

MINERAÇÃO DE PROCESSOS APLICADA NA JORNADA DO PACIENTE: UM ESTUDO DE CASO EM CÂNCER DE PULMÃO

PROCESS MINING APPLIED TO THE PATIENT JOURNEY: A CASE STUDY IN LUNG CANCER

RESUMO

AUTORES

Franciele Iachecen¹

Gianna Schreiber Popadiuk¹

Bruno Ribeiro Batista¹

Marcelo Rosano Dallagassa¹

Deborah Ribeiro Carvalho¹

Eduardo Alves Portela Santo²

Sergio Ossamu Ioshii¹

1 Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

2 Departamento de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Paraná, Brasil

CONTATO

Franciele Iachecen, MSc.

franciele.ia@gmail.com

Este estudo teve como objetivo descobrir a jornada assistencial de beneficiários com câncer de pulmão em uma operadora de planos de saúde no Brasil, para identificar os principais exames para diagnóstico e as principais modalidades utilizadas durante o tratamento da doença. Analisamos a jornada assistencial de 53 pacientes com diagnóstico de câncer de pulmão entre janeiro de 2018 a abril de 2020. O estudo contou com as seguintes fases de pesquisa, sendo a primeira a definição do contexto, em seguida a extração dos dados, na sequência foi realizado o processamento dos dados para, em sequência, aplicar a técnica de mineração de processos e por fim, os resultados foram discutidos e analisados. Os resultados mostram como um processo de saúde pode ser mapeado com o uso de técnicas de mineração de processos e como os processos podem apoiar os gestores de saúde no processo de tomada de decisão. Mapas de processo na jornada assistencial de pacientes com câncer de pulmão mostram atrasos no momento de início do tratamento em radioterapia e terapia alvo, quando em comparação com o tempo de outras atividades. Exames de alta complexidade como PET Scan e outros exames diagnósticos importantes, como a tomografia, foram realizados rapidamente após consulta com o especialista. O monitoramento contínuo de processos utilizando a mineração de processos pode apoiar gestores e tomadores de decisão no monitoramento de forma automatizada, com a intenção de amenizar esses atrasos, melhorar processos e auxiliar na análise de processos complexos, como a oncologia.

Palavras-chave: Mineração de processos, câncer de pulmão, jornada assistencial.

ABSTRACT

This study aimed to discover the clinical paths of patients with lung cancer in a health insurance company in Brazil, to identify the main tests for diagnosis and the main modalities used during the treatment of the disease. We analyzed the clinical pathways of 53 patients who were diagnosed with lung cancer between January 2018 to April 2020. The method had this phases, the first being the context and setting phase, then data extraction, in sequence, the data processing was carried out to, in sequence, apply the process mining using process mining techniques and finally, the results were analyzed and analyzed. The results show how a health process can be mapped with the use of process mining techniques and how processes can support health managers in the decision-making process. Process maps of the clinical pathways of lung cancer patients show delays in the time of initiation of treatment in radiotherapy and target drug therapy, when compared with the time of other activities. Highly complex exams such as PET Scan and other important diagnostic tests such as tomography were seen to be performed quickly after consultation with the specialist. Continuous monitoring of processes using Process Mining can support managers and decision makers in monitoring these processes automatically, with the intention of alleviating these delays, improving processes, and assisting in the analysis of complex processes, such as oncology.

Keywords: Process Mining. Lung Cancer. Clinical Pathways.

INTRODUÇÃO

Na área da saúde, é essencial que diretrizes e recomendações sejam seguidas. Entretanto, observa-se uma lacuna entre essas recomendações com a prática clínica diária, pois, enquanto alguns procedimentos podem não constar nelas, outros podem descrever um cenário ideal, porém sem possibilidade de aplicabilidade em todos os casos (ROVANI et al., 2015). Diante da complexidade e dinamicidade do setor de saúde, o conhecimento das jornadas assistenciais torna-se uma tarefa desafiadora para os gestores de saúde quando analisadas por meio de métodos tradicionais (ARIAS et al., 2020; KOH; TAN, 2005).

Ademais, a saúde é caracterizada como um setor complexo e dinâmico em relação aos atendimentos prestados aos pacientes, decorrente das diversas oportunidades terapêuticas disponíveis para cada necessidade clínica. Tais aspectos promovem variações nos processos de saúde ao longo do tempo, além de se fazer necessário considerar o grande volume de dados gerados diariamente nesse setor, resultante das inúmeras atividades executadas no decorrer de um tratamento (HUANG et al., 2015; KIM et al., 2013; MANS et al., 2008; ROJAS et al., 2016).

O termo “jornada assistencial” é utilizado no gerenciamento de processos na área médica desde a década de 1980 e consiste em um processo estruturado e sequencial, que

demonstra as intervenções realizadas ao longo de um período (YANG; SU, 2014). A análise delas tem sido empregada para acompanhar a qualidade dos cuidados de saúde, auxiliar no controle de custos, otimizar recursos das organizações e verificar desvios entre os caminhos clínicos padronizados em protocolos e diretrizes institucionais (BALCH et al., 2015; CARON et al., 2014; CHIANG; ELLIS; ZON, 2017; ERDOGAN; TARHAN, 2018b; ROTTER et al., 2010).

Entre os métodos disponíveis para o conhecimento da jornada assistencial, destaca-se o uso da mineração de processos, técnica aplicada com três principais objetivos: descoberta, verificação da conformidade e aprimoramento do processo. Em função do seu potencial de aplicação nos processos de saúde, ela vem recebendo uma crescente atenção no setor (ERDOGAN; TARHAN, 2018a; YANG; SU, 2014).

O uso de técnicas de mineração de processos pode auxiliar gestores no entendimento dos processos da saúde, pois seus resultados são capazes de oferecer a compreensão de como esses processos se comportam na realidade, buscando responder de que maneira eles são executados em diversos cenários. Além disso, fornece subsídios para que os serviços de saúde possam aprimorar seus processos, visto suas análises serem capazes de demonstrar a sequência de determinado processo, refletindo suas relações e identificando onde estão alocados possíveis gargalos (ARIAS et al., 2020; FUNKNER; YAKOVLEV; KOVALCHUK, 2017; HELM et al., 2020; JONES et al., 2020; SONG; VAN DER AALST, 2008; VAN DER AALST, 2011).

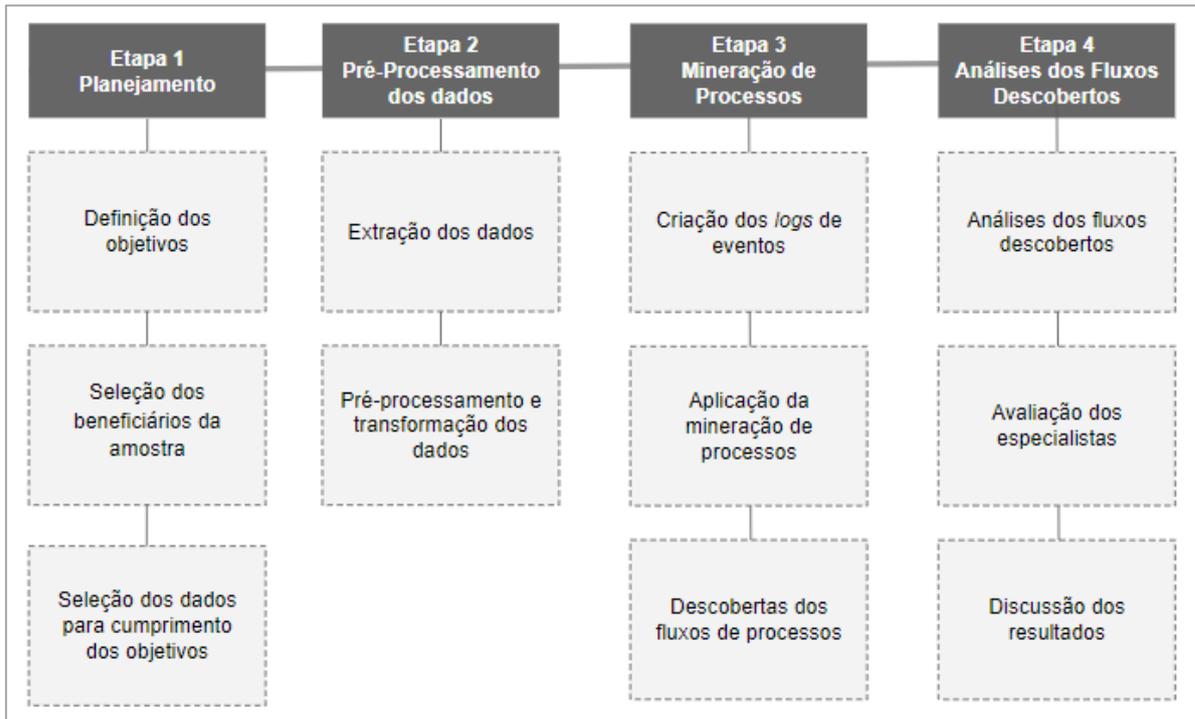
Diferentemente das ferramentas de análise, como as de *business intelligence*, que permitem a visualização acerca das perspectivas de desempenho (frequências, médias, utilização, taxas etc.), a mineração de processos busca compreender o processo do início ao fim, analisando os caminhos terapêuticos adotados, em relação a um paciente, um grupo ou, até mesmo, aos processos de certas instituições (MANS et al., 2008; SONG; VAN DER AALST, 2008).

Diante do exposto, que compreende os desafios da área da saúde para o conhecimento das jornadas assistenciais e a potencialidade da mineração de processos, surge o objetivo desta pesquisa, que consiste em identificar a jornada assistencial dos beneficiários com câncer de pulmão na saúde suplementar, por meio da aplicação da mineração de processos.

MÉTODO

Esta pesquisa foi desenvolvida em quatro principais etapas: planejamento; pré-processamento dos dados; aplicação da técnica de mineração de processos e análise dos fluxos descobertos (Figura 1).

Figura 1. Etapas para o desenvolvimento da pesquisa.



Fonte, os autores, 2023.

Definição dos objetivos e seleção dos beneficiários da amostra

Nesta etapa, definiu-se o principal objetivo da pesquisa, bem como, a amostra presente na pesquisa. A população do estudo consistiu em beneficiários de uma operadora de planos de saúde de grande porte, localizada no estado do Paraná, com diagnóstico confirmado de câncer de pulmão por meio de análise documental e auditoria médica. No sistema de gestão da operadora, por meio do campo “CODIGO_CID”, foram selecionados os beneficiários com presença dos CIDs C34.0, C34.1, C34.2, C34.3, C34.8 e C34.9, resultando em um total de 53 beneficiários elegíveis.

Seleção dos dados para cumprimento dos objetivos

A atividade de seleção dos dados teve como objetivo definir os campos necessários de modo a atender o conjunto mínimo de dados para aplicação da mineração de processos. Tal conjunto consiste na identificação do caso, identificação do evento, data

do evento, atividade, recurso e outras informações complementares, as quais ficam a cargo do pesquisador e do escopo de análise (VAN DER AALST et al., 2011). Deste modo, foram selecionados no *Data Warehouse* da operadora os campos capazes de atender às exigências para a aplicação da mineração de processos, com a criação dos *logs* de eventos, demonstrados por meio da Tabela 1.

Tabela 1. Conjunto mínimo de dados para criação do *log* de eventos da pesquisa.

Caso	Atividade	Data do evento	Categoria da atividade	Recurso
1	Lobectomia parcial	15/07/2019	Cirurgia	Hospitalar
2	Opdivo 40 mg	05/08/2018	Imunoterapia	Ambulatorial
3	Keytruda 100 mg	06/09/2019	Imunoterapia	Ambulatorial
4	Consulta médica	04/01/2020	Consulta eletiva	Ambulatorial
5	Tomografia de tórax	07/03/2019	Exame de imagem	Hospitalar
6	PET-Scan	25/09/2020	Exame de imagem	Ambulatorial

Fonte, os autores, 2023.

Extração dos dados e pré-processamento

Na etapa de extração de dados, os beneficiários elegíveis foram selecionados e as informações de utilização de procedimentos e tratamentos foram coletadas. Todos os dados foram exportados em um arquivo CSV, onde encontramos 73.291 eventos, incluindo cirurgias, materiais utilizados, medicamentos e consultas médicas. Dada a seleção dos dados necessários para aplicação da mineração de processos, foi necessário realizar o pré-processamento e transformação dos dados. O primeiro passo nessa atividade teve como objetivo identificar os medicamentos e procedimentos utilizados no tratamento do câncer de pulmão. Para essa identificação, foram selecionados os medicamentos e procedimentos disponibilizados no site da organização americana *American Cancer Society* (SOCIEDADE AMERICANA DO CÂNCER, 2020e, 2021a). A Tabela 2 demonstra os princípios ativos dos medicamentos utilizados de acordo com as modalidades de quimioterapia, imunoterapia e terapia alvo, como também, os procedimentos indicados no tratamento cirúrgico e radioterápico.

Tabela 2. Princípios ativos e procedimentos indicados para o tratamento do câncer de pulmão, segundo modalidade do tratamento.

Modalidade de Tratamento	Princípios ativos/procedimentos
--------------------------	---------------------------------

Quimioterapia	Cisplatina, carboplatina, paclitaxel, docetaxel, gencitabina, vinorelbina, etoposídeo, pemetrexede e cloridrato de irinotecano.
Imunoterapia	Nivolumabe, pembrolizumabe, atezolizumabe, durvalumabe e ipilimumabe.
Terapia alvo	Bevacizumabe, ramucirumabe, erlotinibe, afatinibe, gefitinibe, osimertinibe, dacomitinibe, necitumumabe, crizotinibe, ceritinibe, alectinibe, brigatinibe, lorlatinibe, entrectinibe, dabrafenibe, trametinib, selpercatinibe, capmatinibe e larotrectinibe.
Cirurgia Pulmonar	Toracotomia, pneumonectomia, lobectomia, segmentectomia, ressecção em cunha, ressecção do manguito e toracosopia.
Radioterapia	Radioterapia convencional ou radioterapia tridimensional.

Fonte, os autores, 2023.

Com a identificação dos princípios ativos das modalidades de quimioterapia, terapia alvo e imunoterapia, realizou-se a busca do nome comercial dos medicamentos de acordo com o seu princípio ativo, pelo site da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). A busca do nome comercial é justificada pelo fato de um princípio ativo poder possuir diversas representações comerciais (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2020). Também considerou que os dados presentes na base da operadora de planos de saúde são dispostos pela descrição do nome comercial do medicamento. A classificação do medicamento pelo princípio ativo é uma informação ausente na base de dados.

Após a obtenção dos nomes comerciais dos medicamentos utilizados para o câncer de pulmão na Anvisa, foram construídas as estruturas de seleção para cada modalidade de tratamento, por meio da linguagem SQL, no banco de dados da operadora de planos de saúde. Para cada modalidade de tratamento, criou-se uma estrutura distinta de busca. Tal estrutura realizou a leitura no banco de dados da operadora de saúde e por meio do nome comercial do medicamento retornava o serviço, campo que nomeia o medicamento e o código TUSS, codificação padronizada da saúde suplementar. Além disso, a estrutura construída classificou automaticamente o medicamento de acordo com o seu princípio ativo e sua modalidade de tratamento. Na Figura 2, é exemplificado o modo como os medicamentos imunoterápicos foram buscados e classificados a partir da linguagem SQL.

Figura 2. Estrutura de seleção e classificação dos medicamentos imunoterápicos.

Planilha Query Builder

```

SELECT
DISTINCT
UPPER(SERVICO) AS SERVIC0,
CODIGO_SERVIC0,
(CASE
WHEN UPPER(SERVICO) like '%OPDIVO%' THEN 'NIVOLUMABE'
WHEN UPPER(SERVICO) like '%KEYTRUDA%' THEN 'PEMBROLIZUMABE'
WHEN UPPER(SERVICO) like '%TECENTRIQ%' THEN 'ATEZOLIZUMABE'
WHEN UPPER(SERVICO) like '%IMFINZI%' THEN 'DURVALUMABE'
WHEN UPPER(SERVICO) like '%YERVOY%' THEN 'IPILIMUMABE'
ELSE ''
END)
AS "PRINCIPIO ATIVO",
IMMUNOTERAPIA AS "MODALIDADE DO TRATAMENTO"

```

Resultado da Consulta x

Todas as Linhas Extraídas: 37 em 17,835 segundos

SERVICO	CODIGO_SERVIC0	PRINCIPIO ATIVO	MODALIDADE DO TRATAMENTO
1 IMFINZI 120 MG/2,4 ML SOL INJ CT FA	96283165	DURVALUMABE	IMUNOTERAPIA
2 IMFINZI 120 MG/2,4 ML SOL INJ CT FA VD TRANS X 2,4 ML	90395095	DURVALUMABE	IMUNOTERAPIA
3 IMFINZI 120 MG/2,4 ML SOL INJ CT FA VD TRANS X 2,4 ML	96283165	DURVALUMABE	IMUNOTERAPIA
4 IMFINZI 500 MG/10 ML SOL INJ CT FA	96283157	DURVALUMABE	IMUNOTERAPIA
5 IMFINZI 500 MG/10 ML SOL INJ CT FA VD TRANS X 10 ML	90395093	DURVALUMABE	IMUNOTERAPIA
6 IMFINZI 500 MG/10 ML SOL INJ CT FA VD TRANS X 10 ML	96283157	DURVALUMABE	IMUNOTERAPIA
7 KEYTRUDA 100 MG/ 4 ML SOL INJ CT FA	90383818	PEMBROLIZUMABE	IMUNOTERAPIA
8 KEYTRUDA 100 MG/ 4 ML SOL INJ CT FA	96243368	PEMBROLIZUMABE	IMUNOTERAPIA
9 KEYTRUDA 100 MG/ 4 ML SOL INJ CT FA VD INC X 4 ML	90383818	PEMBROLIZUMABE	IMUNOTERAPIA
10 OPDIVO 100 MG SOL INJ CT 1 FA VD IN	90348729	NIVOLUMABE	IMUNOTERAPIA

Linha 22 Coluna 20 | Inserir | Windows: C

Fonte, os autores, 2023.

Além da padronização dos dados acerca dos procedimentos e medicamentos, foi necessário realizar o agrupamento de acordo com a categoria de cada exame ou procedimento. Para os autores Van Eck *et al.* (2015), o agrupamento de eventos pode ajudar a reduzir a complexidade e melhorar a estrutura dos resultados da mineração de processos. A Tabela 3, exemplifica o modo de agrupamento de alguns exames e procedimentos da base de dados. Na primeira coluna, é possível observar o item original proveniente da base de dados e na segunda coluna, tem-se o item modificado após agrupamento.

Tabela 3. Exemplificação dos agrupamentos dos itens contidos na base de dados.

Item original contido na base de dados	Item agrupado
PACOTE - TC DE TÓRAX	TOMOGRAFIA DE TÓRAX
TC - TORAX	TOMOGRAFIA DE TÓRAX
US - ECODOPPLER DE CAROTIDAS	ULTRASSONOGRAFIA
US - GLANDULAS SALIVARES TODAS	ULTRASSONOGRAFIA
BIOPSIA OSSEA	BIÓPSIA
COLETA DE BIOPSIA DE MEDULA OSSEA POR AGULHA	BIÓPSIA
PET DEDICADO ONCOLOGICO COM DIRETRIZ DEFINIDA PELA ANS - N 60	PET <i>scan</i>
TC PARA PET DEDICADO ONCOLOGICO COM DIRETRIZ DEFINIDA PELA ANS - N 60	PET <i>scan</i>
LOBECTOMIA PULMONAR	CIRURGIA PULMONAR
LOBECTOMIA PULMONAR POR VIDEOTORACOSCOPIA	CIRURGIA PULMONAR
PLEURECTOMIA POR VIDEOTORACOSCOPIA	CIRURGIA PULMONAR

Fonte, os autores, 2023.

Criação dos logs de eventos

Depois de realizados todos os ajustes na base de dados, foram gerados os *logs* de eventos para posterior descoberta dos modelos de processos no *software* Disco®. Os dados pré-processados foram transferidos para o Disco® por meio de uma planilha em formato .xls do Microsoft Excel®. Para o atributo identificação do caso, definiu-se o campo USUARIO. O campo DATA_ATENDIMENTO foi alocado como a data do evento. Como atributos de atividades têm-se os campos: NOME DO MEDICAMENTO, MODALIDADE DO TRATAMENTO E PRINCÍPIO ATIVO.

Aplicação da mineração de processos

Entre as ferramentas mais comuns para aplicação da mineração de processos destaca-se o *software* Disco®. Uma recente revisão de literatura analisou a aplicação da mineração de processos em diversas áreas, identificando que em 81 estudos foram utilizados a ferramenta (GARCIA et al., 2019). O Disco® permite a criação de mapas visuais de um determinado processo, sob diversas perspectivas de frequências (frequência absoluta, frequência de casos, repetições máximas) e *performance* (duração total, duração mediana, duração média, duração mínima e duração máxima) (ERDOGAN; TARHAN, 2018b). Este *software* também possibilita a geração de análises estatísticas e gráficos descritivos, como também, apresenta interface interativa e não possui custo de utilização pela comunidade acadêmica. Desta forma, para o cumprimento da aplicação da mineração de processos nesta pesquisa, utilizou-se o *software* Disco®, versão 2.8.3 (FLUXICON, 2020).

Descoberta dos fluxos de processos

As descobertas obtidas no *software* Disco® foram resultantes da aplicação do algoritmo Fuzzy Miner (GÜNTHER; ROZINAT, 2012). O algoritmo é utilizado para descobrir os fluxos existentes em um processo, como também para avaliar a variabilidade deles, permitindo que os processos sejam observados em diferentes níveis de granularidade, obtidos por meio de métricas de significância e correlação. As métricas de significância têm como principal objetivo avaliar a importância de uma relação de precedência entre duas classes de eventos, enquanto a métrica de correlação indica quão próximos dois eventos estão seguidos a outro (ABO-HAMAD, 2017).

Análise dos fluxos descobertos

Para a análise dos fluxos descobertos foram definidas as perspectivas de frequência e *performance* dos processos. Na perspectiva de frequência, os fluxos descobertos foram analisados sob a frequência absoluta de casos, com a seleção do filtro “*case frequency*”, buscando compreender as relações do número total de beneficiários inclusos em um determinado processo ou atividade. Na perspectiva de *performance* os modelos foram visualizados segundo a opção de duração mediana com a utilização do filtro “*median duration*”. A opção da visualização do tempo mediano entre um evento e outro é justificada pelo fato de a mediana ser melhor aplicável quando os valores presentes nos dados podem apresentar distorcidas distribuições. Nas análises temporais, em que se considera a mediana, a probabilidade de a análise ser influenciada por valores *outliers* extremos é muito menos provável.

Avaliação dos especialistas

A atividade de avaliação dos especialistas teve como objetivo avaliar o grau de concordância dos especialistas com experiência em oncologia quanto às regras descobertas por meio da aplicação da mineração de processos. A busca dos especialistas foi realizada através de amostragem não probabilística, denominada bola de neve. Esse método é aplicado quando o acesso a participantes com características específicas é considerado restrito. No método bola de neve, os participantes com características desejáveis para o estudo recrutam futuros participantes entre sua rede de contatos (NADERIFAR; GOLI; GHALJAIE, 2017; SEDGWICK, 2013).

Após a indicação dos especialistas, foi enviado um questionário que envolveu a avaliação dos fluxos descobertos por meio da mineração de processos, foram disponibilizadas 10 questões. O primeiro elemento da questão exibia a imagem do fluxo descoberto, com possibilidade de ampliação por meio de um *link* adicional. A segunda parte apresentava a descrição do fluxo descoberto, seguido de uma afirmativa relacionada ao mesmo. Neste momento, era solicitado que os especialistas assinalassem cada afirmativa de acordo com a sua concordância para a alternativa exposta. O estabelecimento da concordância de cada questão utilizou a proposta da escala de Likert (LIKERT, 1932). Cada afirmativa variou de 1 a 5, em que 1 representava a discordância total, 2 a discordância parcial, 3 a indiferença, 4 a concordância parcial e 5 a concordância total do fluxo descoberto. Ao final de cada questão, existia um campo aberto para a

inclusão de comentários, com o objetivo de enriquecer as análises dos fluxos descobertos (ALEXANDRE; COLUCI, 2011).

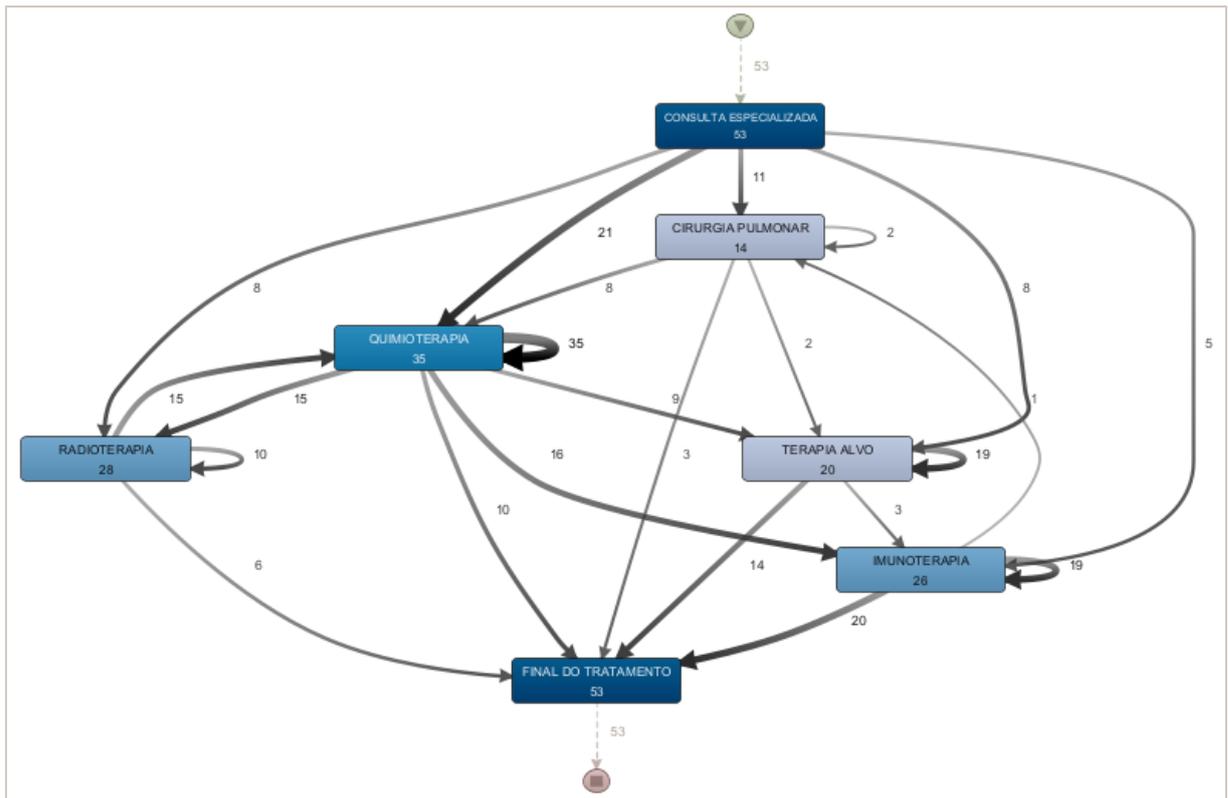
Discussão dos resultados

Na atividade de análise e discussão, os fluxos obtidos por meio aplicação da mineração de processos foram analisados de acordo com as descobertas do processo e associados com os resultados obtidos da atividade de avaliação dos especialistas, de modo a relacioná-las com os objetivos específicos desta pesquisa: (i) descobrir o itinerário terapêutico do tratamento oncológico dos beneficiários com câncer de pulmão atendidos na saúde suplementar e, (ii) avaliar o itinerário terapêutico oncológico descoberto junto a especialistas na área da oncologia.

RESULTADOS

Na figura 3 é demonstrado o mapa de processos que envolve as cinco principais modalidades de tratamento para o câncer de pulmão a partir do início do processo com a atividade de consulta especializada em oncologia. Identifica-se que dos 53 beneficiários, 35 realizaram a modalidade de quimioterapia (66,03%), 28 (52,83%) realizaram a radioterapia, 26 (49,05%) possuem registro de imunoterapia, 20 (37,73%) realizaram a modalidade de terapia alvo e 14 (26,41%) percorreram a modalidade de cirurgia pulmonar. Observa-se, por meio do arco de maior densidade entre a consulta especializada e quimioterapia, que esta modalidade consistiu na primeira escolha de tratamento em 21 beneficiários, além de ser a modalidade que apresenta maior recorrência, observada em 100% dos beneficiários que receberam quimioterapia, indicando que tal atividade foi repetida em todos os beneficiários que dela fizeram uso. Na mesma figura, também são destacadas as relações entre a quimioterapia com as atividades de radioterapia e imunoterapia, demonstradas pelos arcos espessos, sugerindo que tais atividades são realizadas de modo complementares durante o tratamento oncológico.

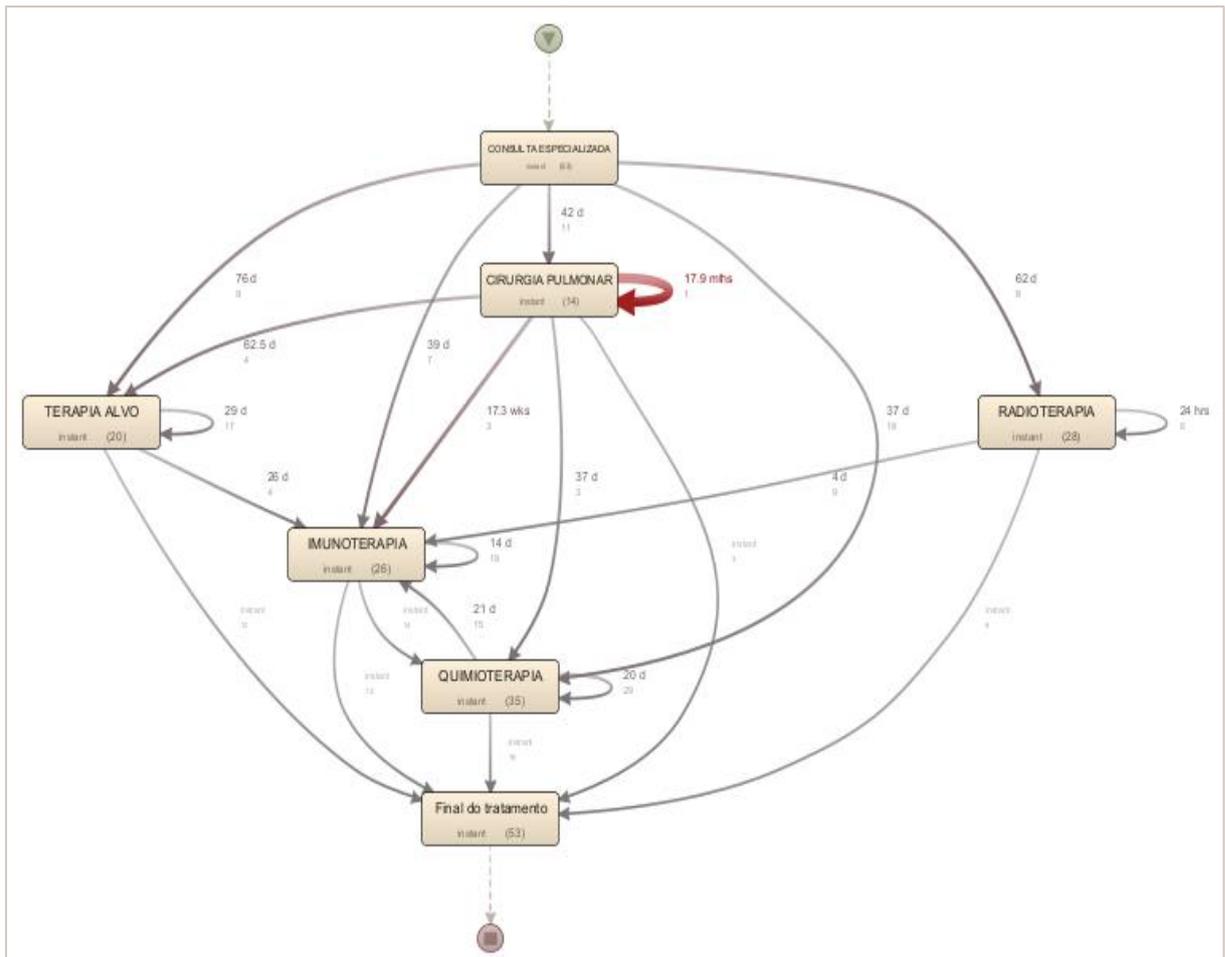
Figura 3. Descoberta do fluxo das cinco modalidades de tratamento para o câncer de pulmão.



Fonte, os autores, 2023.

Na Figura 4, buscou-se compreender o tempo mediano entre a realização da consulta especializada e o início do tratamento, envolvendo as modalidades de quimioterapia, radioterapia, imunoterapia, terapia alvo e cirurgia pulmonar. Os resultados desse mapa de processos demonstraram que a terapia alvo teve início 76 dias após a consulta especializada. A imunoterapia foi efetivada em um tempo mediano de 39 dias depois da consulta. A modalidade de radioterapia teve início após 62 dias, a quimioterapia após 37 dias e a cirurgia pulmonar foi realizada em 42 dias após a consulta especializada. No tocante às recorrências das atividades presentes no fluxo da Figura 4, observa-se que a terapia alvo apresentou repetição a cada 29 dias, a imunoterapia a cada 14 dias, a quimioterapia a cada 20 dias e a radioterapia apresentou recorrência a cada 24 horas. No caso da cirurgia pulmonar o arco de recursividade com coloração mais intensa demonstra que essa atividade apresentou repetição depois de 17,9 meses em um único caso.

Figura 4. Descoberta do fluxo do tempo mediano entre a consulta especializada e o início do tratamento.

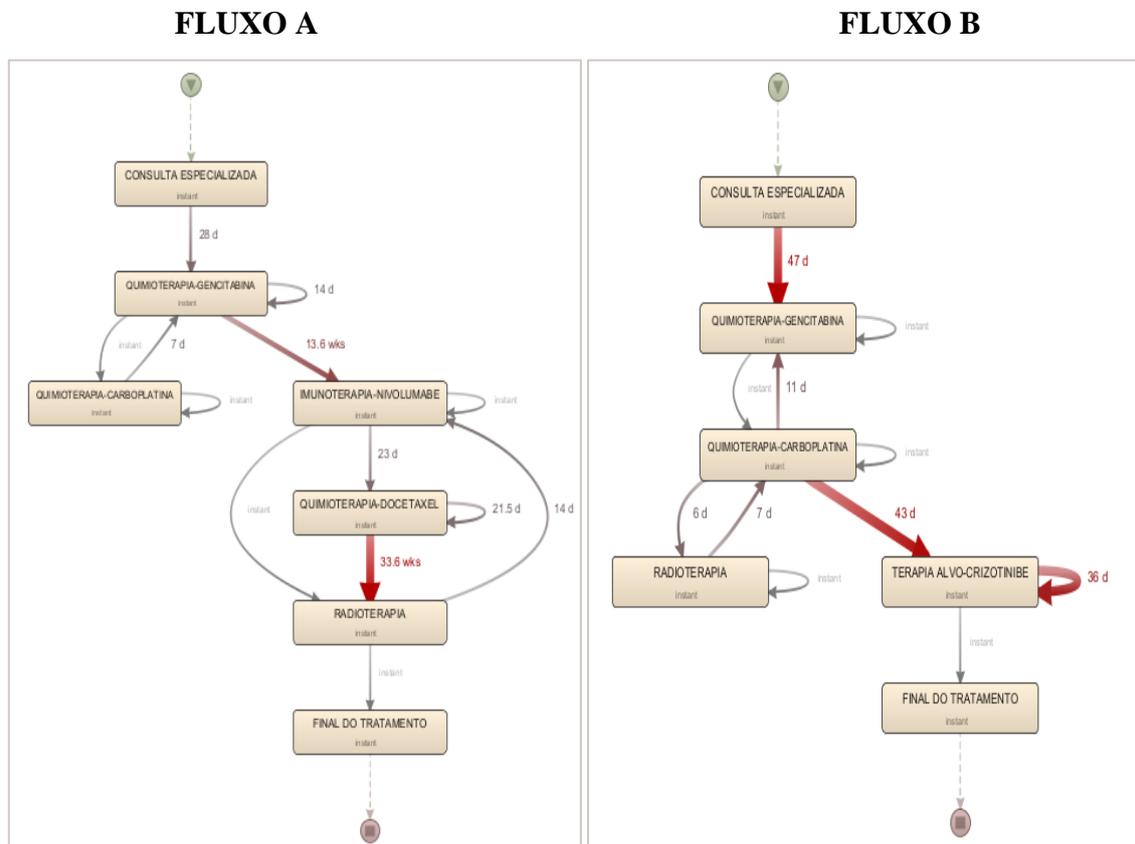


Fonte, os autores, 2023.

No fluxo A da Figura 5, é possível observar que o tratamento para esse beneficiário iniciou com quimioterapia com uso gencitabina e carboplatina concomitante, 28 dias após a consulta especializada. Depois de 13,6 semanas, o beneficiário fez uso de imunoterapia com nivolumabe e 23 dias depois, recebeu quimioterapia com uso de docetaxel, com repetições a cada 21,5 dias. Percebe-se que a radioterapia esteve presente logo após a utilização da imunoterapia, como também, em 33,6 semanas após a administração da quimioterapia com docetaxel. Depois da atividade de radioterapia, não se observa a utilização de outros procedimentos, com o arco indicando a finalização do tratamento. Já no fluxo B, a jornada assistencial da beneficiária demonstra a realização de quimioterapia com gencitabina e carboplatina concomitante, após 47 dias da consulta especializada. Neste fluxo, é possível analisar que o tratamento quimioterápico foi complementado com radioterapia, devido ao fato de ter sido realizada 6 dias após a quimioterapia com carboplatina. Para o caso dessa beneficiária, a terapia alvo foi uma

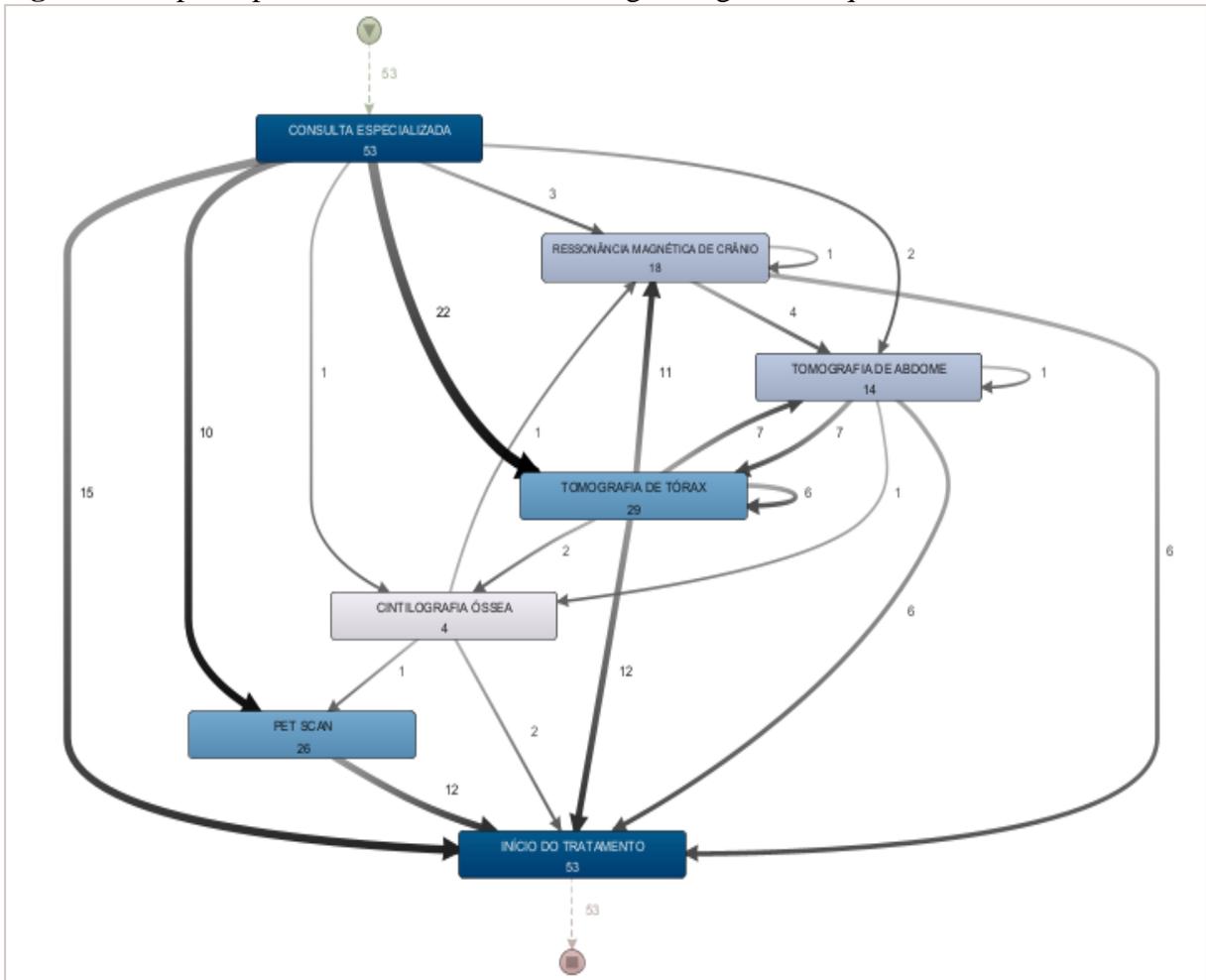
opção adotada 43 dias após a quimioterapia, com repetições do uso do crizotinibe ocorrendo a cada 36 dias. Depois disso, observa-se a finalização do tratamento.

Figura 5. Exemplo de jornadas assistenciais envolvendo o tratamento do câncer de pulmão.



Fonte, os autores, 2023.

O mapa de processos exposto na Figura 6 demonstra por meio da coloração intensificada das atividades que os exames de tomografia de tórax e o PET scan são os exames de imagens mais executados entre os beneficiários com câncer de pulmão. A espessura e coloração do arco entre a consulta especializada e a tomografia de tórax revela que 22 beneficiários realizaram a tomografia de tórax logo após a consulta médica. Outros 7 beneficiários, realizaram a tomografia de tórax após a tomografia de abdome, demonstrada por meio da relação entre esses dois exames. Já o PET scan foi observado em um total de 26 beneficiários, sendo que destes, 10 foram realizaram o exame logo após a consulta especializada. Neste fluxo, nota-se que em 15 beneficiários não houve realização de exames de imagem no intervalo definido entre consulta especializada e início do tratamento, partindo da consulta diretamente para o início do tratamento.

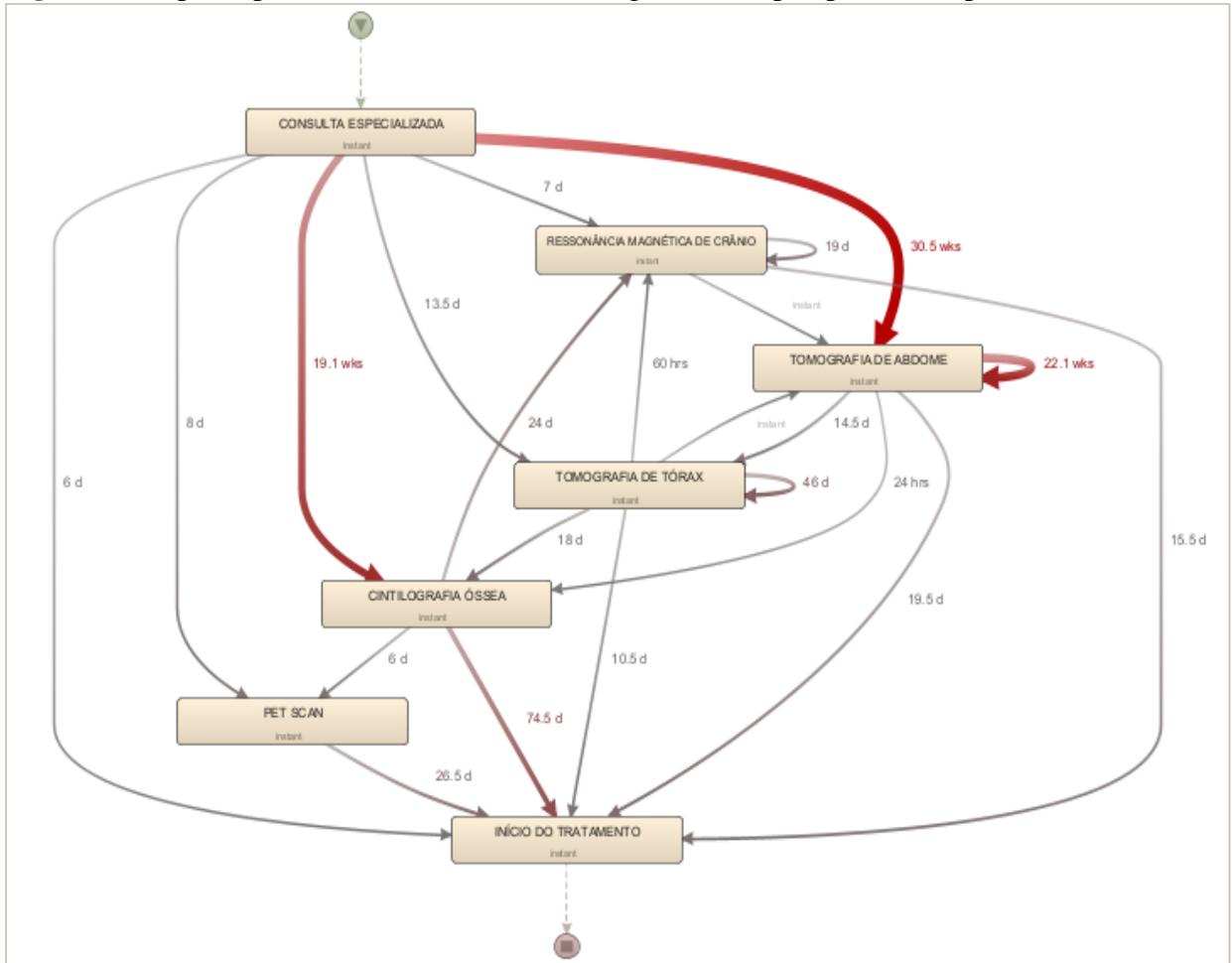
Figura 6. Mapa de processos dos exames de imagem segundo frequência de casos.

Fonte, os autores, 2023.

Os mesmos exames de imagens foram analisados segundo sua *performance*. Os resultados demonstram que os exames com menor tempo de realização a partir da consulta especializada são: ressonância magnética do crânio (7 dias), PET scan (8 dias) e tomografia de tórax (13,5 dias). A coloração intensa dos arcos direcionados às atividades de cintilografia óssea e tomografia do abdome denotam elevação dos tempos entre consulta especializada e a realização destes exames, com 19,1 semanas na cintilografia óssea e 30,5 semanas entre a consulta especializada e tomografia de abdome. De modo complementar, o fluxo da Figura 7 também permite visualizar o tempo mediano entre a realização dos exames e o início do tratamento. Após realizada a ressonância magnética de crânio, o tratamento foi iniciado em 15,5 dias. Na tomografia de abdome, em 19,5 dias e na tomografia de tórax, o tratamento se iniciou em 10,5 dias. A coloração intensificada

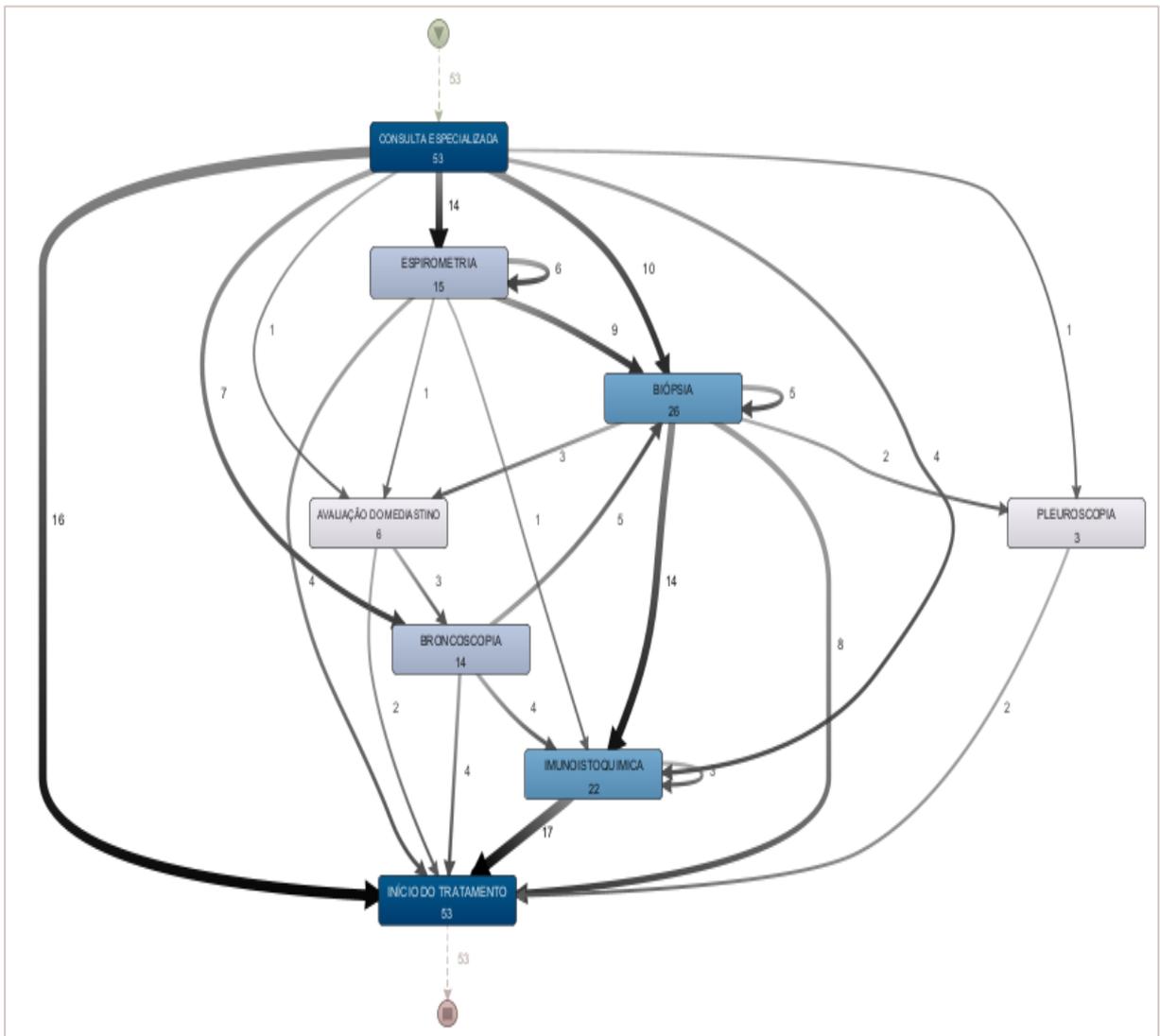
dos arcos entre a cintilografia óssea e o PET scan demonstram os maiores tempos entre a realização do exame e início do tratamento, com 74,5 dias e 26,5 dias, respectivamente.

Figura 7. Mapa de processos dos exames de imagem, sob a perspectiva de performance.



Fonte, os autores, 2023.

A partir da consulta especializada, a espirometria e a biópsia são os exames mais solicitados para os beneficiários, demonstrado por meio dos arcos de maior espessura nesse fluxo. O exame de imunohistoquímica denota forte relação posterior ao procedimento de biópsia, analisado por meio do arco indicativo entre essas duas atividades. Também é possível observar que após a realização do exame de imunohistoquímica, 17 dos 22 beneficiários foram direcionados ao início do tratamento. Neste fluxo, nota-se ainda que em 16 beneficiários não houve realização de exames ou procedimentos no intervalo definido, partindo da consulta especializada diretamente para o início do tratamento (Figura 8)

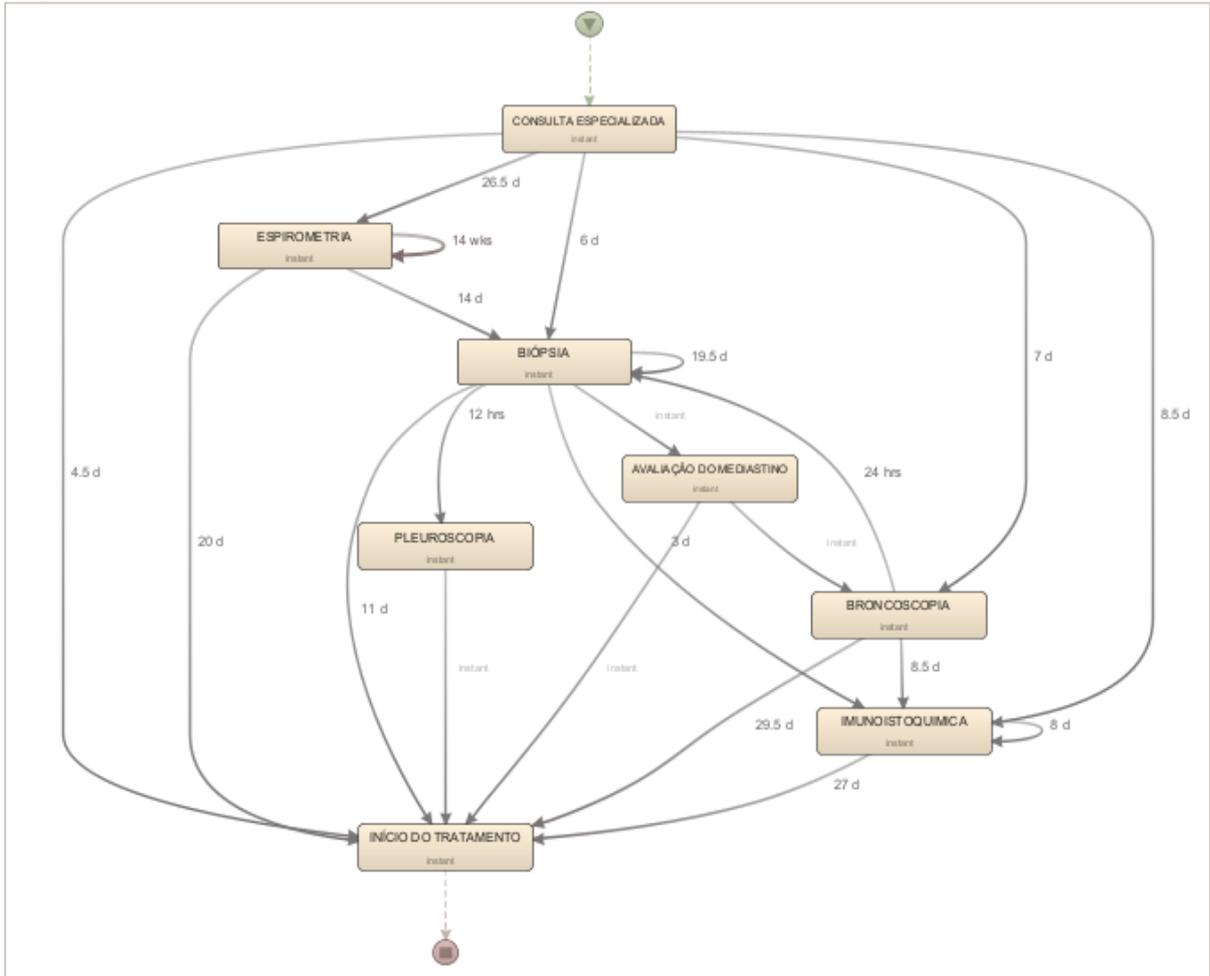
Figura 8. Mapa de processos dos procedimentos invasivos e exames.

Fonte, os autores, 2023.

A análise de performance do processo referente aos exames clínicos e procedimentos invasivos demonstram que os exames/procedimentos realizados em menor tempo após a consulta especializada são: biópsia (6 dias), broncoscopia (7 dias) e imunistoquímica (8,5 dias). Os que apresentam maior tempo de realização são avaliação do mediastino (21 dias), espirometria (26,5 dias) e pleuroscopia (43 dias). No fluxo entre consulta especializada e início do tratamento, observa-se o tempo mediano de 4,5 dias. Na análise do tempo mediano entre a realização exames clínicos e procedimentos invasivos com o início do tratamento, observa-se que após a realização da espirometria, o tratamento foi iniciado em 20 dias. No caso da biópsia, o tempo observado foi de 11 dias, na broncoscopia, 29,5 dias e no exame de imunistoquímica, tem-se o tempo

mediano de 27 dias. No caso da pleuroscopia e avaliação do mediastino, observa-se a relação temporal instantânea entre esses procedimentos e início do tratamento, sugerindo suas realizações quando o tratamento já havia se iniciado (Figura 9).

Figura 9. Mapa de processos dos procedimentos invasivos e exames, sob a perspectiva de performance.



Fonte, os autores, 2023.

As respostas dos especialistas foram analisadas em relação aos graus de concordância dos fluxos descobertos, com a intenção de avaliar se os fluxos descobertos repercutem o que é praticado diariamente de acordo com a experiência dos especialistas, como também, avaliar a capacidade de utilidade do fluxo descoberto para os profissionais da oncologia. Das dez questões enviadas aos especialistas, duas apresentaram grau de concordância acima de 0,90 (questões 7 e 10), quatro ficaram entre 0,85 e 0,89 (questões 1, 2, 6 e 8), duas apresentaram grau de concordância de 0,80 (questões 3 e 4) e duas resultaram em um grau de concordância de 0,77 (questões 5 e 9). Em relação à média geral, o questionário apresentou grau de concordância de 0,85 (Tabela 4).

Tabela 4. Tema da questão avaliada pelos especialistas, número de respostas obtidas para cada questão e resultado do grau de concordância.

Ordem	Contexto da questão	Número de respostas	Concordância
1.	Análise do grau de concordância do mapa de processos envolvendo as cinco principais modalidades de tratamento para o câncer de pulmão.	7	0,89
2.	Análise do grau de concordância do mapa de processos dos princípios ativos utilizados no tratamento quimioterápico para o câncer de pulmão.	7	0,89
3.	Análise do grau de concordância dos princípios ativos utilizados no tratamento imunoterápico para o câncer de pulmão.	7	0,80
4.	Análise do grau de concordância do mapa de processos dos princípios ativos utilizados no tratamento do câncer de pulmão com terapia alvo.	7	0,80
5.	Análise do grau de concordância do mapa dos procedimentos cirúrgicos para o tratamento do câncer de pulmão.	7	0,77
6.	Análise do grau de concordância para o mapa de processos dos exames de imagem realizados para o tratamento do câncer de pulmão.	7	0,89
7.	Análise do grau de concordância para o mapa de processos dos exames de espirometria, broncoscopia, biópsia, avaliação do mediastino e pleuroscopia realizados para o tratamento do câncer de pulmão.	7	0,97
8.	Avaliação do grau de concordância para os mapas de processos do tempo mediano entre os exames de tomografia de tórax, PET scan, tomografia de abdome e cintilografia óssea e ressonância magnética de crânio com o início do tratamento.	7	0,86
9.	Avaliação do grau de concordância para os mapas de processos para envolvendo a espirometria, biópsia, avaliação do mediastino, imunoistoquímica, broncoscopia e pleuroscopia com o início do tratamento.	7	0,77
10.	Em relação aos fluxos apresentados, pode-se afirmar que a mineração de processos é uma ferramenta com potencial aplicação na área da oncologia?	7	0,91
Média final do grau de concordância			0,85

Fonte: os autores, 2023.

DISCUSSÃO

Nosso estudo avaliou fluxogramas resultantes dos procedimentos utilizados por beneficiários com câncer de pulmão em uma operadora de planos de saúde. Nosso foco de análise consistiu em descobrir os caminhos clínicos presentes nas principais

modalidades de tratamento do câncer de pulmão, como também quais são os principais recursos utilizados para diagnosticar e acompanhar esse tipo de neoplasia.

Semelhante ao nosso estudo, (BAKER *et al.* 2017) utilizou a mineração de processos para avaliar a jornada assistencial de pacientes com câncer de mama e colorretal que receberam tratamento quimioterápico. Seus resultados confirmam a diversidade do tratamento do câncer, comprovando a complexidade envolvida nos recursos utilizados nesta área. Essa característica também foi corroborada por nosso estudo, onde tanto o tratamento quanto o processo diagnóstico possuem complexidade significativa. Desta forma, entende-se que o uso da mineração de processos de saúde tem o potencial de avaliar diferentes fluxos de um único câncer. Um estudo com um grande número de indivíduos conseguiu descobrir perfis específicos de câncer de mama, bem como resultados clínicos, envolvendo a recorrência de procedimentos. Em nossa população foi possível identificar o sequenciamento do tratamento de pacientes entre terapia alvo, quimioterapia e imunoterapia, sendo um substituto para resultados como progressão ou toxicidade que pode ser causada pela quimioterapia (CHIUDINELLI *et al.* 2020).

Dentro da jornada do paciente com câncer, observamos estudos (GATTA *et al.* 2017; LENKOWICZ *et al.* 2018) que avaliaram a conformidade dos processos relacionados ao câncer de mama e câncer de pulmão. Nossa avaliação permitiu verificar que alguns testes recomendados pelas diretrizes nacionais e internacionais como PET-CT possuem o caminho mais rápido para iniciar o tratamento, apoiando o uso dessa ferramenta no tratamento e diagnóstico do câncer de pulmão.

Até o momento, nosso estudo foi o primeiro a avaliar as trajetórias clínicas de pacientes com câncer de pulmão por meio da mineração de processos. No entanto, foram encontrados outros estudos que avaliaram jornadas assistenciais. Um estudo aplicou métodos de modelagem com modelos analíticos de Markov (JU *et al.* 2015), e outros que não aplicaram o *software* de mineração de processos (TSUMOTO *et al.* 2014; AHMED *et al.* 2013; WANG *et al.* 2017; OMAR *et al.* 2018; YANG E CHEN 2015; KRISHNAIAH *et al.* 2013).

Em nossa análise não observamos tratamentos e caminhos clínicos não indicados por diretrizes clínicas nacionais e internacionais. Este tipo de abordagem serve tanto para analisar questões de faturamento da operadora de saúde (como conformidade), bem como autorização por auditoria futura. Além disso, em contraste com os estudos clínicos, a avaliação da jornada do paciente por mineração de processos no cenário oncológico

permite a mensuração de dados da vida real, mostrando gargalos e potencialidades durante a jornada assistencial. Verificamos que, nesse processo, o tempo para iniciar a terapia alvo foi de 76 dias e para início da quimioterapia foi de 37 dias. Atrasos no tratamento de qualquer câncer pode aumentar a mortalidade (HANNA *et al.* 2020). Uma análise retrospectiva em pacientes com câncer de pulmão apresentou aumento na mortalidade de 4 a 8% devido ao atraso de 7 dias no tratamento (TSAI *et al.* 2020). Dessa forma, pode-se afirmar que o monitoramento contínuo do processo é uma forma de mitigar esses atrasos e garantir o tratamento em tempo oportuno.

Em relação às limitações do estudo, destacamos, o baixo número de pacientes recrutados. Além disso, no conjunto de dados não estavam disponíveis informações clínicas como o estadiamento do câncer. O acesso a essas informações poderia proporcionar uma jornada de cuidado mais rica, possibilitando análises de acordo com a gravidade da doença. Terceiro, os dados dos resultados clínicos, como a progressão, não foram disponibilizados para este estudo. Esse recurso pode ser aplicado em estudos futuros.

CONCLUSÃO

Nesta pesquisa, a aplicação de técnicas de mineração de processos para identificação da jornada assistencial dos beneficiários com câncer de pulmão na saúde suplementar demonstrou ser eficiente diante dos fluxos descobertos. Os resultados decorrentes da avaliação dos especialistas confirmam a aderência dos fluxos descobertos com a prática clínica diária dos profissionais com experiência em oncologia, como também, corrobora com a aplicabilidade da mineração de processos na área da oncologia.

Os desfechos alcançados por meio da mineração de processos evidenciam que a quimioterapia consiste na modalidade de tratamento de primeira escolha na maioria dos beneficiários. As opções adotadas durante o tratamento quimioterápico confirmam a aderência com diretrizes e protocolos. Nas demais modalidades, também foi possível identificar essa adesão, contudo, vale destacar que análises específicas das opções terapêuticas se tornaram limitadas em função da base de dados da operadora não contemplar dados clínicos, indicando fatores como o estadiamento do tumor.

As análises que demonstraram a performance dos processos, mostram que o acesso aos principais exames, incluindo exames de alta tecnologia como no caso do PET scan, ocorre de maneira ágil. Ademais, o emprego de análises sob essa perspectiva também evidenciou alguns gargalos, como no caso das modalidades de radioterapia e

terapia alvo, o que oportuniza os gestores de planos de saúde a investigarem suas causas, visando a otimização do processo.

Por fim, diante das descobertas obtidas, é possível afirmar que a aplicação da mineração de processos fornece um meio para que os gestores possam analisar os fluxos decorrentes de diversos cenários, oferecendo subsídios necessários para que os processos decisórios sejam realizados de forma rápida e eficaz, contribuindo com o seu aperfeiçoamento, que por conseguinte, refletem na qualidade dos serviços prestados aos beneficiários em tratamento oncológico.

REFERÊNCIAS

- ABO-HAMAD, W. **Patient Pathways Discovery and Analysis Using Process Mining Techniques: An Emergency Department Case Study**. (P. Cappanera et al., Eds.) Health Care Systems Engineering. **Anais...** Cham: Springer International Publishing, 2017
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Consultas - Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. 2020. Disponível em: <<https://consultas.anvisa.gov.br/#/cosmeticos/regularizados/>>. Acesso em: 14 jan. 2021.
- AHMED, K. et al. Early detection of lung cancer risk using data mining. **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention**, v. 14, n. 1, p. 595–598, 2013.
- ALEXANDRE, N. M. C.; COLUCI, M. Z. O. Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 7, p. 3061–3068, jul. 2011.
- ARIAS, M. et al. Mapping the Patient’s Journey in Healthcare through Process Mining. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 18, p. 6586, 10 set. 2020.
- BAKER, Karl et al. Process mining routinely collected electronic health records to define real-life clinical pathways during chemotherapy. **International journal of medical informatics**, v. 103, p. 32-41, 2017.
- BALCH, A. et al. Clinical Pathways: barrier or benefit to patient Access and personalized medicine? **National Patient Advocate Foundation**, v. 53, n. 3, p. 355–356, 2015.
- CARON, F. et al. Monitoring care processes in the gynecologic oncology department. **Computers in Biology and Medicine**, v. 44, n. 1, p. 88–96, 2014.
- CHIANG, A. C.; ELLIS, P.; ZON, R. Perspectives on the Use of Clinical Pathways in Oncology Care. **American Society of Clinical Oncology Educational Book**, v. 37, p. 155–159, 2017.
- CHIUDINELLI, Lorenzo et al. Mining post-surgical care processes in breast cancer patients. **Artificial Intelligence in Medicine**, v. 105, p. 101855, 2020.
- ERDOGAN, T. G.; TARHAN, A. A Goal-Driven Evaluation Method Based On Process Mining for Healthcare Processes. **Applied Sciences**, v. 8, n. 6, p. 894, 30 maio 2018b.
- ERDOGAN, T. G.; TARHAN, A. Systematic Mapping of Process Mining Studies in Healthcare. **IEEE Access**, v. 6, p. 24543–25567, 2018a.
- FLUXICON. **Fluxicon | Process Mining for professionals**. 2020. Disponível em:

<<https://fluxicon.com/disco/>>. Acesso em: 14 jan. 2021.

FUNKNER, A. A.; YAKOVLEV, A. N. A. N.; KOVALCHUK, S. V. S. V. **Towards evolutionary discovery of typical clinical pathways in electronic health records.**

Procedia Computer Science. **Anais...Elsevier B.V.**, 2017. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.181>>. Acesso em: 4 jan. 2021

GARCIA, C. DOS S. et al. Process mining techniques and applications – A systematic mapping study. **Expert Systems with Applications**, v. 133, p. 260–295, nov. 2019.

GATTA, R. et al. pMineR: An Innovative R Library for Performing Process Mining in Medicine. In: GATTA, R. et al. (Eds.). . **Artificial Intelligence in Medicine**. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer International Publishing, 2017. v. 10259p. 351–355.

GÜNTHER, C. W.; ROZINAT, A. Disco: Discover your processes. **CEUR Workshop Proceedings**, v. 936, p. 40–44, 2012.

HANNA, Timothy P. et al. Mortality due to cancer treatment delay: systematic review and meta-analysis. **bmj**, v. 371, 2020.

HELM, E. et al. Towards the use of standardized terms in clinical case studies for process mining in healthcare. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 4, 2020.

HUANG, Z. et al. On local anomaly detection and analysis for clinical pathways. **Artificial Intelligence in Medicine**, v. 65, n. 3, p. 167–177, 1 nov. 2015.

JONES, M. et al. Big data analytics and sensor-enhanced activity management to improve effectiveness and efficiency of outpatient medical rehabilitation. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 3, 2020.

JU, F. et al. Computer modeling of lung cancer diagnosis-to-treatment process. **Translational Lung Cancer Research**, v. 4, n. 4, p. 404–414, 2015.

KIM, E. et al. Discovery of outpatient care process of a tertiary university hospital using process mining. **Healthcare Informatics Research**, v. 19, n. 1, p. 42–49, 2013.

KOH, H. C.; TAN, G. Data mining applications in healthcare. **Journal of healthcare information management : JHIM**, v. 19, n. 2, p. 64–72, 2005.

KRISHNAIAH, V. et al. Diagnosis of lung cancer prediction system using data mining classification techniques. **International Journal of Computer Science and Information Technologies**, v. 4, n. 1, p. 39–45, 2013.

LENKOWICZ, Jacopo et al. Assessing the conformity to clinical guidelines in oncology: An example for the multidisciplinary management of locally advanced

- colorectal cancer treatment. **Management Decision**, v. 56, n. 10, p. 2172-2186, 2018.
- LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, v. 22 140, p. 55, 1932.
- MANS, R. S. et al. **Process mining in healthcare - A case study**. 1st International Conference on Health Informatics, HEALTHINF 2008. **Anais...**Eindhoven University of Technology, P.O. Box 513, NL-5600 MB, Eindhoven, Netherlands: 2008. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-44349167450&partnerID=40&md5=7bf27ffba4ec5fcd8d21e7025f38db10>>
- NADERIFAR, M.; GOLI, H.; GHALJAIE, F. Snowball Sampling: A Purposeful Method of Sampling in Qualitative Research. **Strides in Development of Medical Education**, v. 14, n. 3, 2017.
- OMAR, Y. et al. Lung cancer prognosis system using data mining techniques. **HEALTHINF 2018 - 11th International Conference on Health Informatics, Proceedings; Part of 11th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies, BIOSTEC 2018**, v. 5, n. Biostec, p. 361–368, 2018.
- ROJAS, E. et al. Process mining in healthcare: A literature review. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 61, p. 224–236, 1 jun. 2016.
- ROTTER, T. et al. Clinical pathways: effects on professional practice, patient outcomes, length of stay and hospital costs. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 9, n. 2, p. 191–192, 17 mar. 2010.
- ROVANI, M. et al. Declarative process mining in healthcare. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 23, p. 9236–9251, 2015.
- SEDGWICK, P. Snowball sampling. **BMJ (Online)**, v. 347, n. December, p. 1–2, 2013.
- SOCIEDADE AMERICANA DO CÂNCER. **Treatment Choices for Non-Small Cell Lung Cancer, by Stage**. 22 dez. 2020. Disponível em: <<https://www.cancer.org/cancer/lung-cancer/treating-non-small-cell/by-stage.html>>. Acesso em: 27 abr. 2020e.
- SOCIEDADE AMERICANA DO CÂNCER. **Treatment Choices for Small Cell Lung Cancer, by Stage**. 04 jan. 2021. Disponível em: <<https://www.cancer.org/cancer/lung-cancer/treating-small-cell/by-stage.html>>. Acesso em: 8 set. 2020a.
- SONG, M.; VAN DER AALST, W. M. P. Towards comprehensive support for organizational mining. **Decision Support Systems**, v. 46, n. 1, p. 300–317, dez. 2008.
- TSAI, Chang-Hung et al. Effect of time interval from diagnosis to treatment for non-

small cell lung cancer on survival: a national cohort study in Taiwan. **BMJ open**, v. 10, n. 4, p. e034351, 2020.

TSUMOTO, S. et al. Similarity-based behavior and process mining of medical practices. **Future Generation Computer Systems**, v. 33, p. 21–31, 2014.

VAN DER AALST, W. M. P. et al. Prom: The process mining toolkit. **CEUR Workshop Proceedings**, v. 489, n. May 2014, 2008.

VAN DER AALST, W. M. P. **Process Mining**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. v. 136

VAN ECK, M. L. et al. PM2: A Process Mining Project Methodology. In: **Lecture Notes in Computer Science**. [s.l: s.n.]. v. 9097p. 297–313.

WANG, Z. et al. Development of diagnostic model of lung cancer based on multiple tumor markers and data mining. **Oncotarget**, v. 8, n. 55, p. 94793–94804, 1 nov. 2017.

YANG, H.; CHEN, Y. P. Expert Systems with Applications Data mining in lung cancer pathologic staging diagnosis : Correlation between clinical and pathology information. **EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS**, n. April, 2015.

YANG, W.; SU, Q. Process Mining for Clinical Pathway. **IEEE**, 2014.