando à deflagração de operações policiais. Na Figura 06, temos o número de *reports* por provedor dos últimos 12 meses do NCMEC constante no sistema RAPINA.

Figura 06. Reports NCMEC por provedor dos últimos 12 meses



Fonte: Polícia Federal - modificado

2.2.2. SISTEMA CPS

O sistema CPS é uma ferramenta desenvolvida pela polícia dos Estados Unidos que permite às polícias monitorar áreas da internet onde os predadores sexuais se escondem através de redes ponto a ponto (*peer-to-peer*), cujos dados permitem às autoridades localizar, prender e processar infratores ligados à posse e compartilhamento de imagens contendo cenas de abuso sexual de menores.

O CPS fornece às autoridades uma visão mais abrangente de onde os cibercriminosos estão baixando e compartilhando conteúdo explícito proibido e é oferecido gratuitamente às agências policiais em todo o mundo. No Brasil, tanto a Polícia Federal quanto a Polícia Civil têm acesso à tecnologia, sendo necessária a capacitação de seus quadros para o uso dessa tecnologia. O CPS permite a busca de infratores em tempo real a partir de um estado, cidade ou localidade muito específica, incrementando ações de investigações e operações policiais voltadas a combater crimes contrários à dignidade da criança e do adolescente.

2.3. CASUÍSTICA DE CRIMES CIBERNÉTICOS

A prática de crimes através da rede mundial de computadores é uma realidade cada vez mais presente, ante a velocidade da inovação tecnológica que, a cada dia, permite surgimento de novos crimes e fraudes. Por essa razão, há necessidade de

que as agências policiais estejam em constante processo de atualização e capacitação, visando o combate à criminalidade organizada.

Inúmeras são as possibilidades de ações dos criminosos que se escondem através dos IPs de suas máquinas e na chamada *deep web*, objetivando o anonimato como forma de fuga e mitigação da responsabilização criminal de seus atos. Operações policiais internacionais, como a Gênesis em 2001, Falcon em 2004 e Koala em 2006, tornaram possível quebrar o anonimato dos protocolos de troca da internet e identificar muitos ciberpedocriminosos, permitindo uma melhor compreensão da natureza precisa dos crimes e a identificação da verdadeira identidade dos infratores (NIVEAU, 2010). Segundo o estudo proposto pelo citado autor, o objetivo era definir as características sociodemográficas e psicológicas, além de descrever a natureza dos atos criminosos cometidos por infratores presos pelo uso de pornografia infantil na internet, o que constitui crime na Suíça.

Hansmann e Eher (2020) identificaram aspectos relevantes de risco de abuso sexual de crianças por meio da análise de arquivos e protocolos de avaliação de 388 homens condenados por uma ofensa de contato contra vítimas menores de idade na Áustria, cujo resultado demonstrou que os homens do grupo de alto risco, de acordo com o RIC, representariam um risco substancial para a família para a qual retornariam ou permaneceriam, o que é indicativo de acompanhamento da criança/vítima e da família pelas agências CPS (ponto de entrada onde casos de abuso sexual infantil são relatados, investigados e encaminhados para intervenção).

Na Espanha, foram analisadas as características de homens adultos presos por crimes de posse e compartilhamento de imagens de abuso sexual de criança/adolescente, bem como as características de suas coleções (SOLDINOVA, CARBONELL-VAYÀA, e SEIGFRIED-SPELLARB, 2019). O referido estudo examinou ainda se havia diferenças entre os usuários das imagens e, em caso afirmativo, estabeleceu quais características distintivas entre os infratores reincidentes poderiam ajudar a identificá-los para fins de priorização em investigações policiais futuras. Vídeos e imagens contendo cenas que retratam crianças ou adolescentes sendo abusadas sexualmente são distribuídos tanto na internet indexada quanto na não indexada (*deep web*), podendo estar presentes em sites, fóruns, mídias sociais, aplicativos de conversa, serviços de mensagens e aplicações de compartilhamento de arquivos (STEEL et al., 2020; WESTLAKE, 2020).

As agências policiais têm utilizado cada vez mais ferramentas automatizadas para fins de detecção de imagens de abuso de menores, as quais, embora muito úteis, apresentam limitações devido à dependência de correspondência de mídia detectada com outra mídia previamente conhecida e catalogada por meio de técnicas de *hash* (algoritmo utilizado para atestar a integridade de um arquivo ou documento). Ao analisar mais de 23 milhões de relatórios da NCMEC, descobriu-se que 84% das imagens e 91% dos vídeos foram sinalizados apenas uma vez (GUERRA e WESTLAKE, 2021), o que demonstra certa fragilidade das ferramentas utilizadas atualmente.

Como alternativa, no Reino Unido, o *National Probation Service* foi um dos primeiros defensores da instalação de software de monitoramento remoto para infratores pós-condenação, como medida para permitir que a polícia ou equipe de gerenciamento de risco detecte comportamentos online inadequados com a captura de evidências em tempo real, visando à proteção da criança (LILLEY, 2016).

Segundo Dragan (2018), a popularização das redes sociais possibilitou a predadores/abusadores um novo local para o recrutamento de vítimas, ao contrário de parques, escolas, *shoppings* e *playgrounds*, sendo as plataformas de bate-papo um local propício para a identificação de potenciais vítimas, que muitas vezes, são atraídas por meio de perfis falsos, que enviam imagens de menores nus ou em contexto de abuso sexual com o objetivo de dessensibilizar gradualmente a vítima em relação ao conteúdo indevido; fazendo com que as vítimas menores acreditem que atos dessa natureza são naturais, de acordo com as imagens que lhes são exibidas (OST, 2002; ENEMAN, 2005). Tal ação, não raro, gera uma relação de dependência e extorsão em que a vítima vê-se obrigada a ceder ao abusador, enviando-lhe sempre, e cada vez mais, imagens e vídeos íntimos, chegando, inclusive, a casos de estupros virtuais e/ou presenciais, conforme verificado em recentes operações deflagradas pela Polícia Federal envolvendo a plataforma Discord, fato este amplamente divulgado na mídia brasileira.

Segundo pesquisas, os fornecedores de imagens de abuso sexual infantil distinguem-se em dois tipos, sendo um composto por aqueles interessados na obtenção de lucro e outro classificado como pedófilos hardcore que não estão interessados em dinheiro, mas na satisfação da própria lascívia. Este segundo grupo está em busca de imagens novas/inéditas (LEUKFELDT, JANSEN e STOL, 2014; AL-KHATER, et al., 2020). Esses dois perfis são claramente observados nas operações

realizadas pela Polícia Federal, sendo comum observar que aqueles interessados em lucro muitas vezes fazem uso da *deep web* como mecanismo de anonimato. As estimativas indicam que o lucro anual com imagens de abuso sexual de menores é da ordem de mais de três bilhões de dólares e existem mais de cem mil sites cujo objetivo principal é a venda dessas imagens (SCHELL, 2007).

Para Bourke e Hernandez (2009), a internet não criou um novo tipo de agressor, mas um novo tipo de ofensa, uma vez que pode ser indicativo de que esses criminosos podem ser molestadores de crianças não detectados, sendo a “pornografia infantil” indicativa de sua orientação sexual. Por essa razão, a deflagração de operações policiais voltadas para aqueles infratores detectados com grande número de imagens baixadas/disponibilizadas (trafegadas na rede) é de grande relevância, especialmente quando há imagens de abuso inéditas na rede, visto que, nesses casos é provável haver vítimas em convívio social com abusador.

Segundo pesquisa de Marcum et al. (2010), uma força-tarefa especializada e treinada aumenta o número de investigações voltadas ao combate à “pornografia infantil” pela internet, bem como o número de prisões. Razão pela qual não é diferente o entendimento da Polícia Federal, que optou por criar uma diretoria totalmente dedicada aos crimes cibernéticos, como visto anteriormente.

A presente pesquisa é inédita, uma vez que não foram encontrados trabalhos semelhantes, segundo os parâmetros pesquisados, razão pela qual mostra-se importante o presente trabalho na medida em que se busca melhor sistematizar o atendimento das demandas (notícias-crimes) que chegam à Polícia Federal, visando maior efetividade e eficiência.

3. MODELO DE GESTÃO DE FILA COM PRIORIDADES PARA GERENCIAMENTO DE DEMANDAS DE NOTÍCIAS-CRIME CONTRÁRIAS À DIGNIDADE SEXUAL DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

Na Polícia Federal, cada unidade, representada por uma superintendência regional nos estados ou uma delegacia descentralizada sediada no interior, deve observar os normativos internos da corporação no que se refere ao padrão de análise de notícias de fato, conversão destas em notícias-crime, distribuição e início formal da investigação com a instauração de um inquérito policial. Todo o percurso acima citado leva um determinado tempo.

Com relação à repressão aos crimes cibernéticos, muitas notícias de fato são extraídas dos próprios sistemas da Polícia Federal, onde equipes policiais devidamente treinadas analisam os *reports* e produzem informações de polícia judiciária que servem de base para o registro de uma notícia-crime. Considerando que são milhares de *reports* que chegam à Polícia Federal, seja através de compartilhamento de informações oriundas de órgãos parceiros como ONG ou cooperação policial via Interpol, seja através de denúncias enviadas por populares, o certo é que há necessidade de se organizar e priorizar aquilo que se pretende investigar.

Qualquer sistema de atendimento que tem uma capacidade de atendimento limitada e que esteja sujeito a um processo aleatório de chegada das demandas está sujeito à formação de filas de atendimento. A formação de filas pode resultar em longos tempos de espera e atrasos no atendimento de demandas, gerando insatisfação e, potencialmente, outros impactos negativos (WEISS e TUCKER, 2018). No caso da Polícia Federal, a espera de atendimento pode resultar na perda de evidências e indícios de autoria e materialidade dos crimes que são investigados, prejudicando a fase ostensiva da investigação quando da deflagração da operação policial. Diante disso, é certo que demandas consideradas mais urgentes, dada a gravidade dos fatores noticiados, devem ser priorizadas em detrimento de outras consideradas menos relevantes.

Observada a necessidade de um esquema de priorização dos casos que serão convertidos em inquéritos policiais, viabilizando a deflagração de uma operação policial, este capítulo propõe um sistema para gerenciamento de filas com um esquema de atendimento que funciona a partir da identificação das demandas em

grupos de prioridade distintos. Na seção 3.1, é apresentado um modelo de referência para gerenciamento de filas com grupos de prioridade. Na seção 3.2, é apresentada uma árvore de decisão construída para dividir as demandas da PF em grupos de prioridade distintos. Na seção 3.3, por fim, o modelo de gerenciamento de filas é aplicado ao contexto da PF, com o objetivo de avaliar a sua potencial contribuição para a melhoria no serviço prestado à sociedade.

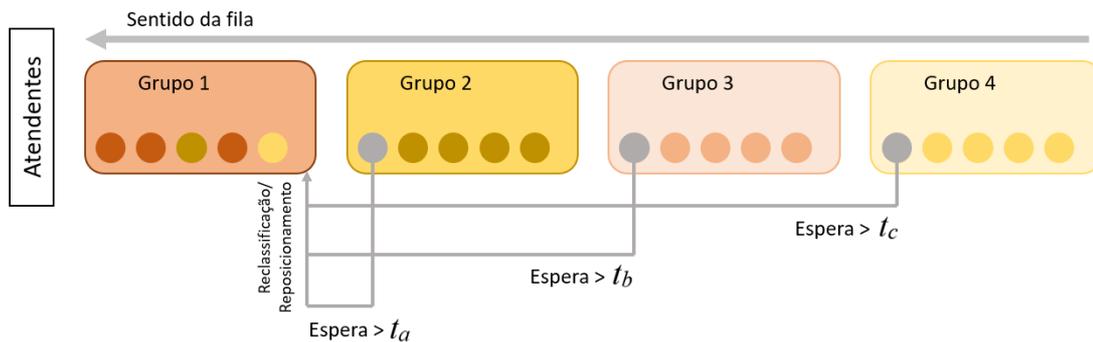
3.1. MODELO PARA GERENCIAMENTO DE FILAS COM GRUPOS DE PRIORIDADE

O modelo de referência para gerenciamento de filas considerado neste trabalho foi apresentado por Pegado, Silva e Alberti (2023). O trabalho citado teve como motivação inicial a observação de um problema de baixo desempenho de uma equipe de compras que centraliza o atendimento de demandas de uma empresa brasileira do setor siderúrgico. Um modelo de priorização para demandas em filas de atendimento foi então proposto, e seu desempenho foi avaliado e comparado ao modelo de atendimento padrão, em que demandas são atendidas segundo a sua ordem de chegada. Os autores apontam que o modelo proposto é aplicável a contextos de prestação de serviços onde a adoção de esquemas alternativos de priorização para atendimento não gera desconforto em clientes, que podem vir a se sentir injustiçados. Este é o caso do contexto abordado neste trabalho.

Em sua aplicação, Pegado, Silva e Alberti (2023), classificam as demandas que chegam ao setor de compras em quatro grupos. No Grupo 1 são enfileiradas, de acordo com a ordem de chegada, demandas urgentes provenientes de unidades estratégicas, enquanto no Grupo 2 são enfileiradas demandas urgentes provenientes de unidades não-estratégicas. No Grupo 3, por sua vez, são enfileiradas demandas não-urgentes provenientes de unidades estratégicas, enquanto no Grupo 4 são enfileiradas demandas não-urgentes provenientes de unidades não-estratégicas. Considerando-se um sistema de fila única, sabidamente mais eficiente na redução do tempo médio de espera em fila (BORDOLOI et al., 2023), e uma disciplina de atendimento não preemptiva, a fila é organizada a partir da ordenação dos grupos, com o Grupo 1 à frente, seguido, em ordem, pelos grupos 2, 3 e 4. Por fim, com o objetivo de evitar esperas excessivas em demandas de fora do Grupo 1, os autores incorporaram ao modelo um limiar de tempo específico para cada grupo (t_a , t_b e t_c ,

respectivamente), de modo que após esse tempo em espera, uma demanda é reclassificada e posicionada atrás das demandas enfileiradas no Grupo 1. A Figura 07 apresenta um esquema gráfico que ilustra o funcionamento do modelo proposto para organização do sistema de fila.

FIGURA 07 – Ilustração gráfica do sistema de gerenciamento de fila com o modelo proposto de priorização de demandas.



Fonte: PEGADO; SILVA & ALBERTI (2023)

O modelo proposto por Pegado, Silva e Alberti (2023) faz sentido quando o tempo de espera tolerado para finalizar o atendimento de uma demanda é maior quanto menor o seu nível de prioridade e/ou quando o nível de serviço desejado para cada grupo é maior quanto maior for o seu nível de prioridade. Os autores utilizam o termo “nível de serviço” para se referir à probabilidade de uma demanda de determinado grupo ser atendida em tempo menor ou igual ao tempo máximo de espera tolerado. Para a análise do desempenho do modelo de gerenciamento de filas proposto, os autores implementaram um modelo de simulação baseado no método de Monte Carlo.

Para fins de avaliação de desempenho, Pegado, Silva e Alberti (2023) consideraram a instância de um sistema sujeito a demandas que chegam com taxa média de uma demanda por hora, com 30% das demandas sendo provenientes de unidades tidas como estratégicas. Além disso, dentre as demandas provenientes de unidades estratégicas, 50% são classificadas como urgentes, ao passo que, entre as demandas provenientes de unidades não-estratégicas, 40% são classificadas como urgentes. Para as demandas urgentes, foram estabelecidas 3 horas como o tempo máximo tolerado para a conclusão do atendimento após a entrada da demanda na fila, enquanto para as demandas não-urgentes, a tolerância estabelecida foi de 6

horas. O tempo de atendimento (tempo para conclusão da tarefa demandada após início do atendimento) foi modelado como uma variável aleatória normalmente distribuída, com média igual a 1,5 horas e desvio-padrão igual a 0,5 hora. Nas condições apresentadas, verifica-se que o sistema deve contar com pelo menos 2 servidores para que a fila seja sustentável. Em uma de suas análises, os autores compararam o desempenho do sistema de fila com priorização de demandas (parametrizada com $t_a = 3h$, $t_b = 5h$ e $t_c = 7h$) com o modelo de atendimento por ordem de chegada (PEPS – Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair), considerando os casos com 2 e 3 servidores, sendo os resultados apresentados na Tabela 01.

TABELA 01 – Comparação dos modelos de gestão da fila, considerando a presença de 2 e 3 servidores. F_k em horas (tempo médio de permanência no sistema de fila) e NS_k em % (nível de serviço), para $k = 1, 2, 3$ e 4.

Modelo	n	NS_1	F_1	NS_2	F_2	NS_3	F_3	NS_4	F_4
PEPS	2	71,76	2,55	72,09	2,55	96,08	2,55	96,40	2,55
PEPS	3	97,57	1,64	97,54	1,64	100	1,64	100	1,64
Prioridade	2	93,21	1,91	86,53	2,14	94,82	2,47	85,70	3,28
Prioridade	3	99,14	1,59	98,56	1,61	99,98	1,64	99,82	1,70

Fonte: Pegado, Silva e Alberti (2023).

Os resultados obtidos mostram que o aumento de 2 para 3 servidores é suficiente para que o sistema alcance um alto nível de desempenho (nível de serviço superior a 95%) para todos os grupos de demandas, independentemente da disciplina da fila. Chama atenção a diferença entre os modelos considerados na análise no caso de apenas 2 servidores: no modelo de atendimento por ordem de chegada, os Grupos 1 e 2 são penalizados com níveis de serviço baixos, o que pode gerar muita insatisfação. Já com a aplicação do modelo de priorização, há menos disparidade entre os níveis de serviço ofertados aos quatro grupos, preservando-se um nível de serviço maior para as demandas provenientes de unidades estratégicas. Os autores argumentam que o modelo de priorização leva a um melhor aproveitamento dos recursos.

No presente trabalho, é proposta uma versão generalizada do modelo apresentado por Pegado, Silva e Alberti (2023), junto a um software desenvolvido para

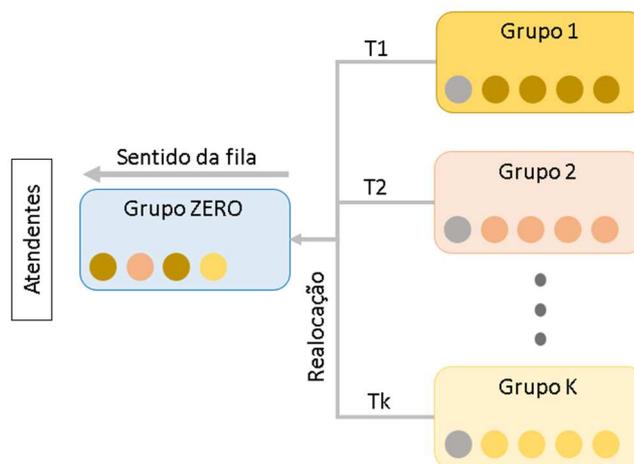
viabilizar a obtenção de resultados para a análise. O modelo generalizado considera um grupo prioritário chamado Grupo ZERO, onde se ordenam as demandas que serão atendidas. Cada demanda que chega ao sistema é alocada a um de K grupos de prioridade, onde permanece por um tempo T_k , até que seja realocada para o Grupo ZERO, onde será posicionada ao final da fila de atendimento. Caso algum servidor se encontre disponível e o Grupo ZERO esteja vazio, é chamada para atendimento a demanda posicionada à frente da fila no Grupo j , sendo j o menor número referente a um grupo não vazio.

Um modelo de simulação baseado no método de Monte Carlo foi implementado em linguagem Python, tendo como base o seguinte conjunto de pressupostos:

- a. As demandas que chegam ao sistema de fila podem ser classificadas em K grupos distintos.
- b. As demandas provenientes de cada grupo chegam ao sistema de fila de acordo com um Processo Homogêneo de Poisson com taxa conhecida.
- c. Após permanecer um tempo T_j no Grupo j ($j = 1, 2, \dots, K$), uma demanda é alocada para o Grupo ZERO, onde é posicionada ao final da fila de atendimento.
- d. As demandas no Grupo ZERO são organizadas em uma fila única, conforme ordem de chegada ao grupo.
- e. Uma vez iniciado o atendimento de uma demanda, ele deve ser finalizado antes que outra demanda seja atendida.
- f. O tempo necessário para a conclusão de uma tarefa do Grupo j é uma variável aleatória, que pode ser caracterizada por uma distribuição de probabilidade exponencial, normal ou triangular, com parâmetros conhecidos.
- g. Uma vez que o atendimento de uma demanda é concluído, ela deixa o sistema.
- h. O sistema de atendimento funciona de maneira contínua.

A Figura 08 apresenta um esquema gráfico que ilustra o funcionamento do modelo genérico proposto.

FIGURA 08 – Ilustração gráfica do sistema de gerenciamento de fila com o modelo genérico.



Fonte: Esta pesquisa (2024)

O modelo genérico foi implementado em Python, e um software foi desenvolvido para que qualquer usuário possa obter resultados para análise, uma vez que informe os parâmetros do modelo. O software, chamado SGFilas, está disponível ao público por meio do seguinte link de acesso: <https://sgfilas-6nwp7mzxskgf5yncqbv6rx.streamlit.app/>.

O SGFilas é um software em fase de protótipo que conta com duas camadas: uma camada de interface, onde o usuário informa os parâmetros, e uma camada lógica, onde o modelo de simulação é executado com os parâmetros informados. O sistema é simples e fácil de usar. Primeiro, o usuário deve informar o número de atendentes no sistema de filas e o número de grupos considerados para segmentação das demandas. Uma vez informado o número de grupos, são abertos os campos onde o usuário é solicitado a informar, para cada grupo, a taxa de chegada de demandas, o tempo máximo de espera tolerado (tempo de espera = tempo de espera em fila + tempo de atendimento), o tempo de espera para realocação das demandas ao grupo prioritário (Grupo ZERO), o tipo de distribuição de probabilidade para caracterizar o tempo de atendimento da demanda (não se considerando o tempo de espera na fila) e os seus parâmetros. Informados todos os parâmetros, o usuário deve clicar no botão “Executar Simulação” e aguardar a exibição dos resultados.

A Figura 09 apresenta alguns campos da interface do sistema SGFilas, em uma aplicação realizada com o objetivo de replicar os resultados obtidos por Pegado, Silva e Alberti (2023). É importante ressaltar que os resultados obtidos podem variar de uma aplicação para outra, pois o modelo considerado para análise é baseado em uma técnica de simulação; entretanto, o modelo foi elaborado de modo a garantir um bom nível de convergência sem que o seu tempo de execução seja muito longo.

Figura 09 – Elementos da interface do sistema SGFilas.

SGFilas	Grupo 1
Análise de sistemas de fila com esquema de priorização	
Insira as informações solicitadas nos campos abaixo	
Número de servidores: 2,00 - +	Taxa de chegada de demandas (grupo 1): 0,15 - +
Número de grupos para segmentação: 4,00 - +	Tempo máximo de espera tolerado (grupo 1): 3,00 - +
	Tempo de espera para realocação de demandas ao grupo prioritário (grupo 1): 0,00 - +
	Distribuição de probabilidade para o tempo de atendimento (grupo 1): Normal ▾
	Média do tempo de atendimento (grupo 1): 1,50 - +
	Desvio-padrão (grupo 1): 0,50 - +
<input type="button" value="Executar Simulação"/>	
Resultados da Simulação	
Nível de serviço alcançado para o Grupo 1: 93,78%	
Nível de serviço alcançado para o Grupo 2: 86,40%	
Nível de serviço alcançado para o Grupo 3: 94,80%	
Nível de serviço alcançado para o Grupo 4: 85,26%	

Fonte: Esta pesquisa (2024).

Verificado o potencial de melhoria para serviços com a implementação do modelo de gerenciamento de filas com prioridade e disponibilizado um sistema para facilitar análises numéricas, parte-se para uma análise específica voltada para o contexto da Polícia Federal. O primeiro passo envolve desenvolver um esquema para classificação das demandas referentes a notícias-crime, conforme apresentação na próxima seção.

3.2. ÁRVORE DE DECISÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DAS DEMANDAS

No contexto das ações realizadas no âmbito da Polícia Federal, onde são analisados *reports* oriundos de diversas bases de conhecimento e havendo necessidade de priorização das comunicações de crime para fins de conversão em inquérito policial, visando ajudar na tomada de decisão, é necessário implementar e utilizar uma árvore de decisão para a classificação das notícias-crime, determinando assim o fluxo mais adequado a ser seguido e priorizando os casos mais graves e que impactam no senso comum da comunidade/sociedade.

Segundo Nemrat e Benzaid (2015), considerando que os recursos são limitados, as árvores de decisão são um meio útil para a escolha entre diferentes opções, estratégias ou projetos, onde o padrão é identificado dividindo-se a tomada de decisão em etapas.

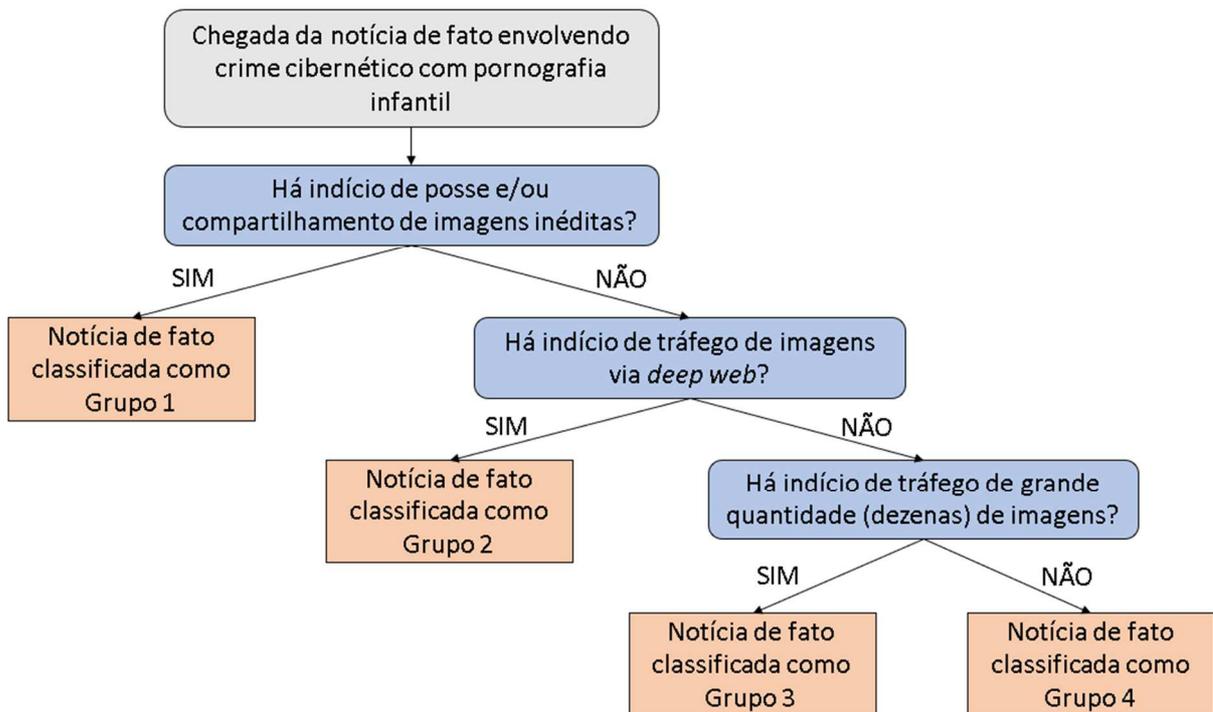
Uma árvore de decisão baseia-se em inferência indutiva, processo pelo qual se passa de exemplos concretos para modelos gerais, cujo objetivo é aprender como classificar objetos ou situações analisadas a partir de um conjunto de instâncias com classes conhecidas (QUINLAN, 1996). Nesse sentido, árvores menores são preferidas por serem mais fáceis de entender, além da maior precisão preditiva.

A classificação é uma metodologia aplicada em diversas áreas do conhecimento. Entre as técnicas desenvolvidas mais populares estão a classificação bayesiana (CHEESEMAN et al., 1988), redes neurais (BISHOP, 1995; RIPLEY, 1996), algoritmos genéticos (GOLDBERG, 1989) e árvores de decisão (BREIMAN et al., 1984).

Neste trabalho é proposta uma árvore de decisão para classificação das notícias-crime relacionadas à exploração sexual de crianças e adolescentes com base em fatores considerados relevantes na análise da priorização dos casos que devem desencadear uma resposta mais rápida do órgão, em face da gravidade do caso concreto, isto é, uma operação policial. A árvore de decisão foi elaborada a partir da identificação de fatores de risco apontados na literatura e pela vivência profissional na Polícia Federal. A Figura 10 apresenta a árvore de decisão proposta.

Conforme observado na árvore de decisão proposta, uma vez recebida uma notícia de fato de crime cibernético envolvendo pornografia infantil, a primeira questão a verificar é se o relato indica que um determinado usuário da internet tem posse ou compartilha imagens inéditas de abuso sexual cometido em face da criança/adolescente (imagens inéditas são detectadas por um sistema que as compara com o seu banco de dados). Esses casos são considerados prioritários, vez que podem ser indicativos da prática de estupro de vulnerável. Sendo assim, uma vez verificados indícios de posse e/ou compartilhamento de imagens inéditas, a notícia de fato é alocada ao grupo de prioridade 1.

Figura 10. Árvore de decisão para análise de notícias-crime de ilícitos cibernéticos contrários à dignidade sexual da criança e do adolescente.



Fonte: Esta pesquisa (2024).

O próximo fator a verificar é se a notícia de fato indica a posse ou compartilhamento de imagens de pornografia indevida que são trafegadas na *deep web*. Dado o meio utilizado para a prática criminosa, há uma demanda por investigações policiais mais complexas, que muitas vezes requerem técnicas especiais de investigação, além de ser sabido que em tais ambientes há a prática de crimes de toda ordem. É factível considerar a possibilidade de se descobrir/identificar grupos voltados para crimes de estupro virtual, venda de imagens de pornografia indevida, indução à mutilação e até mesmo estupro real, conforme já noticiado na mídia brasileira. Sendo assim, notícias que indicam tráfego na *deep web* são alocadas ao grupo de prioridade 2.

O último fator a ser considerado diz respeito à quantidade de imagens de abuso em posse ou sendo compartilhadas por um usuário da internet. A grande quantidade (ordem de centenas ou milhares) de imagens em posse ou compartilhadas indica um alto grau de periculosidade, visto que o usuário notificado pode ter grande propensão à prática de outros crimes contra crianças de seu convívio social. Alternativamente, o usuário pode ser alguém que obtém ganhos financeiros com o compartilhamento

dessas imagens indevidas. Sendo assim, em casos de posse e/ou compartilhamento em grande quantidade dessas imagens de abusos cometidos contra menores, a notícia de fato é alocada no grupo 3. Caso contrário, a notícia de fato é alocada no grupo 4, com menor prioridade, mas ainda recebendo atenção, visto que, apesar da detecção de poucas imagens no caso concreto, pode-se estar diante de um criminoso com predisposição à prática de outros crimes contra crianças e adolescentes, dado que o acesso a tais imagens de forma acidental é praticamente nulo.

A árvore de decisão é uma contribuição específica para o contexto da Polícia Federal, facilitando consideravelmente o processo de organização das demandas oriundas de notícias de fato em grupos de prioridade para atendimento.

Na próxima seção, uma aplicação numérica é realizada considerando o contexto da Polícia Federal.

3.3 APLICAÇÃO NUMÉRICA

Considerando a realidade vivenciada na Superintendência da Polícia Federal em Manaus/AM, a partir de entrevista com a chefia da DELECIBER, foi aplicada uma instância numérica para o modelo, na qual, em média, a unidade recebe uma demanda (notícia de fato) por dia ($\lambda_{\text{total}} = 1 \text{ dia}^{-1}$). As demandas se dividem entre os quatro grupos de prioridade identificados na seção anterior, sendo que 15% delas correspondem ao Grupo 1 ($\lambda_1 = 0,15 \text{ dia}^{-1}$), 75% ao Grupo 2 ($\lambda_2 = 0,75 \text{ dia}^{-1}$), 5% ao Grupo 3 ($\lambda_3 = 0,05 \text{ dia}^{-1}$) e 5% ao Grupo 4 ($\lambda_4 = 0,05 \text{ dia}^{-1}$).

O tempo para atendimento de uma demanda individual por uma força de trabalho foi modelado como uma variável aleatória normalmente distribuída, com média igual a 15 dias e desvio-padrão igual a 2 dias. Já o tempo máximo tolerado para o período entre a entrada da demanda na fila e a conclusão do seu atendimento é de 20 dias para demandas do Grupo 1, enquanto para o atendimento de demandas dos grupos 2, 3 e 4, considerou-se 30, 40 e 50 dias, respectivamente. Esse limite foi considerado para calcular o nível de serviço para cada grupo (probabilidade de uma demanda ser concluída no prazo tolerado).

Segundo um princípio básico da Teoria de Filas, para que uma fila não cresça infinitamente, o número de atendentes deve ser superior à razão entre a taxa de chegada de demandas e a taxa de atendimento para um único servidor, sendo esta última calculada como o inverso do tempo médio de atendimento por demanda ($n > \lambda$

/ μ). Com os dados apresentados, conclui-se que, no cenário estudado, são necessárias pelo menos 16 forças de trabalho potencialmente disponíveis para que o gerenciamento da fila seja sustentável, dado que a razão entre a taxa de chegada de demandas e a taxa de atendimento por servidor é igual a 15.

O nível de serviço para cada grupo, considerando um cenário sem priorização e com priorização (parâmetros $T_1 = 0$, $T_2 = 10$, $T_3 = 20$ e $T_4 = 30$) são apresentados na Tabela 02. A parametrização do modelo de gestão de fila com priorização foi obtida a partir de uma heurística simples, que considera a diferença do tempo máximo tolerado de cada grupo com relação ao grupo de maior prioridade (Grupo 1).

TABELA 02. Resultados da aplicação numérica.

Modelo de fila	Nº de forças de trabalho	Nível de serviço (%)			
		NS ₁	NS ₂	NS ₃	NS ₄
Sem priorização	16	60	89	97	99
	17	81	98	99	100
	18	91	99	100	100
	19	96	100	100	100
Com priorização $T_1 = 0$, $T_2 = 10$, $T_3 = 20$, $T_4 = 30$	16	88	90	89	89
	17	97	99	98	98
	18	99	100	100	100
	19	99	100	100	100

Fonte: Esta pesquisa (2024).

Os resultados demonstram que, com o modelo de priorização, é possível obter um nível de serviço melhor para os grupos 1 e 2, mesmo quando se conta com apenas 16 forças de trabalho. Isso é particularmente relevante para o Grupo 1, que envolve casos de maior gravidade. Verificou-se que é possível obter um nível de serviço superior a 95% para o Grupo 1 com 17 forças de trabalho. Já no modelo sem priorização, são necessárias 19 forças de trabalho (2 a mais), para obter tal resultado. O modelo com priorização mostra, portanto, um desempenho melhor, garantindo um uso mais eficiente de recursos limitados.

3.4 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

Os resultados apresentados mostram que a aplicação do modelo de gestão de filas com grupos de prioridade tem muito a contribuir com a melhora do serviço prestado pela Polícia Federal no combate a crimes contrários à dignidade sexual da criança e do adolescente. A sistemática de classificação apresentada na seção 3.2 é simples e útil para aplicação na prática. Considerando que o trâmite das notícias-crime na Polícia Federal ocorre por meio do sistema ePol — um sistema cartorário que gerencia toda a investigação —, é possível utilizar marcadores para identificar e priorizar os casos conforme os critérios propostos. Essa funcionalidade permitiria maior agilidade no fluxo das demandas, evitando que fiquem represadas em diferentes setores antes de chegarem à delegacia responsável, o que resultaria em maior eficiência no trabalho.

O modelo proposto mostra-se adequado não apenas para dar apoio ao gerenciamento de notícias de fato relacionadas a crimes cibernéticos envolvendo posse e compartilhamento de imagens de abuso sexual de menores, mas também para ser aplicado a outras delegacias especializadas da Polícia Federal, bastando, para isso, adotar critérios adequados para priorização no atendimento das demandas. Por exemplo, na DELECOR (Delegacia de Repressão à Corrupção e Crimes Financeiros), poderiam ser priorizadas notícias-crime que indiquem possíveis desvios de recursos da ordem de X milhões em processos licitatórios suspeitos. Nesse caso, seriam considerados fatores como o montante de recursos públicos envolvidos, o número de processos sob suspeita e a origem das verbas públicas, como aquelas provenientes dos Ministérios da Saúde ou da Educação, em observância ao princípio da eficiência. Outra possibilidade de aplicação envolve o gerenciamento dos esforços no combate a crimes ambientais.

Evidencia-se, por meio deste trabalho, a possibilidade de melhorar o serviço prestado pela Polícia Federal em diversos campos, sem que isso implique em mudanças muito significativas nos procedimentos de trabalho atuais, o que torna mais fácil a implementação do modelo proposto na gestão do atendimento de demandas.

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou um modelo para a gestão de filas de atendimento considerando grupos de prioridade, com aplicação no contexto da Polícia Federal do Brasil, especificamente na gestão de notícias de fato relacionadas a crimes cibernéticos contrários à dignidade sexual de crianças e adolescentes. O modelo proposto demonstrou-se eficaz na melhoria do nível de serviço ofertado, especialmente nos casos mais críticos, que envolvem risco aumentado de abuso sexual.

A aplicação do modelo considerando a realidade de uma delegacia no Estado do Amazonas evidenciou resultados significativos em comparação ao método tradicional de atendimento por ordem de chegada. Em termos de desempenho, com a delegacia contando com 17 forças de trabalho, a implementação do sistema de priorização resulta em um nível de serviço estimado em 97% para o grupo de maior risco. Em contraste, quando mantido o número de forças de trabalho, o modelo tradicional obtém um nível de serviço de apenas 81% para o grupo de maior risco. Ressalta-se que o nível de serviço é mensurado pela probabilidade de uma demanda ter o seu atendimento devidamente concluído dentro do prazo tolerado para a mesma.

Além disso, foi desenvolvido o software SGFilas, que apresenta os resultados obtidos com a simulação do modelo proposto. A ferramenta, simples e de fácil utilização, permite a realização de análises para otimizar a parametrização do processo de gestão de filas, facilitando sua implementação e uso.

O impacto deste trabalho se estende a diversas áreas. Na dimensão social, contribui para a melhoria da resposta a crimes cibernéticos contrários à dignidade sexual de crianças e adolescentes, com potencial para reduzir a ocorrência de crimes de abuso sexual. No âmbito econômico, o modelo permite uma alocação mais eficiente de recursos limitados, tornando o processo de atendimento mais sustentável financeiramente. Além disso, o modelo apresenta potencial para adaptação à gestão de demandas relacionadas a crimes ambientais, como o desmatamento em áreas protegidas, refletindo a flexibilidade e aplicabilidade da abordagem.

Por fim, este trabalho contribui tanto para a literatura quanto para a prática da gestão de filas, oferecendo uma solução escalável e eficiente para o atendimento de demandas com diferentes níveis de prioridade. A validação do modelo no contexto da

Polícia Federal comprova sua viabilidade e aplicabilidade, abrindo caminho para sua adaptação a outros contextos, que podem ser endereçados em trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

AL-KHATER, W. A. et al. Comprehensive review of cybercrime detection techniques. 2020. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9146148> . Acesso em: 21 nov. 2023.

AL-NEMRAT, A.; BENZAID, C. Cybercrime profiling: decision-tree induction, examining perceptions of Internet risk and cybercrime victimisation. In: 2015 IEEE Trustcom/BigDataSE/ISPA, Helsinki, Finland, 2015. p. 1380-1385. DOI: 10.1109/Trustcom.2015.534. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7345442> . Acesso em: 19 abr. 2024.

ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

BISHOP, Christopher M. Neural networks for pattern recognition. Oxford University Press, 1995. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=T0S0BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Bishop,+C.M.+1995.+Neural+Net+works+for+Pattern+Recognition.+New+York:+Oxford+University+Press&ots=jO3WvI4Bmh&sig=Z9P67U6kVTqp6bT8lf5ByuUirZc#v=onepage&q&f=false> . Acesso em: 19 abr. 2024.

BORDOLOI, S.; FITZSIMMONS, J.; FITZSIMMONS, M. Service management: operations, strategy, information technology. 10. ed. New York: McGraw-Hill, 2023.

BOURKE, M. L.; HERNANDEZ, A. E. The ‘Butner Study’ redux: a report of the incidence of hands-on child victimization by child pornography offenders. Journal of Family Violence, v. 24, p. 183–191, 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10896-008-9219-y> . Acesso em: 21 nov. 2023.

BRASIL. 13 de jul. 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18069.htm . Acesso em: 21 out. 2023.

BRASIL. 2 de ago. 2013. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2013/lei/l12850.htm . Acesso em: 21 out. 2023.

BRASIL. 20 de jun. 2013. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2013/lei/l12830.htm . Acesso em: 21 out. 2023.

BRASIL. 23 de abr. 2014. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2014/lei/l12965.htm . Acesso em: 21 out. 2023.

BRASIL. 24 de jan. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/pf/pt-br/composicao/diretoria-de-combate-a-crimes-ciberneticos> . Acesso em: 13 out. 2023.

BRASIL. Constituição Federal, 05 de out. 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm . Acesso em: 13 out. 2023.

BRASIL. Constituição Federal, 05 de out. 1988b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm . Acesso em: 11 nov. 2023.

BRASIL. Constituição Federal, 05 de out. 1988c. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm . Acesso em: 11 nov. 2023.

BRASIL. Polícia Federal. Índice de Produtividade Operacional – Descrição da Metodologia – Ano 2022. 2022. Disponível em: <https://palas.dpf.gov.br/app/wa/file/cmp/proc/ipo-criterios-2022.pdf> . Acesso em: 21 out. 2023.

BRASIL. Polícia Federal. Índice de Produtividade Operacional – Descrição da Metodologia – Ano 2022. 2022b. Disponível em: <https://palas.dpf.gov.br/app/wa/file/cmp/proc/ipo-criterios-2022.pdf> . Acesso em: 21 out. 2023.

BREIMAN, Leo. Classification and regression trees. Routledge, 2017. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781315139470/classificatio-n-regression-trees-leo-breiman-jerome-friedman-olshen-charles-stone> . Acesso em: 19 abr. 2024.

BRIGGS, P.; SIMON, W. T.; SIMONSON, S. An exploratory study of internet-initiated sexual offences and the chat room sex offender: has the internet enabled a new typology of sex offender? Sexual Abuse: A Journal of Research and Treatment, v. 23, p. 72–91, 2011.

BROCKMAN, J. Child sex as Internet fare, through eyes of a victim. New York Times, 6 abr. 2006. Disponível em: <http://www.nytimes.com/2006/04/05/washington/05porn.html>.

CALCARA, Giulio. The role of Interpol and Europol in the fight against cybercrime, with particular reference to the sexual exploitation of children online and child pornography. Masaryk University Journal of Law and Technology, 2013, v. 7, n. 1.

CHAWKI, M. Online child sexual abuse: the French response. Journal of Digital Forensics, Security, and Law, v. 4, n. 4, 2009.

CHEESEMAN, Peter et al. Autoclass: a Bayesian classification system. In: Machine Learning Proceedings 1988. Morgan Kaufmann, 1988. p. 54-64. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780934613644500116> . Acesso em: 19 abr. 2024.

DRAGAN, Alin T. Child pornography and child abuse in cyberspace. *Journal of Legal Studies*, 2018. Disponível em: <https://www.proquest.com/docview/2326859042/3E7F5D070C954F48PQ/1?accountid=195994> . Acesso em: 21 nov. 2023.

EGGESTEIN, Jasmine V.; KNAPP, Kenneth J. Fighting child pornography: a review of legal and technological developments. *Journal of Digital Forensics, Security and Law*, v. 9, n. 4, art. 3, 2014.

ENEMAN, Marie. The new face of child pornography. 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/324951511_The_New_Face_of_Child_Pornography . Acesso em: 24 nov. 2023.

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

GOLDBERG, D. E. Genetic algorithms in search, optimization and machine learning. Morgan Kaufmann, 1989.

GUERRA, Enrique; WESTLAKE, Bryce G. Detecting child sexual abuse images: traits of child sexual exploitation hosting and displaying websites. *Child Abuse & Neglect. Elsevier Journal*, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0145213421004051?via%3Dihub> . Acesso em: 13 nov. 2023.

HANSMANN, Brigitte C.; EHER, Reinhard. Assisting decisions in child protection service institutions with the RIC – the risk indication in child sexual abuse. *Child Abuse & Neglect. Elsevier Journal*, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0145213420303070?via%3Dihub> . Acesso em: 13 nov. 2023.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. Introdução à pesquisa operacional. 8. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

KINGSTON, D. A.; FEDOROFF, P.; FIRESTONE, P.; CURRY, S.; BRADFORD, J. M. Pornography use and sexual aggression: the impact of frequency and type of pornography use on recidivism among sexual offenders. *Aggressive Behavior*, v. 34, n. 4, p. 341–351, 2008.

LEADEBAL JUNIOR, R. A. F. Aplicação da teoria das filas, com prioridades, à área de perícia documentoscópica de uma superintendência da polícia federal. *Revista Brasileira de Ciências Policiais*, v. 12, n. 5, p. 301-330, 2021.

LEUKFELDT, E. Rutger; JANSEN, Jurjen; STOL, Wouter P. Child pornography, the Internet and juvenile suspects. *Journal of Social Welfare and Family Law*, v. 36, n. 1, p. 3-13, 2014. DOI: 10.1080/09649069.2013.851178. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09649069.2013.851178> . Acesso em: 21 nov. 2023.

LILLEY, Claire M. The role of technology in managing people who have been convicted of Internet child abuse image offences. *Child Abuse Review*, v. 25, p. 386–398, 2016.

Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/car.2444> . Acesso em: 21 nov. 2023.

LONGARAY, A. A.; SANTOS, A. C.; MUNHOZ, P. R.; CASTELLI, T. M. Análise da disciplina de filas no atendimento ao cidadão em agências da previdência social: um estudo de caso. *Revista de Gestão em Sistemas de Saúde*, v. 5, n. 1, p. 105-119, jan./jun. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5585/rgss.v5i1.166> .

MALHOTRA, N. K. *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. Bookman Editora, 2012.

MARCUM, C. D. et al. Policing possession of child pornography online: investigating the training and resources dedicated to the investigation of cyber crime, 2010. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1350/ijps.2010.12.4.201> . Acesso em: 24 nov. 2023.

MOTIVANS, M.; KYCKELHAHN, T. Federal prosecution of child sex exploitation offenders, 2006. 2007. Retrieved from Bureau of Justice Statistics: <http://bjs.ojp.usdoj.gov/content/pub/pdf/fpcseo06.pdf> .

NIVEAU, Gérard. Cyber-pedocriminality: characteristics of a sample of Internet child pornography offenders. *Child Abuse & Neglect*. Elsevier Journal, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0145213410001481?via%3DiHub> . Acesso em: 13 nov. 2023.

OST, Suzanne. Children at risk: legal and societal perceptions of the potential threat that the possession of child pornography poses to society. *Journal of Law and Society*, 2002. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1467-6478.00227> . Acesso em: 24 nov. 2023.

PEGADO, F. S. P.; SILVA, A. R. S.; ALBERTI, A. R. Proposição e análise de um modelo de priorização de demandas para a melhoria do desempenho na gestão de filas de atendimento. XXX Simpósio de Engenharia de Produção. UNESP, 2023.

PRADO, D. *Teoria das filas e da simulação*. 6. ed. Nova Lima, MG: Falconi, 2017.

QUINLAN, J. Ross. Learning decision tree classifiers. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, v. 28, n. 1, p. 71-72, 1996. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Learning+Decision+Tree+Classifiers&btnG= . Acesso em: 19 abr. 2024.

RASTOGI, Rajeev; SHIM, Kyuseok. PUBLIC: a decision tree classifier that integrates building and pruning. *Data Mining and Knowledge Discovery*, v. 4, p. 315-344, 2000. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1009887311454> . Acesso em: 19 abr. 2024.

RIEK, M.; BOHME, R.; MOORE, T. Measuring the influence of perceived cybercrime risk on online service avoidance. 2015. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7056466> . Acesso em: 24 nov. 2023.

RIPLEY, Brian D. Pattern recognition and neural networks. Cambridge University Press, 2007. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=m12UR8QmLqoC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Ripley,+B.D.+1996.+Pattern+Recognition+and+Neural+Networks.+Cambridge:+Cambridge+University+Press.&ots=aQInkHVk1i&sig=vqsvqx7Do0Ss1bf8C-cNX3TBjSl#v=onepage&q=Ripley%2C%20B.D.%201996.%20Pattern%20Recognition%20and%20Neural%20Networks.%20Cambridge%3A%20Cambridge%20University%20Press.&f=false> . Acesso em: 19 abr. 2024.

SANTOS, André Luiz et al. Otimização de processo: aplicação da teoria de filas em uma empresa do setor de vendas. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2018. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_263_511_35488.pdf . Acesso em: 20 jul. 2024.

SCHELL, Bernadette H. et al. Cyber child pornography: a review paper of the social and legal issues and remedies – and a proposed technological solution. Elsevier, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359178906000401?via%3Dihub> . Acesso em: 21 nov. 2023.

SILVA, Ramon Gomes da; OLIVEIRA, Alef Berg de; FARIAS, Thulio de Oliveira; SILVA, Igor Cruz da. Aplicação da teoria das filas no sistema de filas de uma empresa do ramo de panificação de médio porte. Engep, 2015. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/tn_sto_211_252_26684.pdf . Acesso em: 20 jul. 2024.

SOARES, J. G. Uma avaliação do processo de chegadas no Restaurante Universitário da UFOP. 94 f. Monografia (Graduação em Estatística) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

SOLDINOVA, Virginia; CARBONELL-VAYÀA, Enrique; SEIGFRIED-SPELLARB, Kathryn. Criminological differences between child pornography offenders arrested in Spain. Child Abuse & Neglect. Elsevier Journal, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0145213419303552?via%3Dihub> . Acesso em: 13 nov. 2023.

STEEL, C. M.; NEWMAN, E.; O'ROURKE, S.; QUAYLE, E. Uma revisão integrativa das tendências históricas de uso de tecnologia e contramedidas no abuso sexual infantil on-line infratores materiais de exploração. Forensic Science International: Investigação Digital, v. 33, art. 300971, 2020.

UNICEF. 1989. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/convencao-sobre-os-direitos-da-crianca> . Acesso em: 13 out. 2023.

UNICEF. 2002. Disponível em: https://www.unicef.org/brazil/convencao-sobre-os-direitos-da-crianca#protocolo_venda . Acesso em: 13 out. 2023.

WEISS, E. N.; TUCKER, C. Queue management: elimination, expectation, and enhancement. *Business Horizons*, v. 61, n. 5, p. 671-678, 2018.