



CIGELUBRA

Congresso Internacional de Gestão e Engenharia Luso-Brasileiro

03 a 05 de dezembro de 2025

As Engenharias na Transformação Digital das PMEs

MINERAÇÃO DE PROCESSOS APLICADA À INDÚSTRIA METALMECÂNICA: ANÁLISE DE FLUXOS, GARGALOS E EFICIÊNCIA A PARTIR DE LOGS DE EVENTOS

Caio Murilo Leite

Engenharia de Produção – Universidade Federal do Paraná

Carla Regina Mazia Rosa

Engenharia de Produção – Universidade Federal do Paraná

José Carlos da Luz

Engenharia de Produção – Universidade Federal do Paraná

Nicolle Sotsek Ramos

Engenharia de Produção – Universidade Federal do Paraná

Silvana Pereira Detro

Engenharia de Produção – Universidade Federal do Paraná

Resumo: Este artigo apresenta a aplicação de técnicas de mineração de processos em uma empresa do setor metal-mecânico, utilizando *logs* de eventos reais de ordens de produção. A ferramenta Disco foi empregada para descoberta de processos, análise de variantes, identificação de gargalos e comparação entre eficiência real e planejada. Os resultados evidenciaram que, apesar da execução das atividades ser rápida (minutos), os tempos totais foram dominados por esperas prolongadas entre etapas, em especial nos fluxos entre a atividade laser fiber e a atividade viradeira 135T e entre as atividades na bancada manual e viradeira 200T, que atingiram medianas de até 21 dias. Conclui-se que os problemas centrais residem no fluxo e balanceamento de recursos, e não na velocidade de execução das máquinas.

Palavras-chave: Mineração de Processos; Logs de Eventos; Indústria Metalmeccânica; Disco.

PROCESS MINING APPLIED TO THE METAL MECHANICAL INDUSTRY: ANALYSIS OF FLOWS, BOTTLENECKS, AND EFFICIENCY BASED ON EVENT LOGS

Abstract: This article presents the application of process mining techniques in a metal mechanic company, using real event logs from production orders. The Disco tool was employed for process discovery, variant analysis, bottleneck identification, and comparison between actual and planned efficiency. The results showed that, although the activities being executed quickly (in minutes), the total times were dominated by prolonged waiting times between stages, especially in the flows between the laser fiber activity and the 135T bending machine activity, and between the activities at the manual workbench and the 200T bending machine, which reached medians of up to 21 days. It is concluded that the central problems lie in the flow and balancing of resources, and not in the speed of execution of the machines.

Keywords: Process Mining; Event logs; Metal mechanical industry; Disco.

1. Introdução

A crescente digitalização e a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 têm ampliado a complexidade dos processos produtivos, exigindo das organizações uma gestão cada vez mais baseada em dados. Nesse contexto, torna-se fundamental compreender não apenas o desempenho isolado das atividades, mas também o fluxo completo de execução, desde a entrada de ordens até a entrega final. Ferramentas tradicionais de gestão da produção, centradas em indicadores de eficiência de máquinas ou em estimativas planejadas, mostram-se limitadas para revelar gargalos ocultos, especialmente aqueles relacionados a esperas, filas e desequilíbrios na alocação de recursos humanos e tecnológicos.

A mineração de processos (*process mining*) surge como uma abordagem inovadora para lidar com esse desafio, permitindo analisar registros digitais de execução (*logs* de eventos) e transformá-los em modelos compreensíveis de processos reais. Diferente da modelagem prescritiva, que depende da visão de especialistas, a mineração de processos oferece evidências baseadas em dados, possibilitando a descoberta de padrões, análise de conformidade em relação a modelos planejados e identificação de oportunidades de melhoria (VAN DER AALST, 2016).

No setor metal-mecânico, marcado por fluxos produtivos complexos, operações sequenciais e dependência de múltiplos recursos, a aplicação da mineração de processos é particularmente relevante. Apesar da elevada automação, ainda predominam gargalos ligados a paradas entre etapas, priorização de ordens e centralização de operações em determinados postos de trabalho. Assim, compreender a dinâmica real do fluxo produtivo torna-se essencial para aumentar a eficiência e reduzir desperdícios de tempo.

O problema abordado neste artigo reside exatamente na diferença entre o tempo planejado e o tempo real de execução das ordens de produção, evidenciada pela presença de longos períodos de espera entre atividades, mesmo quando a execução individual é rápida. A questão central é: como a mineração de processos pode apoiar a identificação de gargalos e melhorar o balanceamento de recursos em uma linha de produção metalmeccânica?

O objetivo deste estudo é aplicar técnicas de mineração de processos a *logs* de eventos de uma empresa do setor metal-mecânico, visando (I) descobrir os modelos reais de execução, (II) identificar variantes de fluxo, (III) analisar gargalos de desempenho, (IV) avaliar a eficiência real em relação ao planejado e (V) propor reflexões gerenciais sobre o balanceamento de capacidade.

A metodologia adota um estudo aplicado com base em logs reais de produção, analisados por meio da ferramenta *Disco Miner*. Foram aplicadas técnicas de descoberta, análise de conformidade e avaliação de desempenho de recursos, além da comparação temporal entre períodos distintos.

Este artigo está estruturado em cinco seções. Após esta introdução, a Seção 2 apresenta o referencial teórico sobre mineração de processos, técnicas de descoberta, conformidade e melhoria, além das ferramentas utilizadas. A Seção 3 descreve a metodologia adotada, detalhando o processo estudado, os dados coletados, as etapas da análise e os métodos empregados. A Seção 4 apresenta os resultados e a discussão, com destaque para os modelos descobertos, variantes observadas, gargalos identificados e análise de recursos. Por fim, a Seção 5 traz as conclusões, as contribuições do estudo, aplicações práticas e recomendações para trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

A mineração de processos utiliza algoritmos específicos em registro de eventos para detectar padrões, tendências e detalhes da execução de um processo. Essa metodologia

aplica a ciência de dados para revelar, confirmar e otimizar os fluxos de trabalho. A mineração de processos é um método que conecta as áreas de mineração de dados e gestão por processos de negócio (BPM – *Business Process Management*), com o objetivo de extrair conhecimento útil a partir de registros digitais de execução, conhecidos como logs de eventos (VAN DER AALST, 2016). Esses logs, que podem ser capturados de sistemas corporativos, sensores ou dispositivos industriais, contêm informações sobre o que foi feito, por quem, quando e em qual ordem.

2.1 Logs de Eventos

Um log de eventos é um registro estruturado de atividades que ocorrem em um sistema de informação. Cada evento no log representa uma ação específica, como a criação de um pedido, a aprovação de um documento ou a execução de uma tarefa. Os logs de eventos são a matéria-prima da mineração de processos. Um log típico contém ao menos três informações fundamentais (AUGUSTO et al., 2018):

1. Identificador do caso (*Case ID*): representa a instância do processo (ex.: uma ordem de produção).
2. Atividade (*Activity*): etapa do processo executada (ex.: corte a laser, dobra em viradeira).
3. *Timestamp*: marca temporal do evento, permitindo ordenar cronologicamente as atividades.

A depender da granularidade, podem incluir ainda atributos adicionais, como recursos (operadores ou máquinas), custo e tempo planejado. A qualidade do log é determinante para a fidelidade da análise, sendo comuns problemas de incompletude, ruído ou duplicidade (VAN DER AALST, 2016).

2.2 Técnicas de Mineração de Processos

As técnicas mais consolidadas na literatura incluem:

- Descoberta (*process discovery*): construção automática de um modelo de processo a partir de *logs* de eventos, sem conhecimento prévio. Algoritmos como *α -Algorithm*, *Heuristics Miner* e *Inductive Miner* são amplamente utilizados (VAN DER AALST, 2016; AUGUSTO et al., 2018).
- Conformidade (*conformance checking*): comparação entre um modelo prescrito (planejado) e o processo realmente executado, verificando desvios, omissões ou repetições inesperadas (ROZINAT; VAN DER AALST, 2008).
- Melhoria (*enhancement*): otimização de modelos existentes a partir de dados reais, permitindo enriquecer diagramas com métricas de desempenho (tempo médio, gargalos, frequência de rotas) ou incorporar novas variantes observadas (MUNOZ-GAMA, 2016).

Essas três dimensões (descoberta, conformidade e melhoria), constituem o núcleo da mineração de processos e são aplicadas de forma combinada em estudos acadêmicos e industriais.

2.3 Ferramentas de Mineração de Processos

Existem diversas ferramentas de mineração de processos disponíveis no mercado, tanto de código aberto quanto comerciais. Algumas das ferramentas mais populares incluem o *ProM*, *Celonis*, *Disco*, *Apromore* e *UiPath Process Mining*, das quais destacamos duas mais utilizadas:

- ProM: plataforma acadêmica, *open source*, amplamente utilizada em pesquisas. Oferece grande variedade de algoritmos (*α -Algorithm*, *Heuristics*, *Inductive Miner*) e módulos de

conformidade e diagnóstico. Sua principal vantagem é a flexibilidade e robustez teórica, embora demande maior conhecimento técnico (MUNOZ-GAMA, 2016).

- Disco: ferramenta comercial da Fluxicon, conhecida por sua usabilidade. Baseada no algoritmo *Fuzzy Miner*, permite gerar modelos compreensíveis, analisar variantes, identificar gargalos (*Performance View*) e avaliar dependências entre recursos (*Resource View*). É especialmente útil em aplicações práticas (ROZINAT; GÜNTHER, 2012).

Essas ferramentas permitem que analistas de processos, cientistas de dados e gestores de negócio explorem os logs de eventos, identifiquem gargalos, otimizem processos e tomem decisões mais informadas. A escolha da ferramenta ideal depende das necessidades específicas de cada projeto e organização.

2.4 Aplicações Industriais

Na indústria, a mineração de processos tem sido utilizada para:

- Diagnóstico de gargalos em linhas de produção, evidenciando etapas com esperas excessivas. (ROZINAT; VAN; GÜNTHER, 2009)
- Análise de conformidade em sistemas produtivos complexos, comparando rotas planejadas e executadas. (CARMONA; HILDEBRANDT, 2018)
- Gestão de recursos, identificando sobrecarga em operadores ou máquinas. (JANSSEN; VAN; MEDEIROS, 2011)
- Apoio à melhoria contínua, fornecendo dados objetivos para Lean Manufacturing e Indústria 4.0 (AUGUSTO et al., 2018).

Assim, a literatura demonstra que a mineração de processos não apenas descreve a execução real, mas também apoia a tomada de decisão gerencial e a otimização operacional.

3. Materiais e Métodos

A metodologia adotada neste trabalho caracteriza-se como um estudo aplicado, com base em logs reais de produção de uma empresa do setor metal-mecânico. A abordagem seguiu as boas práticas de mineração de processos, contemplando a preparação dos dados, a análise com diferentes ferramentas e a interpretação dos resultados obtidos.

3.1 Processo Analisado

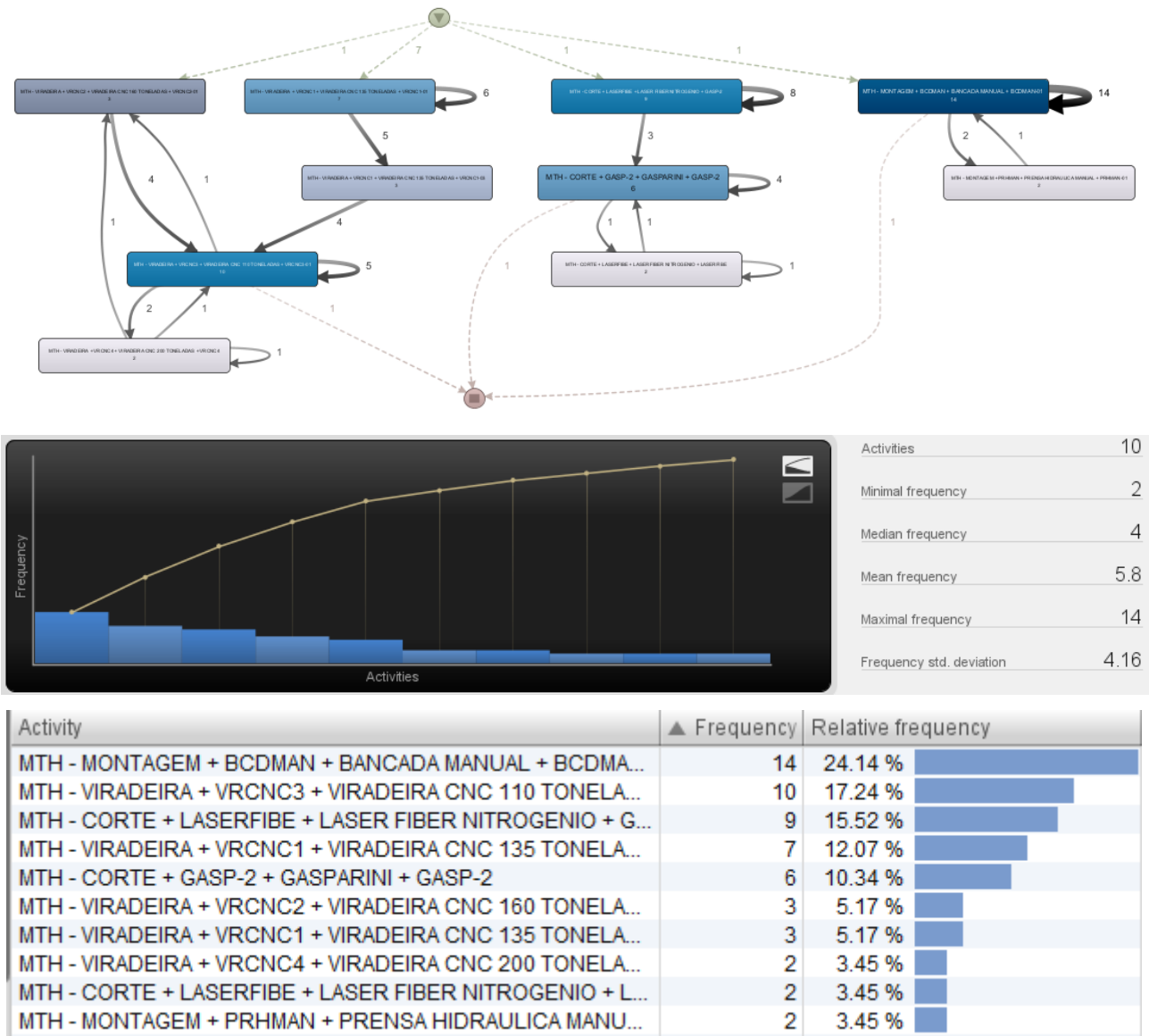
O processo em estudo corresponde ao fluxo de ordens de produção que transitam por diferentes etapas de manufatura. Entre as principais atividades identificadas nos registros, destacam-se:

- Laser Fiber: etapa inicial de corte de chapas metálicas.
- Viradeiras CNC (110T, 135T, 160T e 200T): etapas de dobra em diferentes capacidades de prensas CNC.
- Gasparini: máquina de dobra com características distintas das viradeiras CNC.
- Prensa Hidráulica Manual: operação de conformação, menos frequente, mas com longas durações.
- Bancada Manual: etapa recorrente, responsável por ajustes e operações manuais, atuando como um hub central do processo.

O mapeamento preliminar revelou que, embora a maioria das atividades possua duração de execução relativamente curta (segundos ou minutos), existem pontos críticos relacionados a esperas prolongadas entre etapas, especialmente envolvendo a Bancada Manual e determinadas viradeiras.

A Figura 1 apresenta o modelo de processo descoberto a partir do log de eventos no Disco, evidenciando as principais atividades e a frequência absoluta de passagem das ordens por cada etapa.

Figura 1 – Modelo de processo descoberto no Disco (visão de frequência absoluta)



Fonte: Autor (2025)

3.2 Fonte dos Dados

Os dados analisados foram obtidos a partir de um log real de produção, estruturado no formato de planilha eletrônica. Esse *log* continha:

- 16 casos, representando ordens de produção distintas;
- 58 eventos, correspondendo às atividades registradas ao longo do processo;
- 10 tipos de atividades (máquinas e postos de trabalho distintos);
- Informações adicionais, como recursos (operadores/máquinas) e *timestamps* (tempos de início e término).

A qualidade do log permitiu identificar não apenas a sequência cronológica das atividades, mas também medir tempos de execução, esperas e repetições (loops), essenciais para o diagnóstico dos gargalos.

3.3 Ferramentas Utilizadas

- Disco: utilizada para descoberta visual do processo, análise de variantes, identificação de gargalos de desempenho (*Performance View*), estudo de recursos (*Resource View*) e cálculo de tempos médios, medianos e totais. Sua interface intuitiva foi fundamental para gerar modelos compreensíveis.

3.4 Etapas da Aplicação

O estudo seguiu as seguintes etapas:

1. Preparação dos dados: adequação do log para o formato aceito pelas ferramentas (XES/CSV), garantindo consistência de atributos (*Case ID*, *Activity*, *Resource*, *Timestamp*).
2. Descoberta do processo: aplicação dos algoritmos de descoberta no Disco, obtendo modelos de fluxo reais.
3. Análise de variantes: identificação de diferentes rotas seguidas pelas ordens, medindo tempos totais, tempos de execução e esperas.
4. Análise de performance: uso do Performance View no Disco para localizar gargalos, representados em cores (verde para rápido, vermelho para lento).
5. Análise de recursos: investigação da carga de trabalho por operadores/máquinas e dependências entre eles (*handover of work*).
6. Comparação real vs. planejado: avaliação da eficiência a partir da relação entre tempos planejados (atributo adicional) e tempos reais.
7. Discussão dos resultados: interpretação dos achados à luz da literatura, com destaque para gargalos, variação temporal (junho/2024 e junho/2025) e insights gerenciais.

3.5 Técnicas Aplicadas

As técnicas de mineração de processos aplicadas incluíram:

- Descoberta de processos: reconstrução do fluxo real a partir dos logs.
- Análise de conformidade: comparação dos caminhos observados com o modelo esperado.
- Análise de desempenho: medição de tempos médios, medianos e máximos, identificando gargalos.
- Análise de recursos: estudo da distribuição de carga de trabalho e dependências entre máquinas e operadores

4. Resultados e Discussão

A análise realizada a partir do log de eventos revelou informações relevantes sobre o processo produtivo. Embora as atividades apresentem duração de execução curta (geralmente minutos), os tempos totais das ordens de produção foram dominados por esperas prolongadas entre etapas, configurando os principais gargalos do fluxo.

4.1 Modelos Descobertos

A aplicação do Disco permitiu a descoberta de um modelo de processo no qual a Bancada Manual se destacou como atividade central, presente em 68,8% dos casos. Esse

comportamento evidencia seu papel como ponto de convergência, mas também como potencial gargalo.

Além disso, o processo mostrou rotas alternativas envolvendo diferentes máquinas de dobra, como Gasparini, Viradeira CNC 110T, 135T, 160T e 200T, revelando a flexibilidade, mas também a complexidade do fluxo.

4.2 Variantes do Processo

A análise de variantes de fluxo de processos e tempo, no Disco, identificou diferentes padrões de execução:

1. Variant 1: *Gasparini* → *Viradeira 160T* → *Bancada Manual*.
 - a. Duração total: ~5 dias e 23h.
 - b. Tempo ativo: apenas 0,23% (execução em minutos, espera em dias).
2. Variant 2: apenas *Viradeira 135T*.
 - a. Execução em 1 minuto.
 - b. Representa casos simples e extremamente rápidos.
3. Variant 3: *Laser Fiber* → *Viradeira 135T*.
 - a. Tempo de execução: ~1h.
 - b. Tempo de espera: ~20h.
 - c. Indica acúmulo de ordens aguardando processamento.

4.3 Gargalos Identificados

A análise destacou gargalos críticos:

- I. Execução lenta:
 - a. *Prensa Hidráulica Manual*: entre 10h e 20h de execução, mesmo em poucos casos, configurando um gargalo severo.
- II. Esperas prolongadas:
 - a. *Laser Fiber* → *Viradeira 135T*: medianas entre 6,6 dias e picos de até 36,9 dias.
 - b. *Gasparini* → *Bancada Manual*: ~6,8 dias de espera.
 - c. *Bancada Manual* → *Viradeira 200T*: até 21 dias de espera mediana.

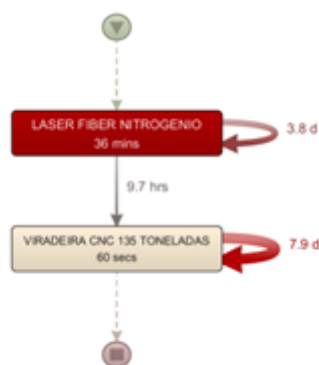
Esses dados revelam que, embora as máquinas operem rapidamente, os fluxos entre elas apresentam desbalanceamento de capacidade e falhas de priorização que comprometem o desempenho global.

4.4 Análise Temporal

Ao comparar períodos distintos, observou-se que os gargalos migram ao longo do tempo. As Figuras 2 e 3 mostram a comparação temporal.

- No período de junho/2024 os maiores atrasos foram no fluxo entre *Laser Fiber* e a *Viradeira 135T* com ciclos de até 7,9 dias.

Figura 2 – Visão de Desempenho (Duração Total) – Junho 2024



Fonte: Autor (2025)

- No período de junho/2025, o gargalo identificado foi no fluxo entre a *Viradeira 110T* e a *Bancada Manual*, com medianas de 18,7h de espera.

Figura 3 – Visão de Desempenho (Duração Total) – Junho 2025



Fonte: Autor (2025)

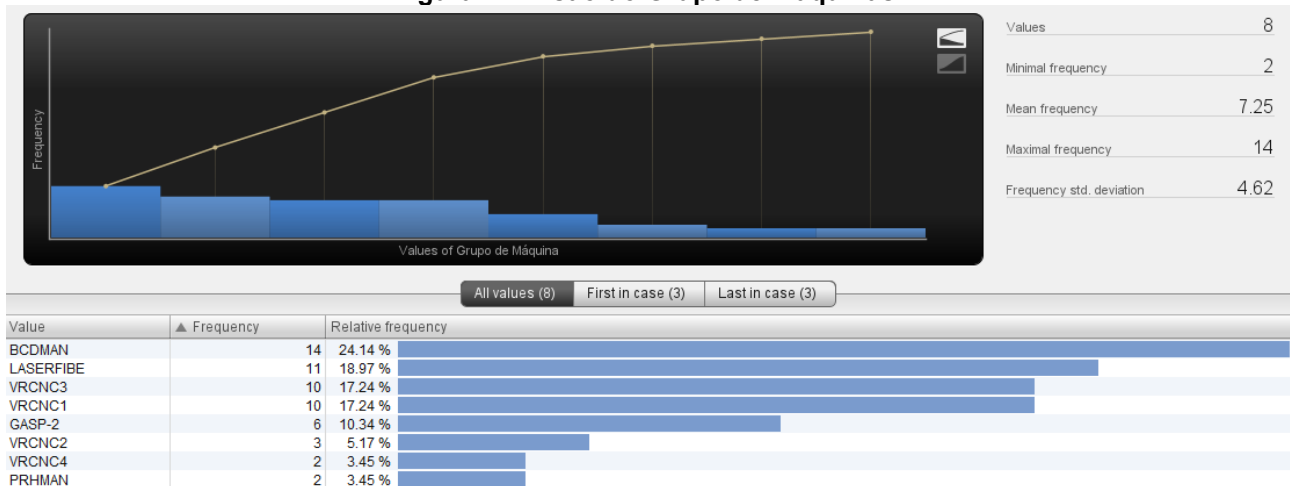
Essa variação evidencia que os problemas não são fixos em uma etapa específica, mas refletem dinâmica de carga e disponibilidade de recursos ao longo do tempo.

4.5 Análise de Recursos

Foram identificados 18 recursos (operadores/máquinas) no log. Os principais achados foram:

- Concentração de eventos: alguns recursos, como o 10204-9, executaram até 10 eventos (17,24% do total).
- Sobrecarga: recursos centrais receberam grande parte das ordens, gerando filas.
- Recursos críticos, mesmo pouco frequentes: ex.: o recurso 10135-5 atuou em apenas 2 eventos, mas com média de 3h10min, evidenciando impacto elevado.
- Dependências fortes: a rede de *handovers* mostrou relações fixas (ex.: *Laser Fiber* sempre entregando para *Viradeira 135T*), configurando pontos de vulnerabilidade, conforme apresentado na figura 4.

Figura 4 – Visão do Grupo de máquinas.



Fonte: Autor (2025)

4.6 Eficiência Real vs. Planejada

Embora as atividades isoladas apresentem execução rápida (1–20 minutos em média), os *lead time* totais das ordens chegaram a até 6 dias. Em casos críticos, a análise de eficiência revelou que menos de 1% do tempo foi efetivamente ativo, enquanto mais de 99% foram perdidos em esperas.

Esse resultado confirma que a ineficiência não está nas máquinas em si, mas sim na gestão do fluxo produtivo e no balanceamento de capacidade entre etapas.

Conforme ilustrado na Figura 4, mesmo em ordens curtas, a eficiência real ficou abaixo de 1% quando comparada ao tempo total de atravessamento. O caso exemplificado (Gasparini → Viradeira 160T → Bancada Manual) apresentou 19h38min de duração total, dos quais apenas 0,34% corresponderam a tempo ativo de execução, reforçando que os gargalos residem nas esperas entre atividades.

4.7 Limitações e Desafios

Algumas limitações foram identificadas:

- O log analisado continha apenas 16 casos, o que restringe a generalização dos resultados.
- Nem todas as variáveis de contexto (ex.: turnos, setup, manutenção) estavam registradas no log.
- A ausência de tempos planejados detalhados por atividade limitou a análise de eficiência em alguns pontos.

Apesar disso, o estudo demonstra o potencial da mineração de processos para diagnóstico e melhoria contínua, mesmo em bases reduzidas.

5. Conclusões

A aplicação da mineração de processos ao fluxo produtivo de uma empresa metalmeccânica pode apoiar a identificação de gargalos com a visualização do fluxo de processos, análise de tempos e detecção de variações, auxiliando a conseguir uma melhoria através da análise de utilização de recursos e uma boa alocação deles. A identificação de oportunidades de melhorias, a partir do uso da ferramenta Disco, foi possível reconstruir o processo real, analisar variantes, localizar pontos críticos de espera e comparar a eficiência real com os tempos planejados.

Os resultados evidenciaram que, embora as atividades possuam tempos de execução relativamente curtos, os *lead times* totais são amplamente dominados por esperas prolongadas entre etapas, em alguns casos superiores a 20 dias. Essa constatação indica que o problema central não está na velocidade das máquinas ou na competência operacional, mas sim no desbalanceamento de recursos, na priorização de ordens e na falta de gestão integrada do fluxo.

A análise temporal também mostrou que os gargalos não são fixos, mas variam ao longo do tempo, migrando de uma etapa para outra conforme a demanda e a disponibilidade de operadores. Isso reforça a necessidade de uma gestão dinâmica da capacidade produtiva, capaz de redistribuir recursos conforme os pontos de sobrecarga.

5.1 Contribuições do Estudo

O presente estudo oferece contribuições relevantes tanto para o campo da mineração de processos quanto para a gestão de processos industriais. Em primeiro lugar, evidencia-se a mineração de processos como uma abordagem eficaz para o diagnóstico de ineficiências em ambientes industriais, especialmente em contextos caracterizados por fluxos produtivos complexos e pela forte dependência de múltiplos recursos, como ocorre no setor metal-mecânico. Ao basear-se em logs de eventos, a análise proporciona evidências objetivas da execução real dos processos, permitindo que gestores fundamentem suas decisões em dados concretos e não apenas em percepções ou estimativas.

Em segundo lugar, demonstra-se que a eficiência real das ordens de produção pode ser extremamente baixa, em alguns casos inferior a 1% quando o tempo total de atravessamento é comparado ao tempo efetivo de execução. Tal constatação reforça que as ineficiências não estão necessariamente ligadas ao desempenho das máquinas, que se mostram rápidas e eficazes em suas atividades, mas sim aos tempos de espera, formação de filas e desequilíbrios na alocação de recursos entre as etapas do processo.

Em terceiro lugar, os resultados destacam a Bancada Manual como um gargalo estrutural do processo. Por atuar como um ponto central de passagem da maioria das ordens, essa etapa exerce um papel duplo: de um lado, garante flexibilidade ao possibilitar ajustes e retrabalhos; de outro, concentra demandas, criando vulnerabilidades sistêmicas que comprometem a fluidez do processo. Identificar esse duplo papel é essencial para redesenhar o fluxo e promover o balanceamento de cargas de trabalho.

5.2 Aplicações Práticas

Os resultados deste estudo apresentam implicações diretas para a gestão da produção em ambientes industriais. Primeiramente, a identificação de gargalos e a quantificação das esperas permitem às empresas implementar planos de balanceamento de operadores em postos de trabalho críticos, reduzindo sobrecargas e distribuindo de forma mais equitativa a carga de produção.

Em segundo lugar, a análise das variantes e dos tempos de espera evidencia a necessidade de redefinir regras de priorização de ordens, de modo a evitar acúmulo excessivo em determinadas etapas do processo. Essa medida pode contribuir significativamente para a redução dos *lead times* totais.

Além disso, os resultados reforçam a importância de utilizar logs de eventos como ferramenta de monitoramento contínuo da eficiência. A prática de acompanhar periodicamente os dados reais de execução permite detectar desvios de forma precoce, atuando como instrumento de controle dinâmico do processo.

Por fim, a mineração de processos mostrou-se um recurso valioso para apoiar programas de melhoria contínua e metodologias de gestão como Lean Manufacturing e Kaizen, uma

vez que fornece dados objetivos para orientar a eliminação de desperdícios e a otimização dos fluxos produtivos.

5.3 Sugestões para Trabalhos Futuros

Embora este estudo tenha evidenciado o potencial da mineração de processos, há oportunidades significativas para aprofundamento em pesquisas futuras. Uma primeira linha de continuidade seria ampliar a base de dados, contemplando maior número de casos e diferentes linhas de produção, o que permitiria análises mais robustas e generalizáveis.

Outra oportunidade consiste em integrar atributos adicionais aos logs, como tempos de setup, trocas de turno e registros de manutenção, de forma a enriquecer a análise e permitir a identificação de fatores contextuais que impactam os gargalos.

Também se recomenda a aplicação de técnicas preditivas de mineração de processos, capazes de antecipar a formação de gargalos antes que estes comprometam o desempenho do fluxo produtivo. Essa abordagem estaria alinhada ao conceito de manufatura inteligente e preventiva.

Por fim, sugere-se explorar a integração da mineração de processos com sistemas de execução da manufatura (MES) e sistemas de planejamento de recursos empresariais (ERP), o que viabilizaria a automação da coleta de dados e análises em tempo real, fortalecendo a tomada de decisão baseada em evidências e ampliando o impacto da técnica no contexto da Indústria 4.0.

Referências

- AUGUSTO, Adriano; CONFORTI, Raffaele; DUMAS, Marlon; LA ROSA, Marcello; MAGGI, Fabrizio Maria; MARRELLA, Andrea; SOPOINA, Andrea; TANG, Andrew; TER HOFSTEDE, Arthur H. M.; VAN DER AALST, Wil M. P.; REIJERS, Hajo A. Automated discovery of process models from event logs: Review and benchmark. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, v. 31, n. 4, p. 686–705, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1109/TKDE.2018.2833443>.
- CARMONA, C.; HILDEBRANDT, T. *Process mining for compliance checking: a systematic literature review*. In: *Enterprise Information Systems*. [S.l.]: Taylor & Francis, 2018.
- JANSSEN, A. J. M.; VAN, D. A.; MEDEIROS, A. K. A. *Process mining for resource management: a survey*. In: *Enterprise Information Systems*. [S.l.]: Springer, 2011.
- MUNOZ-GAMA, Jorge. *Conformance Checking and Diagnosis in Process Mining*. Berlin: Springer, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-42775-9>.
- ROZINAT, Anne; GÜNTHER, Christian W. *Disco: Discover Your Processes*. Fluxicon, 2012. Disponível em: <https://fluxicon.com/disco/>.
- ROZINAT, Anne; VAN DER AALST, Wil M. P. Conformance checking of processes based on monitoring real behavior. *Information Systems*, v. 33, n. 1, p. 64–95, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.is.2007.07.001>.
- VAN DER AALST, Wil M. P. *Process Mining: Data Science in Action*. 2. ed. Berlin: Springer, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-49851-4>.