

FALC : Ferramenta para Análise de Dados sobre Laudos Periciais Criminais

Leonardo M. Souza¹, Vanessa C. O. Souza¹

¹Instituto de Matemática e Computação – Universidade Federal de Itajubá (IMC-UNIFEI)
Caixa Postal 50 – 37500-903 – Itajubá – MG – Brasil

Abstract. *The Civil Police of Minas Gerais (PCMG) uses information about the execution of expert reports to support the corporation's actions. Despite the relevance of this data in decision-making, forensics experts currently extract and manipulate data manually. This work proposes and develops an application that allows experts to obtain and analyze consolidated data on criminal expert reports with less effort. The methodological approach was the Design Science Research - DSR. The research was prescriptive and generated an artifact as a proof of concept of the system. The quantitative approach was used in the analysis of the results. The results were satisfactory, and the developed artifact reduced the problem in the real context it had been designed.*

Resumo. *A Perícia Criminal de Minas Gerais utiliza informações sobre a execução de laudos periciais para subsidiar ações da corporação. Apesar da relevância desses dados na tomada de decisão, atualmente os peritos extraem e manipulam os dados manualmente. Este trabalho propõe e desenvolve uma solução computacional que propicia aos peritos obter e analisar os dados consolidados sobre laudos periciais criminais com menos esforço. A abordagem metodológica foi a Design Science Research - DSR. A pesquisa foi prescritiva e o artefato gerado como prova de conceito do sistema. A análise dos resultados foi feita com abordagem quantitativa. Os resultados foram satisfatórios e o artefato desenvolvido diminuiu o problema no contexto real para o qual havia sido projetado.*

1. Introdução

Como parte da estrutura da Polícia Civil de Minas Gerais (PCMG), a Perícia Criminal desempenha o papel de realizar levantamentos de locais de crimes, exames médico-legais e biológicos e fomentar conclusões acerca de delitos. O resultado de tais funções são os laudos periciais. Informações sobre a execução desses laudos são gerenciadas pelo Sistema de Informatização e Gerenciamento dos Atos de Polícia Judiciária (PCNet). Cada laudo executado representa um crime e, por isso, a análise desses dados é importante para subsidiar o planejamento de estratégias de ações policiais, possibilitando maior agilidade e assertividade em suas decisões. No entanto, no sistema PCNet os peritos criminais extraem e manipulam manualmente planilhas mensais que contém dados sobre todos os laudos concluídos no Estado. O sistema não oferece interfaces de análise visual e consultas seletivas. Como os dados são volumosos, o processamento manual é custoso.

Para [Cândido et al. 2005], dentre as deficiências informacionais mais comuns encontradas nas organizações estão o fluxo de informação inadequado, subutilização das tecnologias de informação e a tomada de decisão permeada pela insegurança e imprecisão,

uma vez que não se consegue processar as informações e colocá-las à serviço das decisões mais urgentes. Por esses motivos, as organizações devem gerenciar a informação de forma integrada, a fim de usá-la no momento da tomada de decisão. Por isso, toda organização deve obter, processar, usar e disseminar informações, que é ao mesmo tempo, produto e insumo do processo decisório. No entanto, há um desafio em alinhar os recursos de TI à estratégia de negócio das organizações [Cavalcante et al. 2020]. Especialmente no que se refere ao tratamento adequado da informação.

Considerando o valor organizacional dos dados consolidados sobre laudos periciais persistidos no PCNet e a dificuldade para explorá-los, peritos da PCMG demandaram por uma solução sistêmica para o problema. Ou seja, um produto de *software* que facilite o dia-a-dia, de forma que tenham mais celeridade na obtenção das informações que subsidiam decisões operacionais e estratégicas.

Neste sentido, a pesquisa buscou investigar quais estratégias computacionais facilitadoras poderiam ser desenvolvidas para auxiliar os peritos criminais em suas atividades de análise dos dados do PCNet ¹. A investigação culminou na implementação de uma solução computacional que propicia diferentes formas de análise visual e extrações seletivas aos dados consolidados sobre laudos periciais. O sistema desenvolvido foi classificado como um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) e recebeu o nome de *FALC* : Ferramenta para Análise de dados sobre Laudos periciais Criminais.

A *FALC* buscou diminuir o esforço necessário para acessar e manipular os dados até então apenas presentes no PCNet, propiciando aos peritos análises mais complexas e em menor tempo. Essa foi a principal contribuição do trabalho. Como contribuição secundária, espera-se que o melhor uso desses dados gerem informações mais assertivas para a gestão da PCMG.

Este trabalho está dividido da seguinte forma: A seção 2 apresenta a abordagem metodológica escolhida - DSR. A seção 3 apresenta a identificação do problema e definição dos objetivos. A modelagem e o desenvolvimento da solução proposta são apresentados na seção 4. O artefato é apresentado na seção 5 e sua avaliação na seção 6. A seção 7 apresenta as considerações finais.

2. Abordagem Metodológica

Considerando a demanda real dos peritos, neste trabalho a abordagem metodológica escolhida foi a *Design Science Research* - DSR [Peffers et al. 2007]. A DSR é um metamodelo descrito como uma série de etapas para criar e avaliar um artefato para resolver um problema prático [Leoz and Petter 2018]. O artefato deve resolver um problema importante: ou seja, ser relevante. Ele também deve ser inovador, abordando um problema não resolvido ou um problema já resolvido de uma forma mais eficaz ou eficiente [Geerts 2011].

[Peffers et al. 2007] desenvolveram um modelo para explicar as atividades associadas à condução de DSR e servir como um modelo mental para os pesquisadores [Leoz and Petter 2018, Geerts 2011]. Esse modelo foi chamado de DSRM - *Design Science Research Methodology* e é apresentado na Figura 1.

A DSRM tem sido uma estratégia importante na pesquisa de sistemas de apoio à

¹O sistema PCNet gerencia diversos dados da PCMG. Neste trabalho, a referência aos dados do PCNet trata exclusivamente das planilhas consolidadas sobre laudos periciais finalizados.

decisão [Arnott and Pervan 2012]. É uma abordagem com foco em dois objetivos principais [Oyelere et al. 2018]: 1) A modelagem e implementação de uma solução completa (artefato) para resolver um problema prático. No caso deste estudo, o contexto real é a necessidade dos peritos criminais em analisar os dados consolidados sobre laudos periciais; e 2) Deve-se expandir a base de conhecimento existente relacionada à área de pesquisa. Neste trabalho, as informações científicas estão relacionadas à análise e desenvolvimento das estratégias facilitadoras sobre os dados periciais, envolvendo as formas de visualização disponibilizadas na plataforma desenvolvida e a avaliação da plataforma.

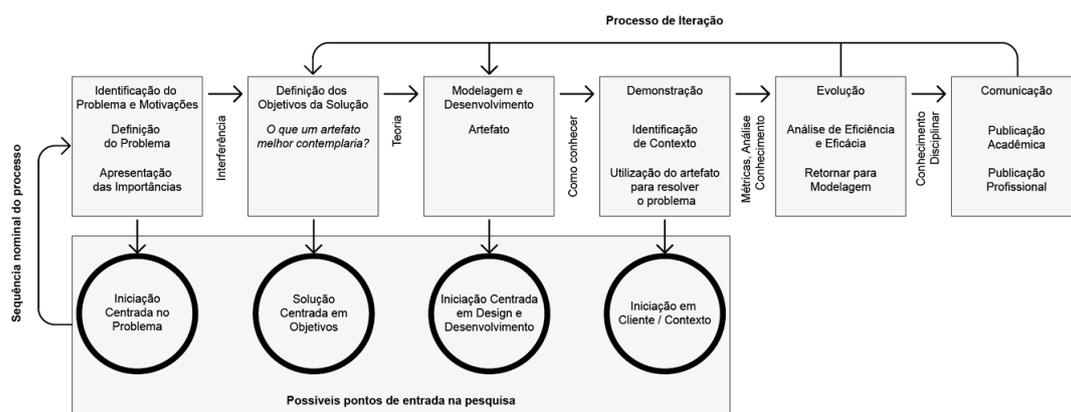


Figura 1. Etapas da DSRM. FONTE: Adaptado de: [Peffer et al. 2007].

O detalhamento da DSRM e suas etapas pode ser visto em [Peffer et al. 2007, Horita et al. 2020, Oyelere et al. 2018, Leoz and Petter 2018, Geerts 2011]. As etapas também serão abordadas nas próximas seções desse trabalho, que apresentam o desenvolvimento da pesquisa pela ótica da DSRM.

3. Identificação do Problema e Definição dos Objetivos

Esta seção apresenta as etapas da identificação do problema e definição dos objetivos, conforme Figura 1. A definição do problema estabelece qual é o problema de pesquisa e justifica o desenvolvimento da solução. Então é importante que ela seja detalhada e capture toda a complexidade do contexto onde a solução será aplicada [Peffer et al. 2007]. Já para a definição dos objetivos deve-se considerar o conhecimento do que é possível e viável, culminando em como se espera que o artefato possa solucionar o problema em questão. Os recursos necessários para isso incluem o conhecimento do problema e, se houver, as soluções atuais e a eficácia delas. As seguintes atividades foram mapeadas para cumprir essas etapas:

1. **Entrevista com os Stakeholders:** objetivou entender o problema do ponto de vista dos entrevistados e como ele é tratado; quais soluções já foram implementadas e porque falharam; quais são os usuários desse sistema e como eles utilizam as informações fornecidas. A entrevista foi qualitativa e realizada com dois peritos da PCMG que utilizam o sistema PCNet. Um ocupava cargo de gestão e o outro não.
2. **Revisão de Literatura:** objetivou entender melhor a classe do problema, analisando os trabalhos correlatos e as soluções propostas. Os quatro principais trabalhos correlatos foram sumarizados na Tabela 1 para ilustrar o processo.

3. **Análise de soluções corporativa:** incluiu a pesquisa por soluções corporativas que pudessem resolver o problema tratado. Três ferramentas proprietárias foram avaliadas: Power BI, Tableau e Soft Statistics.

Tabela 1. Principais trabalhos correlatos.

Referência	Descrição	Problema Prático	Artefato Gerado	Principais Resultados
[Ramos 2014]	SISTEMA DE LAUDOS FORENSE COMPUTACIONAL: USO NO CONTEXTO DA PERÍCIA CRIMINALÍSTICA	Gerenciamento de laudos forenses computacionais precário e sem muitas opções informatizadas	Sistema Web para o gerenciamento dos laudos	Sistema que atende as necessidades dos clientes
[Zakopcanova et al. 2021]	VISILANT: VISUAL SUPPORT FOR THE EXPLORATION AND ANALYTICAL PROCESS TRACKING IN CRIMINAL INVESTIGATIONS	Os investigadores criminais lidam com dados que podem estar incompletos ou inconsistentes e são alterados e atualizados ao longo da investigação, à medida que novas descobertas são adicionadas ao caso.	Ferramenta baseada na web para a exploração e análise de dados criminais com suporte visual para apoio ao fluxo de trabalho de investigação.	A aplicação foi avaliada e mostrou-se robusta para futuras investigações
[Carnaz et al. 2020]	AN AUTOMATED SYSTEM FOR CRIMINAL POLICE REPORTS ANALYSIS	A polícia criminal é desafiada nas atividades forenses com a extração, tratamento e interpretação de inúmeros documentos de diferentes tipos e com formatos distintos (modelos)	Sistema para extrair, transformar, limpar, carregar e conectar automaticamente boletins policiais de diferentes fontes	O sistema foi implementado e está apto a permitir análises forenses com foco na tomada de decisão.
[Ribas et al. 2018]	BIGPY: UM SISTEMA WEB PARA CAPTURA, TRATAMENTO E VISUALIZAÇÃO DE DADOS DE DEFESA DO CONSUMIDOR UTILIZANDO PYTHON	Necessidade de uma ferramenta para ETL de dados sobre defesa do consumidor	Foi gerada uma ferramenta web que realiza com sucesso o tratamento e análise dos dados de defesa ao consumidor	A aplicação foi finalizada de maneira eficaz utilizando o desenvolvimento orientado a testes

O resultado da execução dessas atividades deve ser o ‘artefato’ Identificação do Problema ou a proposta [Wieringa 2009]. E, a partir dessa análise, avalia-se se o artefato proposto é inovador e quais devem ser as principais diferenças dele para as soluções existentes, o que também constitui contribuição científica do trabalho. Portanto, ao final dessas etapas, a motivação do trabalho, hipótese e a questão investigativa foram definidas. Com essas análises os objetivos geral e específicos também foram definidos. Tais conclusões foram apresentadas previamente na introdução deste trabalho.

4. Modelagem e Desenvolvimento da Solução

Nesta etapa, a DSRM define que o artefato seja construído utilizando métodos, tecnologias e teorias para criar uma solução que resolva o problema [Geerts 2011]. Portanto, a partir da identificação do problema, a solução desenvolvida deveria apresentar duas funcionalidades principais: permitir a integração dos dados oriundos do PCNet; e a análise desses dados.

Em relação à carga foi definido o fluxo de dados em alto nível da Figura 2. As planilhas do PCNet são disponibilizadas em formato CSV e passam por um processo de Extração, Transformação e Carga (ETL). Esse processo culmina na implementação de uma base de dados que reúne as informações consolidadas sobre os laudos periciais. Por fim, essa base alimenta uma aplicação web que tem como objetivo facilitar extrações seletivas e análise dos dados do PCNet. Neste ponto, foi de crucial importância identificar quais estratégias seriam úteis para a análise dos dados por parte dos peritos.

A análise de dados busca técnicas que trazem *insights* para os tomadores de decisão, propiciando uma interpretação adequada dos dados que, em conjunto com a experiência e conhecimento do negócio, leve a conclusões assertivas sobre o problema. O tipo de análise depende do tipo de dado e do objetivo da organização. Para o caso de análises visuais, [Fry 2004] propôs um *framework* que explicita as etapas para criação de uma representação visual a partir de um conjunto de dados.

De forma iterativa, os requisitos da aplicação web foram sendo compilados num processo orientado ao usuário e subsidiado pelas ações apresentadas na seção 3 (entrevista,

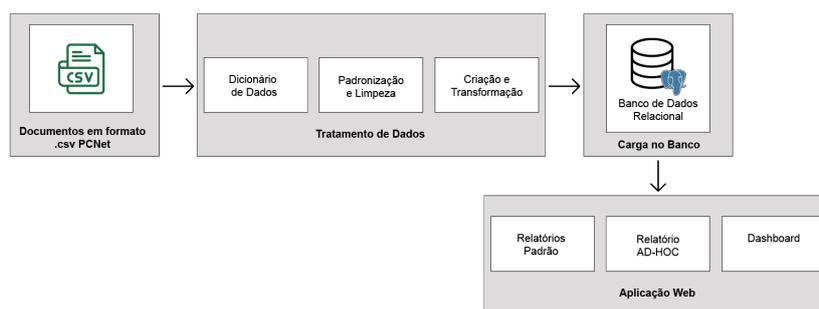


Figura 2. Mapeamento do fluxo dos dados no desenvolvimento da solução.

análise de literatura e de soluções corporativas). Novas entrevistas foram realizadas com os *stakeholders* e, documentos gerados por eles em suas atividades rotineiras foram analisados como forma de compreender o uso e exibição dos dados. Subsidiados pelo *framework* de [Fry 2004], algumas técnicas de análise visual foram definidas como importantes neste trabalho: relatórios padrão (*standard reporting*), *dashboards* e relatórios Ad-hoc.

O relatório (ou visualização) Ad-hoc permite ao usuário explorar os dados de forma customizada e conforme sua própria necessidade, escolhendo os campos, filtros e, às vezes, até o tipo de gráfico (linha, coluna, tabela, etc.). *Dashboards* são painéis que unem diferentes visualizações do conjunto de dados numa mesma tela, permitindo ao usuário explorar o mesmo dado sob diferentes óticas [Cruz 2017]. Os requisitos da aplicação web são listados a seguir:

- **[RF 01] Upload de Arquivos:** O sistema deve permitir ao usuário realizar o *upload* de arquivo com os dados da planilha mensal vindo do sistema PCNet.
- **[RF 02] Manter dados descritivos:** O sistema deve permitir ao usuário realizar o cadastro, listagem e edição dos dados que qualificam o laudo pericial.
- **[RF 03] Visualizar Dashboard:** O sistema deve conter uma *Dashboard* que explore os dados sobre laudos de forma espacial e temporal.
- **[RF 04] Visualizar Relatórios Tabulares:** O sistema deve permitir ao usuário a visualização de relatórios tabulares.
- **[RF 05] Visualizar Relatórios Estáticos:** O sistema deve conter relatórios gráficos com informações quantitativas sobre o número de laudos requisitados em relação a unidade de exame, unidade requisitante, natureza de exame, espécie de exame e perito responsável.
- **[RF 06] Visualizar Relatórios Dinâmicos:** O sistema deve conter relatório dinâmico (*ad-hoc*), possibilitando ao usuário escolher os atributos e filtros que deseje.
- **[RF 07] Exportar Dados:** O sistema deve permitir a exportação dos dados.
- **[RF 08] Exportar Relatórios:** O sistema deve permitir a exportação de relatórios.

O desenvolvimento do trabalho foi dividido em duas fases: ETL e aplicação web. Para a etapa de ETL foi implementado um *script* em Python, na versão 3.8.5, com as regras de negócio necessárias para compor a base a partir das planilhas CSV. A carga foi realizada com o SGBD PostgreSQL em sua versão 11.5. Já para o desenvolvimento da aplicação web, o modelo iterativo e incremental de desenvolvimento de *software* foi utilizado. No *back-end* foi utilizada a linguagem de programação Python com apoio do *framework* Django. Para o *front-end* foram utilizadas as linguagens HTML, CSS e JavaScript, com apoio das bibliotecas Highcharts e DataTables. A arquitetura da aplicação web seguiu o modelo MVT (*Model-View-Template*) pressuposto pelo Django [DJANGO 2005].

5. Apresentação da solução desenvolvida

Esta seção representa a fase de Demonstração da DSRM (Figura 1). A Ferramenta de Apoio à Tomada de Decisão pela Perícia Criminal de MG é a aplicação Web desenvolvida como solução para o problema tratado neste trabalho. A aplicação possui uma barra de navegação localizada no topo de todas as páginas com as seguintes opções:

- **Home:** breve explicação sobre o sistema desenvolvido e um vídeo com um tutorial de uso da Plataforma.
- **Upload:** Página destinada à carga dos dados no sistema e desenvolvida para atender ao requisito [RF 01]. No *back-end* o *script* de ETL (seção 4) é acionado.
- **Dimensões²:** Nesse menu há uma página com a apresentação tabular dos dados de cada dimensão. O objetivo dessas páginas é listar e atualizar o conteúdo do banco de dados. Foram desenvolvidas para atender aos requisitos funcionais [RF 02] e [RF 04].
- **Gráficos:** Visa atender ao requisito funcional [RF 05] e apresentar gráficos quantitativos, agrupados pela informação principal da dimensão. Para essa representação, optou-se pelo gráfico de colunas, uma vez que os dados são quantitativos. Esses gráficos foram descritos pelos peritos como um dos mais utilizados por eles no dia-a-dia. A ideia é que respondam a questões como: “Quantos laudos foram executados pela espécie de exame x?”; “Quantos laudos o perito y realiza no período de um mês?”
- **Dashboard:** Ao delinear a execução do requisito funcional [RF 03], uma das demandas da PCMG era visualizar os dados no mapa de Minas Gerais e avaliar espacialmente essas demandas por diferentes tipos de crimes (naturezas do exame). Essa visualização ajuda em questões como “Onde ocorrem mais os crimes de informática?” ; “A região nordeste do Estado tem alta ocorrência de crime de drogas?”. Sendo assim, a *dashboard* apresenta um gráfico com o mapa do Estado de Minas Gerais, onde sua coloração corresponde a quantidade total de laudos requisitados em cada município. Ao clicar no mapa, o usuário acessa a série temporal dos laudos. De forma que além de obter a distribuição espacial dos laudos, o usuário também acompanha a variação temporal dos mesmos.
- **Ad-Hoc:** Essa funcionalidade atende ao requisito funcional [RF 06] e constitui uma das principais demandas da PCMG, que é ter facilidade e flexibilidade para extrair os dados (ou apenas consultá-los). O usuário escolhe os filtros e campos que deseja consultar.

No endereço eletrônico <https://youtu.be/GDecsAzYsRE> há um vídeo que apresenta todas as funcionalidades da aplicação. Ele foi utilizado na fase de avaliação (Seção 6). Para fins ilustrativos, a Figura 3 apresenta o menu da *FALC*.



Figura 3. Menu principal da aplicação *FALC*.

²As dimensões são informações qualitativas dos laudos “Espécies de Exame”, “Naturezas de Exame”, “Peritos Criminais”, “Unidades de Exame” e “Unidades Requisitantes”.:

6. Avaliação

Na fase de Evolução, a DSRM trata da eficiência e eficácia do artefato gerado. Para tanto, considerando a natureza da aplicação desenvolvida, optou-se por utilizar a metodologia de satisfação dos usuários finais (*End-user Computing Satisfaction*), utilizando questionários. A satisfação do usuário final de sistemas computacionais é potencial aferidora da utilidade desses sistemas no processo de tomada de decisão e, em geral, da melhoria da performance das organizações [Barata 2005].

O conjunto amostral (avaliadores) foi composto por 14 peritos da PCMG indicados pela organização para participar do teste. Destaca-se que apesar do tamanho reduzido da amostra, a PCMG indicou profissionais de fato capacitados para essa avaliação. Portanto, os avaliadores eram fortes conhecedores do PCNet e, principalmente, dos dados tratados pela aplicação testada.

A avaliação foi realizada em três etapas. Na primeira, os avaliadores tiveram acesso a vídeos que explicavam o contexto da aplicação e que demonstravam o uso da mesma. Posteriormente, eles eram direcionados a um questionário de expectativa de uso ³. Na segunda etapa, os avaliadores fizeram uso livre da *FALC* por 15 dias. Na terceira etapa, responderam ao questionário de satisfação ⁴.

O questionário de expectativa de uso tratou questões como características demográficas sobre os peritos respondentes; importância dos dados vindos do PCNet; sentimento dos usuários ao utilizar os dados do PCNet para realizar análises; e expectativa dos peritos em relação à ferramenta desenvolvida.

O questionário para a avaliação da Satisfação do Usuário foi construído seguindo a metodologia de [Doll and Torkzadeh 1988]. O questionário é formado por 12 questões, divididas em 5 constructos: conteúdo, formato, corretude, facilidade de uso e pontualidade. Neste trabalho o construto da pontualidade foi desconsiderado, por não se tratar de um sistema que tem seus dados atualizados em tempo real, e sim de forma mensal, com o usuário do sistema realizando a carga. No entanto, foi adicionada uma seção para que o usuário pudesse avaliar melhor a interface do sistema. As questões que compõe essa nova seção foram inspiradas no formulário QUIS [Filardi and Traina 2008].

Para o período de testes, a aplicação ficou hospedada na plataforma em nuvem *Heroku*⁵. O banco de dados consolidou registros entre janeiro de 2017 e agosto de 2021, totalizando 1.438.723 registros de laudos cadastrados.

6.1. Resultados

Dentre os 14 respondentes, 78,6% eram do sexo masculino e 21,4% eram do sexo feminino. Em relação a faixa etária dos participantes, 64,3% tinham entre 21 e 40 anos; e 35,7% entre 41 e 60 anos. A maioria dos participantes (78,6%) tinha entre 11 e 20 anos de serviço na PCMG. 92,9% deles trabalham no interior do Estado e 57,1% ocupavam cargo de gestão no período de teste. Destes, metade atuavam como gestores entre 6 e 10 anos.

Quanto às questões relacionadas ao uso do sistema PCNet, 50% dos avaliadores recorrem às informações provindas desse sistema com frequência diária. 64,2% avaliam

³O questionário é apresentado no link <https://forms.gle/LGFonNg7UM7dFZZNA>

⁴O questionário é apresentado no link <https://forms.gle/sDbgsBwtKCDk1KXs6>

⁵<https://www.heroku.com/home>

os dados do PCNet como importantes e 92,9% dos participantes julgam os dados vindos do PCNet como de extrema importância para que haja uma melhor gestão estratégica da Polícia Civil. Porém, 78,6% dos avaliadores se disseram insatisfeitos quanto à forma como os dados do PCNet são disponibilizados atualmente (na forma de planilhas mensais em formato CSV). Complementando essa informação, 92,9% dos avaliadores disseram acreditar que usariam mais os dados do PCNet caso tivessem acesso a uma ferramenta que facilitasse a análise desses dados. Sobre a experiência dos respondentes com sistema de apoio à decisão, 71,4% deles utilizam eventualmente ou nunca utilizam este tipo de sistema. No entanto, todos disseram achar excelente uma plataforma que integre os dados e auxilie as análises. 85,7% dos avaliadores disseram acreditar que o uso da solução desenvolvida neste trabalho irá melhorar o acesso a informações relevantes para que desempenhem suas funções e se disseram motivados a utilizá-la.

Portanto, o questionário de expectativa confirmou a necessidade que os peritos tinham quanto a uma ferramenta que os auxiassem em suas análises, pois eles contavam com dados muito úteis vindos do sistema PCNet, mas que sozinhos, demandam de muito esforço para serem utilizados.

A Figura 4 apresenta a média das respostas obtidas para cada questão aplicada no questionário de satisfação de uso, agrupadas por constructo.

			Grau de Concordância					
			1	2	3	4	5	
Conteúdo do sistema	O sistema fornece as informações que você necessita de maneira precisa.	Discordo totalmente	3,93					Concordo totalmente
	As informações contidas no sistema suprem suas necessidades.	Discordo totalmente	3,93					Concordo totalmente
	O sistema fornece relatórios similares aos que você precisa.	Discordo totalmente	4,14					Concordo totalmente
	O sistema fornece informações suficientes.	Discordo totalmente	3,79					Concordo totalmente
Corretude do sistema	O sistema funcionou corretamente.	Discordo totalmente	4,50					Concordo totalmente
	Estou satisfeito com o funcionamento do sistema.	Discordo totalmente	4,36					Concordo totalmente
Formato do sistema	Acredito que o formato que as informações são apresentadas no sistema é útil.	Discordo totalmente	4,36					Concordo totalmente
	As informações presentes no sistema são claras.	Discordo totalmente	4,64					Concordo totalmente
Facilidade de uso	A utilização do sistema é amigável ao usuário.	Discordo totalmente	4,43					Concordo totalmente
	O sistema é fácil de se utilizar.	Discordo totalmente	4,36					Concordo totalmente
Interface do sistema	Forma e Tamanho das letras	Difícil de ler	4,79					Fácil de ler
	Realce na tela (cores e textos)	Pouco	4,43					Bastante
	Organização da informação	Confusa	4,50					Clara
	Sequência das telas	Confusa	4,64					Clara
	Itens da tela são fáceis para encontrar	Discordo totalmente	4,36					Concordo totalmente

Figura 4. Resultado da avaliação de Satisfação do Usuário.

Uma forma de consolidar os resultados apresentados na Figura 4 é criar uma escala para medir a satisfação por constructo, como apresentado em [Purwanto and Hedin 2020]. Esses autores computam a média das respostas das questões de cada constructo e definem um nível de satisfação para ele. Adaptando essa metodologia, neste trabalho foi definido o nível de satisfação a partir da média dos constructos como segue: entre 1 e 2,59 - Muito

Insatisfeito; entre 2,60 e 3,59 - Insatisfeito; entre 3,60 e 4,09 - Neutro; entre 4,10 e 4,59 - Satisfeito e, entre 4,60 e 5,0 Muito Satisfeito.

Os resultados do nível de satisfação do usuário com as questões dos constructos utilizados (conteúdo do sistema, corretude do sistema, formato do sistema, facilidade de uso, interface do sistema) são apresentados nas estatísticas descritivas da Tabela 2. A média geral da *FALC* foi 4,36, sendo o nível de satisfação classificado como “Satisfeito” pelos avaliadores.

Tabela 2. Nível de satisfação dos usuários com a FALC por constructo.

Constructo	N	Min	Max	Média	Desvio Padrão	Nível	Satisfação
Conteúdo	14	1	5	3,94	1,13	3	Neutro
Corretude	14	3	5	4,42	0,74	4	Satisfeito
Formato	14	1	5	4,50	0,83	4	Satisfeito
Facilidade de Uso	14	2	5	4,39	0,73	4	Satisfeito
Interface	14	4	5	4,54	0,50	4	Satisfeito
Resultado Geral				4,36			Satisfeito

Os resultados foram ainda estratificados entre avaliadores com e sem cargos de gestão. A *FALC* foi melhor avaliada dentre os respondentes que tinham cargo de gestão, obtendo média geral de 4,56. Entre os avaliadores que não ocupavam cargo de gestão, esse valor foi de 4,18. Assim, tanto gestores, quanto não gestores classificaram a satisfação com a *FALC* como “Satisfeito”.

Entre os constructos avaliados, o que teve o pior nível de satisfação foi o de Conteúdo do Sistema (Tabela 2). Resultado impulsionado principalmente pela pergunta “*O sistema fornece informações suficientes*” (Figura 4). O motivo foi explicado em algumas respostas da questão aberta do questionário de satisfação e no contato direto com os avaliadores: “*Seria interessante agrupar as cidades por regionais para que possamos visualizar as demandas*”, “*o sistema não fornece um gráfico de tipo de laudo feito naquela seção.*”. Ou seja, era importante para os peritos filtrarem os dados pelas regionais e seção de atuação da PCMG. Na *FALC*, os municípios foram utilizados como unidade agregadora de informações. No entanto, a implementação desses filtros depende de informações que não estão no PCNet. Talvez por isso, essa demanda não ficou clara na etapa de Modelagem do Artefato (Seção 4) e nem nas validações feitas pelos *stakeholders* durante o desenvolvimento das visualizações. Aparentemente, para eles, essa não era um informação tão relevante. Este fato impactou também o constructo Formato do sistema. Em especial a questão “*Acredito que o formato que as informações são apresentadas no sistema é útil*”, que teve média 4,36 (Figura 4). Os avaliadores entenderam que o sistema seria mais útil se eles pudessem filtrar os dados pelas regionais. Em especial o mapa apresentado no *dashboard*.

O constructo Conteúdo do Sistema foi também o que obteve a maior diferença entre as avaliações estratificadas, com o maior desvio padrão entre os avaliadores. A média foi de 4,42 (Satisfeito) entre os gestores e de 3,58 (Neutro) entre os não gestores. Esse resultado evidencia que a análise pelas regionais talvez seja mais importante em nível operacional dentro da PCMG, uma vez que os gestores sentiram menos necessidade de acesso a essa informação.

Outra percepção dos respondentes a ser destacada é sobre o relatório *Ad-hoc*. Alguns avaliadores relataram na questão aberta que “*a página tem muitos filtros, e seria*

bom dividi-los em etapas”, impactando a nota do constructo Facilidade de uso e algumas questões do constructo Interface do sistema. Foi apontado também problemas de performance na página do *Ad-hoc*. Isso porque o conteúdo do relatório pode ser volumoso ocasionando demora para carregar. Este fato impactou a nota do constructo Corretude.

6.2. Discussão

O nível de satisfação obtido com a *FALC* permite concluir que os resultados foram satisfatórios. A página do relatório *Ad-hoc* precisa ser remodelada para ter melhor desempenho. É preciso incluir a informação sobre as regionais para permitir análises mais precisas aos peritos. De fato, fica evidente na literatura que a integração de diferentes fontes de dados é essencial para o suporte a análise de dados criminais, uma vez que é tratada por diversos autores [Carnaz et al. 2020, Zakopcanova et al. 2021, Ahmed et al. 2022]. A DSRM dá suporte para essas melhorias, uma vez que na etapa Evolução (Figura 1), após análise de eficiência e eficácia é permitido retornar para a etapa de Modelagem [Peffers et al. 2007].

Uma questão relevante de se discutir é o uso da DSR em projetos de TI. Ainda não há na literatura uma clara compreensão de como a DSR atua no desenvolvimento de artefatos de TI [Horita et al. 2020]. Dificuldade potencializada pela tradição significativamente diferente nas pesquisas em computação, especialmente com relação ao que é considerado uma modelagem apropriada e qual o nível necessário de avaliação [Arnott and Pervan 2012]. Portanto, há uma dificuldade em seguir as etapas e definir as ações em cada uma delas. Percebe-se que autores executam a metodologia de maneiras diferentes por entenderem o metamodelo de forma diferente. Desta forma, neste trabalho, houve um apanhado de ações obtidas na literatura [Oyelere et al. 2018, Wieringa 2009, Peffers et al. 2007], como forma de solidificar o uso da DSRM conforme o entendimento dos autores. O rigor investigativo foi pautado em utilizar estratégias metodológicas consolidadas em todas as etapas de desenvolvimento.

Um aspecto apontado por [Leoz and Petter 2018], é que pesquisas que usam DSR na área de TI tendem a ser tecnocêntricas, focando nos aspectos técnicos do artefato sem considerar como ele pode impactar as interações sociais. Os autores discutem a importância de compreender a estrutura social receptora ao projetar, implementar e avaliar um artefato de DSR. Neste trabalho, o entendimento do cenário onde o artefato seria incluído foi amplamente pesquisado. Como consequência, consideramos que a relevância e impacto da pesquisa na sociedade estão focados diretamente no contexto do trabalho dos peritos criminais de MG. O artefato desenvolvido diminuiu o problema no contexto real para o qual havia sido projetado. Isso porque melhorou o acesso aos dados sobre laudos executados no Estado e permitiu diferentes análises sobre eles. De forma indireta, o impacto está na sociedade mineira, uma vez que melhorando a análise desses dados, a PCMG consegue tomar decisões mais assertivas, reduzir custos e concentrar operações. Além disso, o acesso aos dados por meio da *FALC* pode causar mudanças nos processos de trabalho pela perícia criminal. Para [Leoz and Petter 2018] isso compreende um fator de impacto social.

7. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Neste trabalho uma ferramenta computacional foi implementada seguindo o rigor metodológico da DSRM com objetivo de tratar um problema prático dos peritos da PCMG, que

era a dificuldade em analisar dados oriundos do sistema PCNet. O objetivo foi concluído satisfatoriamente, uma vez que o artefato foi desenvolvido, testado e bem avaliado, permitindo afirmar que reduziu o esforço dos peritos criminais no acesso e análise dos dados oriundos do PCNet.

A questão de investigação também foi considerada respondida em função do nível de satisfação obtido com a ferramenta. Ou seja, os peritos aprovaram as estratégias facilitadoras delimitadas para extração e análise dos dados. De forma complementar, a estratificação dos resultados entre gestores e não gestores auxiliou na conclusão de que a ferramenta pode dar bons subsídios à tomada de decisão, uma vez que foi melhor avaliada pelos gestores.

Como proposta para trabalhos futuros, além dos ajustes necessários de serem realizados e já apontados anteriormente, há a incorporação de bases de dados sobre laudos que ainda estão em execução e a adoção de novas ferramentas de análise de dados que possam trazer diferentes *insights* aos peritos criminais de Minas Gerais. Há uma tendência em análise de dados criminais com uso de algoritmos de aprendizado de máquina. Análises desse tipo podem ser incorporadas à *FALC*, assim como análises espaciais, uma vez que os avaliadores mostraram grande interesse na visualização espacializada dos dados.

A comunicação deste trabalho via conferência especializada completa o ciclo da DSRM, constituindo a etapa de Comunicação, que consiste em informar o problema e sua importância, o artefato e sua utilidade, o rigor do *design* e eficácia para públicos relevantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem à *Polícia Civil de Minas Gerais* pelos dados concedidos, apoio e consultoria especializada durante a execução do projeto.

Referências

- Ahmed, S., Gentili, M., Sierra-Sosa, D., and Elmaghraby, A. (2022). Multi-layer data integration technique for combining heterogeneous crime data. *Information Processing and Management*, 59(3).
- Arnott, D. and Pervan, G. (2012). Design science in decision support systems research: An assessment using the hevrner, march, park, and ram guidelines. *Journal of the Association for Information Systems*, 13(11):1.
- Barata, J. M. (2005). A medida da «satisfação» dos «utilizadores finais» de sistemas de informação na banca em portugal: análise e ensaio interpretativo. In *XV Spanish-Portuguese Meeting of Scientific Management*. Universidad de Sevilla.
- Cândido, C. A., Valentim, M. L. P., and Contani, M. L. (2005). Gestão estratégica da informação: semiótica aplicada ao processo de tomada de decisão. *DataGramaZero*, Rio de Janeiro, 6(3):1–16.
- Carnaz, G., Beires Nogueira, V., Antunes, M., and Ferreira, N. (2020). An automated system for criminal police reports analysis. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 942:360–369.
- Cavalcante, M. M., Santos, A., Ramos, A. C. P., and Hessel, A. M. D. G. (2020). Alinhamento estratégico de tecnologia de informação ao negócio e à qualidade dos serviços. *Brazilian Journal of Business*, 2(3):2232–2256.

- Cruz, T. E. S. (2017). *Data analytics para variedade de dados*. PhD thesis, Universidade do Minho.
- DJANGO, S. F. (2005). Meet django. <https://www.djangoproject.com/>.
- Doll, W. J. and Torkzadeh, G. (1988). The measurement of end-user computing satisfaction. *MIS quarterly*, pages 259–274.
- Filardi, A. L. and Traina, A. J. M. (2008). Montando questionários para medir a satisfação do usuário: avaliação de interface de um sistema que utiliza técnica de recuperação de imagens por conteúdo. In *Embrapa Territorial-Artigo em anais de congresso (ALICE)*, Porto Alegre, RS, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 8
- Fry, B. J. (2004). *Computational information design*. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology.
- Geerts, G. L. (2011). A design science research methodology and its application to accounting information systems research. *International Journal of Accounting Information Systems*, 12(2):142–151. Special Issue on Methodologies in AIS Research.
- Horita, F. E., Rocha, F. G., Souza, L. S., and Gonzales, G. R. (2020). Design science in digital innovation: A literature review. In *XVI Brazilian Symposium on Information Systems, SBSI'20*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Leoz, G. D. and Petter, S. (2018). Considering the social impacts of artefacts in information systems design science research. *European Journal of Information Systems*, 27(2):154–170.
- Oyelere, S. S., Suhonen, J., Wajiga, G. M., and Sutinen, E. (2018). Design, development, and evaluation of a mobile learning application for computing education. *Education and Information Technologies*, 23(1):467–495.
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., and Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, 24(3):45–77.
- Purwanto and Hedín, P. D. (2020). Measurement of user satisfaction for web-base academic information system using end-user computing satisfaction method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 909(1):012044.
- Ramos, R. (2014). Sistema de laudos forense computacional: uso no contexto da perícia criminalística. Bachelor's thesis, Universidade Federal do Paraná.
- Ribas, W. A., Noda, E., and Marques, D. (2018). Bigpy: um sistema web para captura, tratamento e visualização de dados de defesa do consumidor utilizando python. *Trabalho de Conclusão de Curso.–Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo*.
- Wieringa, R. (2009). Design science as nested problem solving. In *Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology*, pages 1–12, United States. Association for Computing Machinery (ACM).
- Zakopcanova, K., Rehacek, M., Batrna, J., Plakinger, D., Stoppel, S., and Kozlikova, B. (2021). Visilant: Visual support for the exploration and analytical process tracking in criminal investigations. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 27(2):881–890.