

ANÁLISE DE CONFORMIDADE NO TRATAMENTO DE SEPSE POR MEIO DE MINERAÇÃO DE PROCESSOS

Rayane S. Costa

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio
Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea - Rio de Janeiro, RJ - Brasil - CEP: 22451-900
Departamento de Engenharia Industrial
raycosta.s@outlook.com

Fernanda A. Baião

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio
Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea - Rio de Janeiro, RJ - Brasil - CEP: 22451-900
Departamento de Engenharia Industrial
fbaiao@puc-rio.br

Igor T. Peres

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio
Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea - Rio de Janeiro, RJ - Brasil - CEP: 22451-900
Departamento de Engenharia Industrial
igor.peres@puc-rio.br

RESUMO

A sepsé é a principal causa de mortes em unidades de terapia intensiva (UTI) em todo o mundo. No Brasil, a taxa de mortalidade em UTI chega a 65%. Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento dos processos de atendimento aos pacientes com diagnóstico de sepsé em unidades de terapia intensiva do hospital Beth Israel Deaconess Medical Center, em Boston-USA a partir da base de dados do MIMIC-IV. Essa base está disponível publicamente e contém dados de mais de 200 mil pacientes registrados entre de 2008 e 2019. Utilizando técnicas de mineração de processos, foi analisada a conformidade das execuções frente às recomendações de tratamento. Os resultados apontam uma conformidade média de 67%, porém com um declínio quando comparada à faixa etária dos pacientes, sugerindo uma necessidade de tratamento específico para idosos.

PALAVRAS-CHAVE. Sepsé, Mineração de processos, Análise de conformidade.

Tópicos

5. BDA – Big Data e Analytics

17. SA – PO na Área de Saúde

ABSTRACT

Sepsis is the leading cause of death in intensive care units (ICU) worldwide. In Brazil, the ICU mortality rate reaches 65%. This work aimed to evaluate the behavior of the care processes for Sepsis patients in intensive care units at the Beth Israel Deaconess Medical Center hospital in Boston-USA, using the MIMIC-IV database. This database is available and contains data from more than 200 thousand patients registered between 2008 and 2019. Conformance analyses of the event log with the treatment recommendations were analyzed using process mining techniques. The results indicate an average conformance of 67%, but with a decline compared to the patient's age group, suggesting a need for specific treatment for senior patients.

KEYWORDS. Sepsis. Process mining. Conformance analysis.

Paper topics

5. BDA – Big Data and Analytics

17. SA – OR in Healthcare

1. Introdução

A sepse é uma das principais causas de morte em unidades de terapia intensiva (UTI). Rudd *et al.* [2020] estimam que 11 milhões de pessoas morrem de sepse a cada ano no mundo, sendo 240 mil mortes apenas no Brasil, o que revela uma taxa de mortalidade de 65%.

A sepse é uma condição de saúde necessariamente tratada em UTIs, na qual o sistema imunológico do paciente tem uma resposta extrema a uma infecção. A própria reação do corpo no combate à infecção desencadeia inflamações em todo o corpo, gerando danos em diversos órgãos, sendo este o comportamento que diferencia a sepse de uma infecção. Em alguns casos, a resposta agressiva do corpo pode desencadear uma reação sistêmica, induzindo diversos órgãos ao mau funcionamento levando ao choque de sepse, que é uma das condições mais graves da doença [Singer et al. 2016].

A identificação precoce do diagnóstico de sepse é fundamental para o início imediato do tratamento, aumentando a expectativa de recuperação do paciente. O SEPSIS3 foi publicado em por Singer et al. [2016] apresentando uma atualização sobre definições de sepse e choque séptico de publicações anteriores, realizadas em 2001 [Levy et al. 2003] e em 1991 [Bone et al. 1992]. Os autores realizaram uma análise sobre a Avaliação Sequencial de Falência de Órgãos (SOFA, do inglês Sequential Organ Failure Assessment), um mecanismo de pontuação para diagnóstico rápido de sepse. O SOFA é amplamente utilizado para quantificar anormalidades observadas por meio de análises clínicas e dados laboratoriais que levem ao diagnóstico de sepse [Singer et al. 2016], porém é importante ressaltar que ele não tem o intuito de prever resultados e sim de descrever uma sequência de complicações típicas e conhecidas do quadro desta doença [Vincent et al., 1996]. A fim de estabelecer um meio ainda mais rápido para diagnóstico e, conseqüentemente, início rápido do tratamento adequado, o SOFA foi adaptado para uma versão com apenas três indicadores, o qSOFA (do inglês quickSOFA, ou avaliação sequencial rápida de falência de órgãos).

O qSOFA é composto por três indicadores que podem ser analisados no leito do paciente e indicam uma alta probabilidade de sepse. Singer et al. [2016] destacam que a análise pelo qSOFA deve considerar a soma de um ponto (a partir do zero) para cada indicador cujo valor de referência é alcançado. Um diagnóstico de sepse é altamente provável se a somatória final apresentar dois pontos ou mais. A Tabela 1 apresenta os indicadores do qSOFA e os seus valores de referência.

Tabela 1 – Composição do qSOFA

Indicador	Valor de referência
Frequência respiratória	$\geq 22/\text{min}$
Pressão arterial sistólica	$\leq 100\text{mmHg}$
Estado mental alterado	Sim

Fonte: Adaptado de Singer et al. [2016]. Para cada indicador cujo valor de referência é alcançado um ponto é somado. O diagnóstico de sepse é altamente provável se o somatório final for igual ou maior que dois.

Associado ao diagnóstico rápido, o tratamento adequado é imprescindível para a recuperação do paciente. Evans et al. [2021] analisaram e sintetizaram os dados de mais de 600 publicações formando uma extensa relação de recomendações e diretrizes sobre diagnóstico e observações clínicas relacionadas ao tratamento de sepse e choque séptico em adultos. Com base nestas 93 recomendações, Kalimouttou et al. [2023] realizaram um trabalho de priorização destas recomendações, privilegiando 22 delas. Algumas destas recomendações possuem características que podem ser equiparadas a um processo. Ao considerar o tratamento de sepse um processo, este trabalho se propõe a utilizar técnicas de mineração de processos para avaliar a conformidade do tratamento de sepse às recomendações de Evans et al. [2021] e Kalimouttou et al. [2023].

Esta pesquisa está dividida em 5 seções. A seção 2 traz um breve contexto sobre mineração de processos, a seção 3 descreve a metodologia desenvolvida para este trabalho, a seção 4 apresenta resultados e discussão e, por fim, a seção 5 traz as conclusões e endereça pesquisas futuras.

2. Mineração de processos

As organizações são orientadas a processo. Cada produto fabricado ou serviço realizado possui uma sequência de atividades e etapas a serem cumpridas a fim de viabilizar a sua entrega [Ulrich and Eppinger 2016]. Na tentativa de mapear os seus processos e manter um nível de padronização, as organizações muitas vezes utilizam ferramentas BPMN (do inglês Business Process Modeling Notation, notação para modelagem de processos) para descrever a sequência de atividades que deve ser seguida [Ter Hofstede et al. 2010]. Estas ferramentas retratam como o processo deve ser executado, de maneira estruturada e imperativa, por meio de um diagrama com símbolos e regras indicando as etapas que devem ser executadas e os agentes envolvidos [Pesic, Schonenberg, and Van Der Aalst 2007].

Apesar destas ferramentas cumprirem seu papel de mapear o processo padrão esperado, o dia a dia pode revelar comportamentos diferentes. A mineração de processos é um conjunto de técnicas de ciência de dados que tem a capacidade de descobrir o processo real, verificar a conformidade baseada em um padrão ou ainda promover a sua melhoria a partir dos registros sistêmicos de suas execuções [van der Aalst 2011].

Neste trabalho, a técnica de reexecução baseada em token (*token-based replay*) é utilizada para realizar a análise de conformidade. Nesta técnica é feita uma comparação entre a execução do processo real, descrito em um log de eventos, com o processo padrão, descrito por uma rede de Petri. Cada etapa descrita no log de eventos é reexecutada sobre o modelo. Aquelas que não encontram uma correspondência no modelo são apontadas como *missing* ou *remaining tokens*, ou seja, tokens que sobraram ou não foram consumidos durante a reexecução do processo [van der Aalst and Carmona 2022].

3. Metodologia

Os experimentos deste trabalho foram executados utilizando as ferramentas RStudio, Disco e PM4Py em uma máquina com Processador 12th Gen Intel(R) Core(TM) i7-12700H 2.30 GHz, RAM instalada 16,0 GB, Sistema operacional Windows Professional de 64 bits. O Disco, ferramenta da Fluxicon, foi utilizado para a descoberta do processo real. O PM4Py é uma biblioteca do Python para mineração de processos e foi utilizado para realizar a análise de conformidade.

3.1 MIMIC-IV

Para aplicação deste estudo foi utilizada a base de dados de informações médicas de terapia intensiva MIMIC-IV (*Medical Information Mart for Intensive Care*) do hospital Beth Israel Deaconess Medical Center, em Boston-USA. Este banco de dados contém dados de 229.712 pacientes com 431.231 admissões e 73.181 admissões na UTI entre os anos de 2008 e 2019, e está abertamente disponível em <https://physionet.org/content/mimiciv/2.2/>. Para garantir a confidencialidade do paciente, todos os dados são desidentificados e as datas dos registros são alocadas no futuro, sem que haja perda de coerência [Goldberger et al. n.d.; A. Johnson et al. 2023; A. E. W. Johnson et al. 2023].

O MIMIC-IV é dividido em módulos. Neste trabalho, foram utilizados os dados dos módulos hospital (HOSP) e UTI (ICU), que compreendem 31 tabelas. Todos os dados estão vinculados a um identificador único (ID) para o paciente e para a internação no hospital. No caso da tabela de UTI, há ainda o ID da internação na UTI.

3.1.1. Critérios de seleção

Este trabalho visa analisar a conformidade do tratamento realizado nas 500 internações com maior tempo de internação (LOS, do inglês length of stay) que tiveram diagnóstico de sepse e se encontraram em estado crítico definido pelo qSOFA ≥ 2 avaliado nas primeiras 48 horas na UTI.

A obtenção da amostra de interesse se deu então em três etapas:

- **Diagnósticos de sepse:** Para identificar as internações com diagnóstico de sepse, foi pesquisada a *string* “seps” na tabela dimensão HOSP/d_icd_diagnoses. Esta tabela contém os códigos da classificação internacional de doenças (ICD - International Classification of Diseases). A partir dos códigos selecionados um filtro foi aplicado na tabela HOSP/diagnoses_icd. Este filtro obteve 15.558 diagnósticos.
- **Cálculo do qSOFA:** Para cálculo do qSOFA foram utilizadas as tabelas ICU/d_items (tabela dimensão de itens diversos) e ICU/chartevents (tabela de registros do paciente). Na tabela dimensão ICU/d_items foram identificados os itens correspondentes aos indicadores do qSOFA e categorizados em BP – Pressão Sanguínea, MS – Estado Mental e RR – Frequência Respiratória. Os resultados destes itens foram identificados na tabela ICU/chartevents e somado um ponto em cada categoria sempre que o valor de referência fosse alcançado ou ultrapassado. Ao final, as internações com pontuação do qSOFA maior ou igual a dois foram filtradas, com isso 32.482 observações foram selecionadas.
- **Filtro das internações com maior LOS dentro da interseção:** Considerando as duas seleções acima, foi encontrada uma interseção de 6.748 internações. O objetivo deste trabalho é avaliar a conformidade das estadias com maior tempo de internação, portanto, uma ordenação foi realizada sobre a base e as 500 internações com maior LOS foram selecionadas.

A Figura 1 apresenta a interseção gerada a partir deste procedimento.

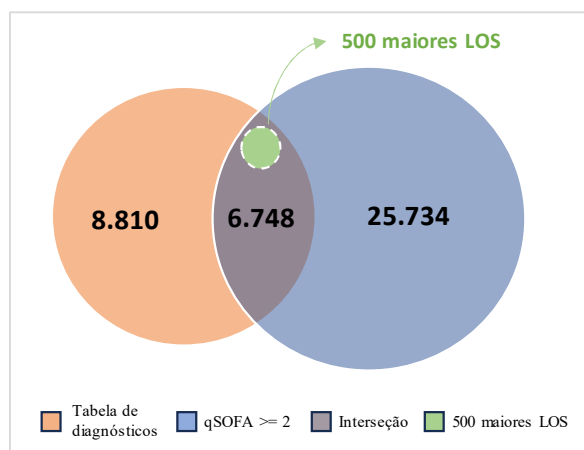


Figura 1 – Diagrama de Venn – Critérios de seleção da amostra de interesse. Fonte: Os autores. São considerados neste trabalho internações críticas aquelas que fazem parte da interseção de diagnósticos de sepse com $qSOFA \geq 2$. A partir desta interseção foram selecionadas as 500 internações com maior LOS.

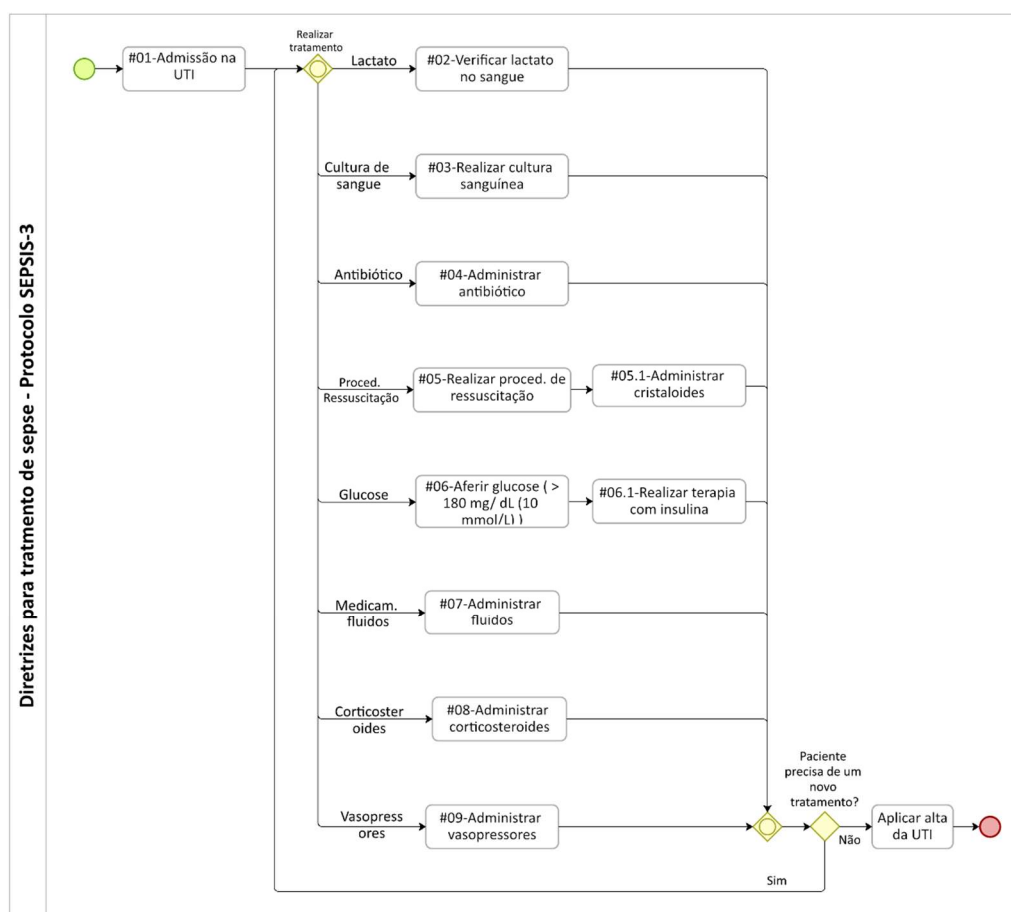
3.2 Seleção de recomendações para desenho do processo

Considerando os estudos citados na seção anterior, nove recomendações foram selecionadas para este estudo. A seleção de recomendações bem como a lista de medicamentos fluidos, antibióticos, corticosteroides e vasopressores foi definida junto a dois especialistas da saúde em tratamento intensivo. Esta seleção considera também a possibilidade de identificação dos itens na base MIMIC-IV. As recomendações selecionadas para este estudo são:

- #01 Para adultos com sepse ou choque séptico que necessitem de internação na UTI, sugere-se a internação dos pacientes na UTI.
- #02 Para adultos com suspeita de sepse, sugere-se medir o lactato sanguíneo.
- #03 Para adultos com suspeita de sepse ou choque séptico, recomenda-se a realização de hemocultura.
- #04 Para adultos com possível choque séptico ou alta probabilidade de sepse, recomenda-se a administração imediata de antimicrobianos.

- #05 Para adultos com sepse ou choque séptico, recomendamos o uso de cristaloides como fluido de primeira linha para reanimação, após procedimento de ressuscitação.
- #06 Para adultos com sepse ou choque séptico, recomendamos iniciar a terapia com insulina com nível de glucose > 180 mg/dL (10 mmol/L).
- #07 Administrar corticosteroides.
- #08 Administrar medicamentos fluidos.
- #09 Administrar vasopressores.

A Figura 2 representa o processo de referência para o tratamento de Sepse, consolidando as 9 recomendações selecionadas, na notação BPMN (Business Process Model and Notation), na qual os círculos verde e vermelho representam o início e fim do processo respectivamente; os retângulos de borda arredondada representam atividades do processo; um losango vazio representa um gateway XOR-join, o qual denota um ponto de sincronismo de 2 fluxos alternativos do processo, derivados de uma tomada de decisão realizada previamente; por fim, os losangos com símbolo "O" representam gateways "OR" ("OU inclusivo"), os quais delimitam subfluxos do processo que podem ser executados de forma concorrente. No caso, um gateway "OR" com 1 fluxo de entrada e vários de saída, cada fluxo de saída representa um subfluxo do processo que pode ou não ser executado em paralelo aos demais, e um gateway "OR" com vários fluxos de entrada e 1 de saída representa um ponto de sincronismo, seguido de um gateway XOR que indica a sequência de apenas um dos fluxos.



Conforme a Figura 2, o processo de referência de tratamento de sepse necessariamente inicia com a atividade "#01-Admissão na UTI" e termina com a atividade "Aplicar alta da UTI". Dentre essas 2 atividades, quaisquer uma das atividades (de #02 a #09) pode ser executada.

3.3 Log de eventos

O log de eventos é composto minimamente por um identificador do processamento, chamado de *case* ou *trace*, pelo evento e por um *timestamp*, que indica a data e hora da execução daquele evento. Na Tabela 2 é possível verificar um exemplo do log de eventos com estes três componentes:

Tabela 2 – Exemplo de um log de eventos

case_id	evento	timestamp
20811838_36577352	#01-ICU admission	21/08/2117 02:02
20811838_36577352	#02-Check blood lactate	04/09/2117 03:17
20811838_36577352	#03-Perform blood culture	02/09/2117 15:32
20811838_36577352	#03-Perform blood culture	04/09/2117 09:13
20811838_36577352	#04-Administrate antibiotics	02/09/2117 20:00
20811838_36577352	#04-Administrate antibiotics	02/09/2117 21:00
20811838_36577352	#04-Administrate antibiotics	03/09/2117 04:00
20811838_36577352	#04-Administrate antibiotics	03/09/2117 08:00
20811838_36577352	#04-Administrate antibiotics	03/09/2117 20:00
20811838_36577352	#04-Administrate antibiotics	04/09/2117 04:00
20811838_36577352	#04-Administrate antibiotics	04/09/2117 09:00
20811838_36577352	#04-Administrate antibiotics	11/09/2117 10:00
20811838_36577352	ICU discharge	11/09/2117 11:53

Fonte: Os autores. O log de eventos é composto, pelo menos, por um identificador único do processamento, o evento registrado e o timestamp, que contempla a data e hora da execução.

O log de eventos foi criado a partir da pesquisa dos itens correspondentes às recomendações selecionadas nas tabelas do MIMIC-IV. Além do identificador da internação e do paciente, as tabelas possuem um identificador do item de registro. Estes itens estão vinculados às tabelas de apoio, ou tabelas dimensão, que possuem a sua descrição. As tabelas fato, ou seja, as tabelas que possuem os registros dos eventos, estão listadas a seguir. Estas são apenas as tabelas utilizadas neste trabalho:

- ICU/icustays: contém dados de internação na UTI;
- ICU/procedureevents: contém dados de procedimentos realizados durante a estadia do paciente na UTI;
- ICU/inputevents: contém dados de medicamentos administrados durante a estadia na UTI;
- ICU/procedureevents: contém os registros de procedimentos realizados ao longo da estadia do paciente na UTI;
- HOSP/admissions: contém dados sobre a admissão do paciente no hospital;
- HOSP/labevents: contempla registros de exames laboratoriais realizados durante toda a internação do paciente no hospital;
- HOSP/pharmacy: descreve todos os medicamentos administrados ao paciente;
- HOSP/prescriptions: descreve todos os medicamentos administrados ao paciente.

Para cada uma das recomendações listadas na Seção 2.2, foram selecionados os IDs dos itens correspondentes nas tabelas dimensão, e em seguida estes IDs foram filtrados nas tabelas fato, por exemplo:

(1) Tabela dimensão: HOSP/d_labitems
ID: 52027
Descrição: Glucose, Whole Blood
Tabela fato correspondente: HOSP /
labevents

(2) Tabela dimensão: ICU/d_items
ID: 225401
Descrição: Blood Cultured
Tabela fato correspondente: ICU /
procedureevents

O log de eventos foi gerado no RStudio, consultando todos os IDs selecionados em suas tabelas correspondentes:

1. Filtrar a tabela com a amostra de interesse (500 internações com maior LOS);
2. Filtrar os IDs eventos de interesse;
3. Junção das colunas “hadm_id” (identificador da internação no hospital) e “stay_id” (identificador da internação na UTI) para criação da coluna “case_id”;
4. Para cada tipo de item criar uma coluna “evento”, inserindo a descrição do evento, por exemplo, “#01-Admissão na UTI”, “#02-Verificar lactato no sangue”, “#03-Realizar cultura sanguínea”, etc.
5. Identificar e renomear a coluna com a data e hora do registro para “timestamp”
6. Seleção das colunas “case_id”, “evento” e “timestamp” para formação do log de eventos.

3.4 Análise de conformidade

A análise de conformidade foi realizada utilizando a biblioteca PM4Py (versão 2.7.9.2) do Python. As entradas necessárias para esta análise são: a rede de Petri do modelo e o log de eventos, refletindo as execuções reais do processo. Para este trabalho o log de eventos foi particionado em 500 sub-logs, a fim de executar a análise de conformidade de maneira exclusiva por case. A mesma rede de Petri é utilizada em todas as execuções, portanto, basta que seja lida uma única vez. Em seguida um contador “i” foi criado para que o código percorresse todas as partições do log. No loop foi inserida a leitura do log (chamado dataframe.csv), em seguida a análise de conformidade é executada e registrada numa lista, o contador é atualizado e o loop recomeça. Por fim, a lista é salva em uma tabela para que as análises sobre os resultados sejam feitas. Este processo está resumido no Algoritmo 1:

Algoritmo 1: Análise de conformidade

```

pn: rede de Petri
mi: marco inicial da rede de Petri
mf: marco final da rede de Petri
dataframe: log de eventos

1  $pn, mi, mf \leftarrow \text{petri\_net.importer}(\text{"petrinet.pnml"});$ 
2  $i = 1;$ 
3  $\text{lista\_conform} \leftarrow [];$ 
4 while  $i \leq 500$  do
5    $\text{dataframe} = \text{pm4py.format\_dataframe}(\text{"dataframe.csv"}, \text{sep}=',', ), \text{case\_id} = \text{'case\_id'},$ 
    $\text{activity\_key} = \text{'activity'}, \text{timestamp\_key} = \text{'timestamp'};$ 
6    $\text{conformance} = \text{token\_based\_replay}(\text{dataframe}, pn, im, fm)$ 
7    $\text{lista\_conform}[i] = \text{conformance}$ 
8    $i = i + 1$ 
9 fim
10 Retorne  $\text{lista\_conform};$ 

```

4. Resultados e discussão

A partir do log de eventos foi utilizada a ferramenta Disco (Fluxicon) para realizar a mineração do processo. A análise de conformidade foi realizada por meio da biblioteca PM4Py, executada em Python. Abaixo são apresentados os resultados de cada um.

Foi realizada uma análise descritiva dos casos selecionados para o estudo. Conforme apresentado na Tabela 3, a maioria dos pacientes são do sexo masculino (314/500) com idade média de 64 anos. 67% dos pacientes (336/500) tiveram alta com vida, porém a taxa de mortalidade é maior entre as mulheres. O tempo de internação está entre 24 e 36 dias, com médias semelhantes entre vivos e mortos. A maioria dos pacientes se declararam brancos (314/500).

Tabela 3 – Análise descritiva

ANÁLISE DESCRITIVA			
Estudo de sepse – MIMIC-IV			
Item	Total N = 500	Resultado	
		Mortos N = 164	Vivos N = 336
Sexo			
F	186 (100%)	74 (40%)	112 (60%)
M	314 (100%)	90 (29%)	224 (71%)
Idade	64 (53, 72)	67 (57, 75)	63 (52, 70)
LOS	29 (24, 36)	29 (24, 36)	28 (24, 36)
Etnia			
Asiáticos	21 (100%)	7 (33%)	14 (67%)
Branco	314 (100%)	100 (32%)	214 (68%)
Hispanicos/Latinos	15 (100%)	4 (27%)	11 (73%)
Não informado	92 (100%)	35 (38%)	57 (62%)
Nativos	3 (100%)	2 (67%)	1 (33%)
Pretos	55 (100%)	16 (29%)	39 (71%)

Fonte: Os autores. A tabela apresenta um resumo descritivo dos dados dos pacientes avaliados. A maioria dos pacientes são declarados brancos e do sexo masculino. A taxa de mortalidade é maior entre as mulheres.

4.1 Descoberta do processo

A Figura 3 apresenta o processo real descoberto. Os números dentro de cada evento representam a quantidade de cases que executou aquele evento. Cores mais escuras indicam maior utilização, assim como setas mais grossas indicam que aquele caminho foi realizado mais vezes. A descrição dos eventos na figura foi reduzida para melhorar a visualização da imagem.

O processo descoberto demonstra o comportamento esperado da aplicação dos tratamentos. A sua sequência depende da interpretação do estado de saúde do paciente pelo profissional que está realizando o acompanhamento. Como já era esperado, todas as internações têm admissão e alta. Em 99% dos casos foram administrados antibióticos e foi verificado o lactato do sangue. Algumas sequências previstas nas recomendações não se mostraram tão claras no processo descoberto, como por exemplo a administração de cristaloides após o procedimento de ressuscitação. A aferição de glucose e monitoramento da cultura sanguínea também apresentaram frequência alta, em torno de 90%.

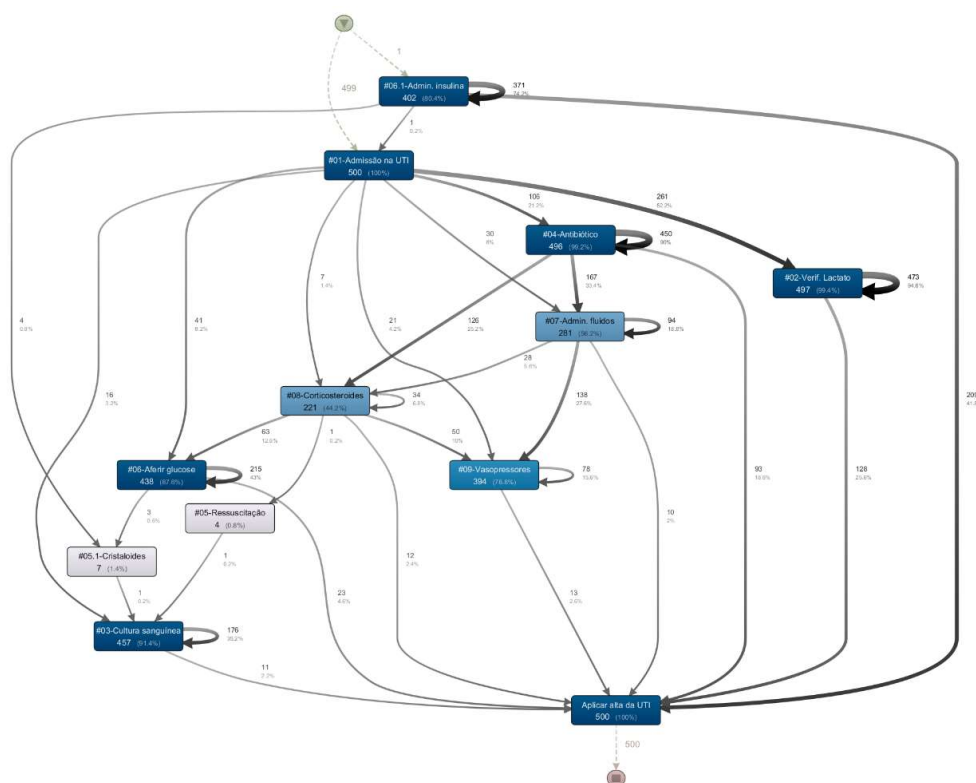


Figura 3 – Processo descoberto por meio de mineração de processos. Fonte: Os autores. Processo descoberto por meio de mineração de processos utilizando a ferramenta Disco, com 100% dos eventos e 85% dos caminhos. Os eventos com cores mais escuras são aqueles executados mais vezes e setas mais grossas indicam que o log utilizou aquele caminho mais vezes.

4.2 Análise de conformidade

A análise de conformidade foi aplicada às 500 partições, representando cada uma o processo de uma internação, dessa forma, foi possível avaliar a conformidade de cada internação de maneira isolada. Cada processamento verifica se a execução do processo foi realizada de acordo com o modelo.

A Figura 4 apresenta os resultados por faixa de conformidade, 30% (150/500) das internações apresentaram conformidade acima de 90%. Quase 50% dos casos apresentaram conformidade entre 40% e 70%.

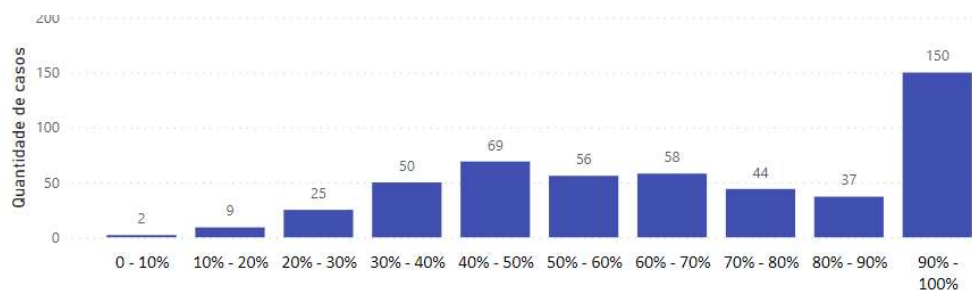


Figura 4 – Casos por faixa de conformidade. 83% dos casos apresentaram conformidade acima de 40%.

Ao comparar o resultado da análise de conformidade com a taxa de mortalidade do log na Figura 5, não é possível observar uma tendência de um resultado. Porém, a Figura 6 apresenta um leve declínio nos resultados de conformidade de acordo com o avanço da faixa etária do paciente.

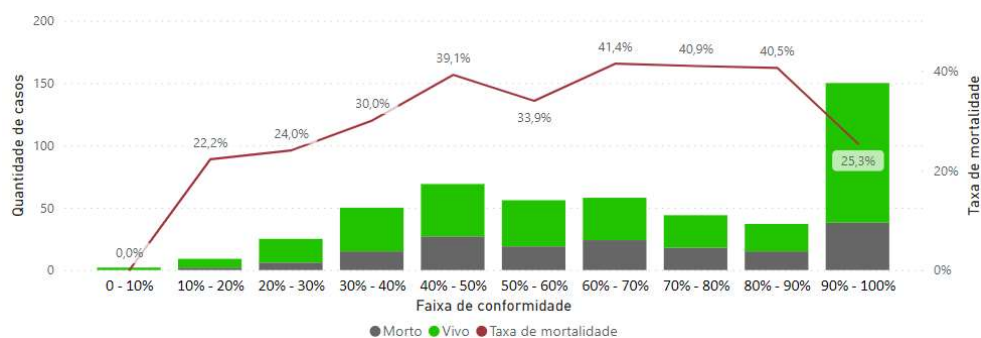


Figura 5 – Conformidade vs. taxa de mortalidade. Os dados não demonstram uma relação direta entre as medidas de conformidade e mortalidade.



Figura 6 – Conformidade vs. Faixa etária. É possível observar um declínio no percentual de conformidade à medida que a idade do paciente avança.

5. Conclusão

A sepse é a maior causa de mortalidade em unidades de terapia intensiva (UTI), portanto, um tópico de grande interesse de cientistas e médicos. Este trabalho teve o intuito de analisar a conformidade de uma amostra de pacientes com sepse frente a um modelo baseado em recomendações de tratamento. A amostra selecionada apresentou bons resultados na análise de conformidade, considerando que 60% dos casos tiveram conformidade acima de 60%. A conformidade comparada à taxa de mortalidade não demonstrou uma relação clara e direta. Analisando a conformidade em relação à faixa etária do paciente é possível observar um declínio à medida que a idade avança sem que haja um aumento da taxa de mortalidade, isso pode sugerir que o modelo de referência necessite de adaptações para pacientes idosos e que o profissional de saúde no dia a dia, talvez, já considere estas mudanças. Isto sugere que é necessária uma atualização das recomendações para pacientes idosos.

Como sugestão de trabalhos futuros (i) ampliação da análise para um log com mais casos, (ii) a análise conformidade combinada com outros indicadores, como, por exemplo, indicadores de desempenho de UTIs, (iii) análise por meio de processos intensivos em conhecimento, considerando o a tomada de decisão no dia a dia do profissional de saúde pode interferir diretamente no desfecho do processo.

Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Fernanda A. Baião: 312059/2022-1 e 422810/2021-5) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) (Igor T. Peres: E-26/210.858/2024; Fernanda A. Baião: 200.514/2023 e 211.308/2019).

Referências

- van der Aalst, Wil M. P. 2011. 136 *Media Process Mining*. 1st ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin, Heidelberg. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18487736>.
- van der Aalst, Wil M. P., and Josep Carmona. 2022. 448 *Lecture Notes in Business Information Processing Process Mining Handbook*. eds. Wil M. P. van der Aalst and Josep Carmona. Cham: Springer International Publishing. <https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-08848-3>.
- Bone, R. C. et al. 1992. "Definitions for Sepsis and Organ Failure and Guidelines for the Use of Innovative Therapies in Sepsis." *Chest* 101(6): 1644–55.
- Evans, Laura et al. 2021. "Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock 2021." *Intensive Care Medicine* 47(11): 1181–1247. <https://doi.org/10.1007/s00134-021-06506-y>.
- Goldberger, A. et al. "PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals." *PhysioNet*: e215–e220.
- Ter Hofstede, Arthur H.M., Wil M.P. Van Der Aalst, Michael Adams, and Nick Russell. 2010. *Modern Business Process Automation: YAWL and its Support Environment* *Modern Business Process Automation: YAWL and Its Support Environment*.
- Johnson, Alistair et al. 2023. "MIMIC-IV." *PhysioNet*.
- Johnson, Alistair E. W. et al. 2023. "MIMIC-IV, a Freely Accessible Electronic Health Record Dataset." *Scientific Data* 10(1): 1. <https://www.nature.com/articles/s41597-022-01899-x>.
- Kalimouttou, Alexandre et al. 2023. "Machine-Learning-Derived Sepsis Bundle of Care." *Intensive Care Medicine* 49(1): 26–36. <https://doi.org/10.1007/s00134-022-06928-2>.
- Levy, Mitchell M. et al. 2003. "2001 SCCM/ESICM/ACCP/ATS/SIS International Sepsis Definitions Conference." *Intensive Care Medicine* 29(4): 530–38.
- Pesic, Maja, Helen Schonenberg, and Wil M.P. Van Der Aalst. 2007. "DECLARE: Full Support for Loosely-Structured Processes." *Proceedings - IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Workshop, EDOC*: 287–98.
- Rudd, Kristina E. et al. 2020. "Global, Regional, and National Sepsis Incidence and Mortality, 1990–2017: Analysis for the Global Burden of Disease Study." *The Lancet* 395(10219): 200–211. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32989-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32989-7).
- Singer, Mervyn et al. 2016. "The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3)." *JAMA - Journal of the American Medical Association* 315(8): 801–10.
- Ulrich, Karl, and Steven D. Eppinger. 2016. *Product Design and Development* *Product Design and Development*. Sixth Edit. New York: McGraw-Hill Education.