



**Glauce da Silva de Sousa Uehara**

**Mineração de Processos Aplicada ao  
Pagamento de Fretes**

**Dissertação de Mestrado (Opção Profissional)**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Logística, do Departamento Industrial da PUC-Rio.

Orientadora: Prof. Leila Figueiredo Dantas  
Coorientador: Prof. Igor Tona Peres

Rio de Janeiro  
setembro de 2024



**Glauce da Silva de Sousa Uehara**

**Mineração de Processos Aplicada ao  
Pagamento de Fretes**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Logística da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo:

**Prof. Leila Figueiredo Dantas**

Orientadora

Departamento de Engenharia Industrial – PUC Rio

**Prof. Igor Tona Peres**

Coorientador

Departamento de Engenharia Industrial – PUC Rio

**Prof. Fernando Luiz Cyrino Oliveira**

Departamento de Engenharia Industrial – PUC Rio

**Prof. Igor Leão dos Santos Montes**

CEFET-RJ

Rio de Janeiro, 23 de setembro de 2024

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem a autorização da universidade, da autora e do orientador.

### **Glauce da Silva de Sousa Uehara**

Graduada em Engenharia de Produção pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET-Rio. Competências em gestão com histórico em coordenação. Atuações nas áreas de Transporte e *Supply Chain Management* em empresas de grande porte das áreas de indústria de *oil and gas* e telecomunicações."

Ficha Catalográfica

Uehara, Glauce da Silva de Sousa

Mineração de processos aplicada ao pagamento de fretes / Glauce da Silva de Sousa Uehara ; orientadora: Leila Figueiredo Dantas ; coorientador: Igor Tona Peres. – 2024.  
35 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2024.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Mineração de processos. 3. Pagamento de frete. 4. Processo de conferência. 5. Logística. I. Dantas, Leila Figueiredo. II. Peres, Igor Tona. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. IV. Título.

CDD: 658.5

## **Agradecimentos**

Transmito a minha gratidão a Deus, que me guiou e fortaleceu durante todo este percurso.

Expresso gratidão também aos meus colegas de trabalho por contribuírem para o meu desenvolvimento profissional.

Demonstro apreciação aos amigos de longa data pela compreensão nos momentos em que precisei estar distante e às amigas que formei durante o curso pelo carinho e companheirismo.

Também agradeço à PUC por me proporcionar essa oportunidade excepcional para o desenvolvimento da minha carreira. Em especial, à minha orientadora Profa. Leila e ao meu coorientador Prof. Igor, por me conduzirem nesse projeto e colaborarem com ensinamentos e orientações que auxiliaram no aperfeiçoamento deste trabalho e do meu enriquecimento profissional.

Ao meu marido, agradeço o apoio incondicional e as palavras sábias nos momentos difíceis.

Minha família, por fim, foi fundamental nessa jornada, agradeço por sempre incentivarem e apoiarem os meus estudos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## Resumo

Uehara, Glauce da Silva de Sousa; Dantas, Leila Figueiredo (Orientadora); Peres, Igor Tona (Coorientador). **Mineração de Processos Aplicada ao Pagamento de Fretes**. Rio de Janeiro, 2024. 35p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A implantação de um processo de conferência e pagamento de fretes eficiente é importante para garantir que os acordos contratuais sejam cumpridos e que o caixa das empresas envolvidas não seja penalizado devido a erros ou ineficiências no processo. Dito isso, o presente trabalho tem por objetivo aplicar técnicas de mineração de processos em uma célula de conferência e pagamento de fretes de uma empresa brasileira fabricante de lubrificantes, a fim de encontrar o modelo atual do processo, identificar possíveis ineficiências e desvios do processo padrão e propor melhorias. Como resultado, pode-se observar que as cinco transportadoras analisadas apresentaram as atividades ‘Revisar Documento’ como gargalo e ‘Exportar Fatura’ como a de maior frequência. Este gargalo justifica os prolongamentos no processo, além das recorrentes divergências nas faturas encaminhadas para conferência na etapa ‘REVISAR DOCUMENTO’. Foi proposto um plano de ação de três etapas (processo, pessoas e tecnologia) visando a melhoria do processo atual e a aproximação do mesmo ao processo padrão.

## Palavras-chave

Mineração de Processos; Pagamento de Frete; Processo de Conferência; Logística.

## **Abstract**

Uehara, Glauce da Silva de Sousa; Dantas, Leila Figueiredo (Orientadora); Peres, Igor Tona (Coorientador). **Process Mining Applied to Freight Payment**. Rio de Janeiro, 2024. 35p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The implementation of an efficient freight conference and payment process is important to ensure that contractual agreements are fulfilled and that the cash flow of the companies involved is not penalized due to errors or inefficiencies in the process. That said, the present work aims to apply process mining techniques in a conference and freight payment cell of a Brazilian lubricant manufacturing company, in order to find the current process model, identify possible inefficiencies and deviations from the standard process, and propose improvements. As a result, it can be observed that the five carriers analyzed presented the activities 'Review Document' as a bottleneck and 'Export Invoice' as the most frequent. This bottleneck justifies the extensions in the process, in addition to the recurring discrepancies in the invoices sent for verification in the 'REVIEW DOCUMENT' stage. A three-step action plan (process, people and technology) was proposed to improve the current process and bring it closer to the standard process.

## **Keywords**

Process Mining; Shipping Payment; Conference Process; Logistics.

## Sumário

1. Introdução	11
2. Referencial Teórico	13
2.1. Processo de Pagamento de Fretes	13
2.2. Process Mining	16
3. Metodologia	19
3.1. Estudo de Caso	19
3.2. Identificação do Problema	20
3.3. Ferramentas e Métodos	21
4. Resultados e Discussões	24
4.1. Seleção das Transportadoras	24
4.2. Análise do Processo Atual das Transportadoras Seleccionadas	27
4.3. Análise de Conformidade	27
5. Conclusões	28
6. Referências Bibliográficas	31

## **Lista de tabelas**

Tabela 1 - Frequência de eventos por Transportadora	19
Tabela 2 - Comparação entre as Transportadoras	29

## Lista de figuras

Figura 1 - Esquema da Interação das Entidades na Cadeia de Suprimentos	15
Figura 2 - Diagrama de sequência do contrato inteligente-fluxo da transação bem-sucedida	15
Figura 3 - <i>Framework</i> Mineração de Processo	17
Figura 4 - Tipos de <i>Process Mining</i> e interação	18
Figura 5 - Fluxo de pagamento de fretes antes da implantação do sistema	20
Figura 6 - Fluxo de pagamento de fretes após a implantação do sistema GKO	21
Figura 7 - Etapas para desenvolvimento do trabalho	22
Figura 8 - Processo Padrão desenvolvido no Bizagi Modeler	24
Figura 9 - Rede Petri desenvolvido no Yasper	24
Figura 10 - Processo com todas as transportadoras	25
Figura 11 - Processo de atividades	29

## **Lista de siglas**

PIB - Produto Interno Bruto

ILOS - Instituto de Logística e Supply Chain

TIC - Tecnologia da Informação e Comunicação

CTE - Conhecimento de Transporte Eletrônico

NF - Nota Fiscal

## Introdução

Em um país onde o custo de transporte representa em média 7% do Produto Interno Bruto (PIB) (ILOS, 2014), pode-se mensurar a magnitude e impacto da conta frete para as empresas prestadoras e tomadoras de serviços de transportes. Dado que toda logística possui seu lado financeiro associado e que esta parcela está relacionada diretamente à saúde do fluxo de caixa das companhias envolvidas, tratar processos que refletem na prorrogação ou antecipação de recebíveis é importante para a manutenção das companhias.

A última etapa na cadeia de transporte é a conferência e pagamento dos fretes contratados e, por se tratar de uma gestão em longa escala, é desafiador ter o controle de toda a operação. Garantindo a conformidade das negociações e a auditoria dos conhecimentos de transportes de forma detalhada, é possível fazer o pagamento do valor acordado sem adicionais ou déficits. Para isso, faz-se necessário que existam processos robustos e *softwares* que permitam uma auditoria detalhada, destacando cobranças indevidas no valor do frete e agilizando o pagamento dessas faturas, evitando a incidência de juros (Gutierrez-Gutierrez *et al.*, 2016).

De Leeuw *et al.* (2013) afirmam que os clientes do processo de pagamento de fretes são terceiros e a própria empresa a embarcadora (responsável pela carga), e que embora não haja contato direto entre os agentes envolvidos no processo e os consumidores finais, tal atividade está relacionada diretamente ao fluxo físico de mercadorias, mesmo que afastado das principais atividades logísticas, podendo ser classificada como uma atividade coadjuvante aos serviços logísticos diretos. Ter um processo fluido e otimizado de conferência e liberação de pagamentos é um objetivo difícil de alcançar, porém, dedicar tempo a este exercício resulta em melhorias significativas relacionadas à redução de mão de obra, nos custos logísticos de terceiros (que repassam as ineficiências no processo a preço) e de tempo de processamento (Oggo, 2003).

Da mesma forma que lacunas no processo de conferência e pagamento de frete representam perdas financeiras para a empresa tomadora e prestadora do serviço, melhorias no processo estão diretamente relacionadas a ganhos financeiros para ambos (Blanchard, 2009).

Acerca das afirmativas acima, faz-se necessário entender o funcionamento dos processos de conferência e pagamento de frete da empresa e identificar as oportunidades de melhoria. Para isso, a utilização de ferramentas de Mineração de Processos, conhecida como *Process Mining*, faz-se bastante útil, com o intuito de gerar o fluxo real do processo, comparar e identificar os desvios das etapas dos processos, analisar suas durações e

identificar gargalos e ineficiências. Isso auxiliará na tomada de decisão sobre quais etapas precisam ser ajustadas ou não.

Dito isso, o presente trabalho propõe aplicar as técnicas de mineração de processos ao setor de logística, em específico na célula de conferência e pagamento de fretes, de uma grande empresa brasileira de fabricação e venda de óleos lubrificantes. Essa aplicação tem como intuito encontrar o modelo real do processo, verificar a conformidade com o padrão, avaliar o desempenho e fornecer descobertas sobre o processo a partir da análise do histórico de eventos. Além disso, como analisaremos diferentes prestadores de serviço de transporte, aplicaremos uma análise de *benchmarking* da qualidade de atendimento, com o principal objetivo de identificar desvios e oportunidades de melhorias em cada uma.

## Referencial Teórico

### 2.1.

#### Processo de Pagamento de Fretes

O processo de pagamento de fretes é uma parte crucial da gestão logística de uma empresa, pois envolve o pagamento aos transportadores pelos serviços de transporte prestados. Podemos sequenciar este processo nas seguintes etapas: coleta da documentação, conferência da conformidade, cálculo de custos, aprovação interna, processo de pagamento, arquivamento da documentação, reconciliação, comunicação a fornecedores, auditoria e controle. Para se ter um fluxo eficiente nas etapas de pagamento de frete, evitando atrasos nos pagamentos, disputas com fornecedores e problemas de conformidade, faz-se necessário a utilização de *software* de gestão para automatizar e agilizar esse processo, reduzindo erros e custos administrativos. Além disso, a gestão adequada desse processo é essencial para manter um relacionamento saudável com os transportadores (Shkurina, 2023).

Blanchard *et al.* (2009) descrevem como uma empresa produtora de amidos e xaropes melhorou seus resultados através da contenção de custos por meio da colaboração entre as áreas financeiras, contas a pagar e de logística, após uma auditoria abrangente nas despesas com transporte. Buscou-se determinar as despesas anuais de frete e também entender como esses custos se relacionam com os custos totais de produção e a margem de lucro da empresa. Para realizar esta colaboração, foi contratada uma auditoria externa, que identificou discrepâncias de cobrança, levando à recuperação financeira de valores junto aos transportadores. Como resultado foi possível observar um melhor controle de custos e nos processos de pagamento, contribuindo imediatamente para o lucro bruto. A transformação do enfoque logístico de uma perspectiva tática para uma análise econômica corporativa abrangente reflete em uma evolução mais ampla na gestão da cadeia de suprimentos, facilitada por sistemas empresariais avançados. Em suma, a abordagem proativa em auditar os custos de frete impulsiona melhorias nos processos e eficiência nos custos operacionais.

Wenshuo (2021) aborda a importância na padronização dos documentos de transporte, para eficiência operacional, de custos, de segurança, na transparência, na facilitação do comercial e no resultado de um fluxo de pagamento eficiente e confiável. Ele menciona esta importância sob seis pontos-chaves:

- **Eficiência Operacional:** A padronização dos documentos de transporte

simplifica os processos logísticos, eliminando a necessidade de reenvio de documentos e aumentando a eficiência do transporte, mas também reduz o desperdício de recursos humanos e materiais.

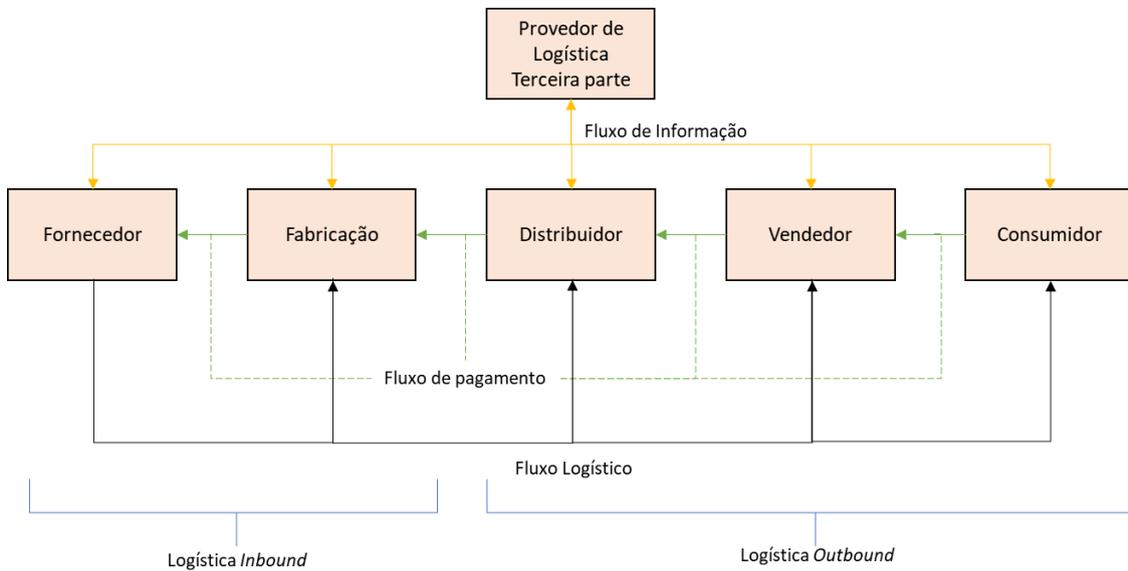
- **Redução de Custos:** A utilização de documentos padronizados em sistemas multimodais elimina a necessidade de múltiplos documentos para diferentes segmentos de transporte. Isso economiza tempo e reduz custos operacionais ao facilitar a integração e o processamento contínuo dos dados logísticos.
- **Melhoria na Precisão e na Segurança:** A padronização ajuda a minimizar erros humanos associados ao manuseio de diferentes tipos de documentos com menor necessidade de modificações manuais e verificações repetidas.
- **Aprimoramento da Transparência e da Rastreamento:** Documentos padronizados facilitam o rastreamento eficiente e a gestão das cargas ao longo da cadeia de suprimentos. Isso aumenta a visibilidade das operações e permite um melhor controle sobre o fluxo de mercadorias, o que é crucial para uma gestão eficaz do estoque e para a satisfação do cliente.
- **Facilitação do Comércio Internacional:** A adoção de documentos de transporte padronizados contribui para a facilitação do comércio internacional ao harmonizar os requisitos documentais entre diferentes países. Isso simplifica os processos aduaneiros e de inspeção, acelerando a liberação das cargas e reduzindo atrasos.
- **Impacto no Financiamento e na Liquidação de Pagamentos:** Documentos de transporte padronizados, como o conhecimento de embarque, podem servir como garantia para financiamento comercial. A padronização aumenta a confiança das instituições financeiras, pois fornece um formato consistente e confiável para verificar a propriedade e a condição das mercadorias, facilitando a liquidação rápida e segura dos pagamentos.

Zhao *et al.* (2020) confirmam sobre a importância de se ter um processo de pagamento de fretes com documentos padronizados para agilizar e reduzir a ambiguidade e as discrepâncias que podem levar a disputas entre compradores e vendedores, e sinaliza como isso é crucial para a liquidação rápida e eficiente dos pagamentos, minimização dos atrasos e custos associados a litígios.

Estudos mostram como a utilização de contratos inteligentes utilizando a tecnologia de *blockchain* podem simplificar e agilizar o processo de pagamento, visto que em contratos convencionais o fluxo de pagamentos exige movimentações em diversos sentidos, seja desde o contratante do serviço até o cliente final (Figura 1). Habib *et al* (2020) afirmam que a utilização de contratos inteligentes reduzem custos operacionais, elimina a necessidade de intermediários e reduz os riscos com fraudes, tendo em vista a

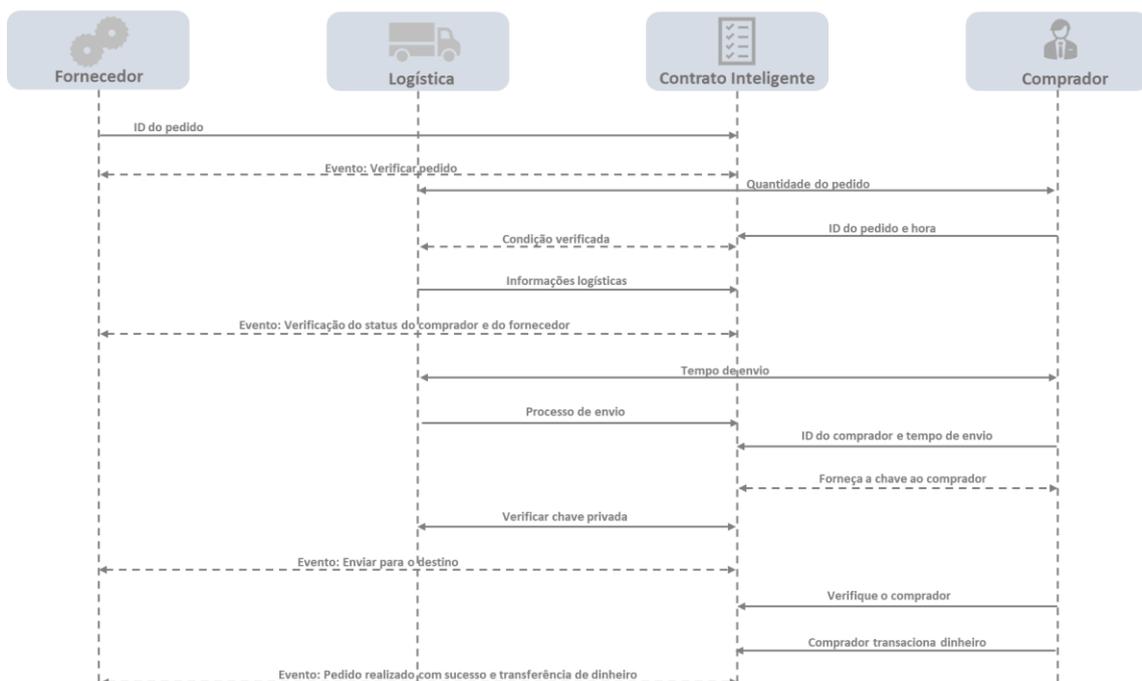
colaboração de todos os envolvidos nas operações de *supplychain*, desde o comprador até o cliente final. Esta utilização ainda reduz a chance de erros humanos, celeridade no processamento das informações e agilidade nas transações de pagamento, conforme demonstrado na Figura 2.

FIGURA 1: Esquema da Interação das Entidades na Cadeia de Suprimentos



Fonte: Adaptado de Habib *et al* (2020).

FIGURA 2: Diagrama de sequência do contrato inteligente-fluxo da transação bem-sucedida



Fonte: Habib *et al* (2020).

Aalast *et al.* (2007) dizem que a aplicação de técnicas de *process mining* e *data science* ao processo de pagamento de fretes pode trazer melhorias significativas em

termos de eficiência, transparência e conformidade, visto que com a utilização de sistemas e o número elevado de documentos processados com estruturas em *Big Data*, é possível extrair os dados e analisar possíveis desvios. A descoberta pode auxiliar no ajuste das etapas que não estejam ocorrendo como previstas ou de forma otimizada, resultando em economia de custos, melhorias na qualidade do serviço e maior transparência em todo o processo.

## 2.2.

### *Process Mining*

A mineração de processos tem como principal objetivo a construção automática de modelos que expliquem o comportamento observado através dos *logs* de eventos, a fim de explorar até três perspectivas: o processo (como?), a organização (quem?) e o caso (o quê?) (Dani *et al*, 2023).

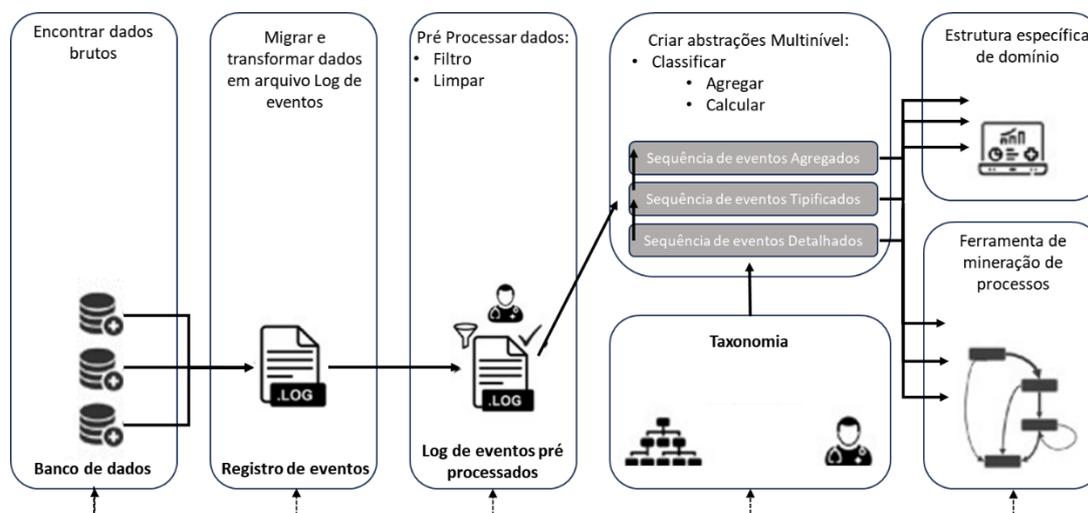
A perspectiva do processo direciona-se à sequência com que as atividades/*logs* acontecem, procurando entender os caminhos possíveis daquela atividade. A perspectiva organizacional tem por objetivo identificar quais são os envolvidos e como eles se relacionam nas atividades do processo. A perspectiva do caso relaciona-se às características de cada caso, onde os casos podem ser definidos pelo seu percurso no processo (Nemati *et al*, 2003).

Vathy-Fogarassy *et al*. (2022) descreve um sugestão de *framework* para a metodologia de Mineração de Processos em um estudo que explora os processos de cuidados específicos em doenças, Figura 3. A sequência se dá da seguinte forma: as etapas de coleta e integração de dados são feitas primeiro, logo após os dados coletados são transformados em logs de eventos. Na próxima etapa o arquivo de *log* de eventos é filtrado, limpo e transformado de acordo com as necessidades de análise. Uma parte essencial do fluxo de trabalho é o desenvolvimento de abstrações de dados multinível com base na taxonomia definida pelos conhecedores do processos. Uma vez que as diferentes representações de abstração de dados foram criadas, a análise pode ser continuada em uma estrutura desenvolvida diretamente para a análise ou usando um *software* de mineração de processos.

É importante detalhar os indicadores relacionados ao *Process Mining*: Tempo de Ciclo (tempo total gasto para completar um processo do início ao fim); Tempo da atividade (tempo individual para executar uma atividade individual no processo); Taxa de Conformidade (Percentual de casos que seguem as regras e normas estabelecidas); Desvios do processo (Número ou porcentagem de casos que não seguem o caminho padrão do processo); Taxa de Execução de Atividades (Frequência com que as atividades são executadas); Variabilidade de Processo (Grau de variação nos caminhos seguidos

pelos casos dentro do processo); Processo Padrão (Processo conceitual, sem ineficiências) e Processo *As Is* (Processo real, conforme executado) (Vathy-Fogarassy, 2022).

FIGURA 3: *Framework* Mineração de Processo

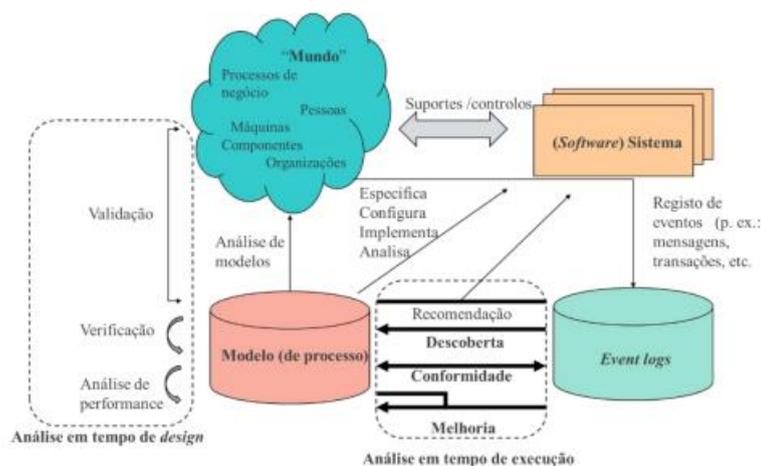


Fonte: Vathy-Fogarassy *et al.* (2022)

Arsénio (2020) menciona as três etapas do *Process Mining*: (1) Descoberta, (2) Verificação de Conformidade e a (3) Melhoria. A etapa de descoberta é um grupo de técnicas utilizadas para encontrar padrões nos *logs* e basear-se nisso para construir modelos de processo. A verificação de conformidade, é usada para avaliar a qualidade do modelo de processo construído na etapa anterior e se este é aderente entre o *log* e o modelo ou entre dois modelos. Já etapa de melhoria depende das duas etapas anteriores e de seus resultados, visto que depende muito de uma situação específica, por derivar do processo e da própria corporação estudada. Sendo assim, as técnicas de melhoria são manuais, analisando sempre dados já processados e finalizados (Aalst *et al.*, 2010).

Na Figura 4 podemos observar como as etapas citadas se relacionam e intergam aos indicadores dos processos. Correlacionando o desde o recebimento dos dados (definição de quais serão os dados a serem selecionados), com a definição do modelo (neste momento escolhe-se quais serão os dados a serem transformados em *log* para serem estudados) e a utilização do *software* de analisará o processo em sí (neste momento são definidos os *logs* que serão utilizados como indicadores).

Quando analisado o que vem sendo discutido na academia sobre o processo de pagamento e os benefícios da associação deste processo às técnicas de *process mining*, visualizamos que existem oportunidades a serem estudadas a respeito de estudos conjuntos nestes temas.

FIGURA 4: Tipos de *Process Mining* e interação.

Fonte: Wil Van der Aalst (2016).

Fanti *et al.* (2009) realizaram um estudo que discutiu a aplicação de ferramentas de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC), associadas a técnicas de simulação e *process mining*, a fim de rastrear, automatizar e otimizar procedimentos específicos como pagamentos e operações de desembaraço aduaneiro. Moen *et al.* (2016) propõem um processo de aquisição com otimização de rotas na Suécia para melhorar a eficiência geral de um sistema de transporte, através de um modelo em cinco etapas, que otimiza atividades desde a roteirização até o pagamento utilizando um padrão de faturas reversas.

Wang *et al.* (2014) exploram o planejamento colaborativo de transporte entre transportadoras de carga de pequeno e médio porte, com o objetivo de reduzir os custos de atendimento e melhorar a eficiência operacional, incluindo considerações de pagamento. Min *et al.* (2002) destacam o crescimento potencial na terceirização de serviços de auditoria e pagamento de faturas de frete no mercado de logística de terceiros (3PL) e como a identificação dos principais imperativos desta área pode impactar no desenvolvimento bem-sucedido dos planos de crescimento deste setor. Macedo *et al.* (2019) analisam os fluxos de comunicação das funções administrativas, como negociação e pagamentos na produção do serviço de transporte, propondo mapas de fluxos de comunicação, analisando a complexidade de cada fluxo e evidenciando uma nova taxonomia para categorização das mensagens.

Estas conclusões indicam que a mineração de processos pode contribuir para melhorar o processo de pagamento, aproveitando as ferramentas de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC), otimizando rotas, facilitando a colaboração e terceirizando serviços de auditoria e pagamento, bem como simplificando o fluxo de informações nas atividades administrativas associadas ao transporte de cargas.

### 3

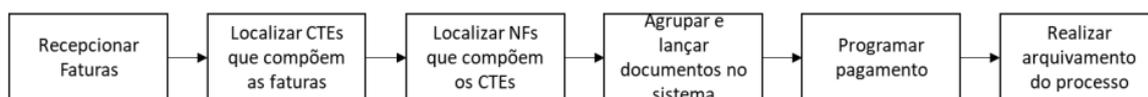
## Metodologia

### 3.1

#### Estudo de caso

Face a uma auditoria realizada no setor de transportes de uma empresa brasileira fabricante de lubrificantes, em outubro de 2020, identificou-se desconformidades no processo de conferência e pagamento de fretes. Na ocasião, todo o processo era realizado de forma manual e todas as faturas de serviços de transportes prestados eram lançadas diretamente no sistema de pagamento da companhia sem nenhum tipo de conferência, avaliação ou crítica. Os documentos eram basicamente recepcionados, anexados a documentos básicos comprobatórios, lançados para pagamentos, e arquivados, conforme fluxo identificado na Figura 5.

FIGURA 5 Fluxo de pagamento de fretes antes da implantação do sistema.



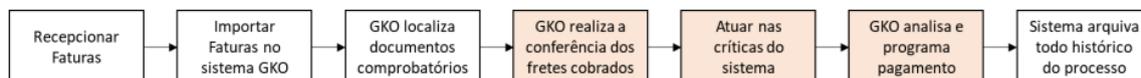
Legenda: CTE – Conhecimento de Transporte Eletrônico; NF – Nota Fiscal.

Durante a auditoria, identificou-se: faturas pagas em duplicidade; processos arquivados de forma incompleta; falta de rastreabilidade no processo de validação dos custos; incapacidade de medir o tempo total do processo de conferência e pagamento dos fretes recebidos; e impossibilidade de realizar delegações de aprovações. Decidiu-se então pela implantação de um sistema que realizasse de forma sistêmica e integrada toda a conferência e programação de pagamento das faturas recebidas dos fornecedores, o *software* GKO.

O *software* tinha como principal função garantir que todos os *gaps* identificados fossem sanados, bem como acelerar e automatizar o processo de conferência de frete e reduzir ajustes manuais nas faturas enviadas para conferência. Mensalmente, são conferidos um total de 1.200 faturas, podendo cada fatura possuir até 100 conhecimentos de transportes associados, os quais estão relacionados a um vasto número de notas fiscais. Além disso, existia a necessidade de padronização das faturas, visto que existem 35 empresas prestadoras de serviço de transporte, e cada uma delas utilizava um padrão de documento, o que ocasionava uma atenção ainda maior dos responsáveis pelo processo de conferência. Buscava-se também reduzir o tempo de processamento das faturas, visto que

50% das mesmas eram pagas em atraso, o que gerava problemas comerciais e operacionais graves. O processo padrão desenvolvido após a implantação do sistema de conferência e programação de frete ficou conforme descrito na Figura 6.

FIGURA 6: Fluxo de pagamento de fretes após a implantação do sistema GKO.



Com a implantação do sistema, as lacunas mais graves mencionadas inicialmente foram resolvidas, porém alguns objetivos não foram atingidos: padronização das faturas, aceleração e automatização do processo de conferência, extinção dos ajustes manuais nas faturas e redução no número de faturas pagas em atrasos. Dentre as diversas atividades envolvidas no processo de conferência e pagamento de fretes, foram selecionadas para este estudo as relacionadas ao sistema da conferência (identificadas pela cor laranja na Figura 6), pois são as atividades que demandam o maior tempo da célula de conferência de frete e que necessitam de alguma ação dos analistas, a fim de identificar os gargalos do processo, desvios do fluxo e padrões de erros relacionados a fornecedores específicos. O trabalho foi iniciado conforme a necessidade de entender os processos envolvidos, identificar durações de atividades e verificar a conformidade entre os processos reais e o modelo normativo. Com a identificação de problemas existentes, torna-se possível a geração de soluções que auxiliam a gerência do sistema e otimizam esta parcela do setor de transportes da empresa, reduzindo o gasto de recursos e tempo com processos menos eficientes.

## 3.2

### Identificação do Problema

O foco deste trabalho é identificar quais são os gargalos e desvios no processo de conferência e pagamento de frete, buscando entender quais são os principais ofensores para estas atividades, sejam eles: erros nas faturas encaminhadas, faltas de procedimento na execução das atividades, excesso de atividade manual por parte dos analistas ou ainda problemas sistêmicos devido a lacunas das interfaces entre eles.

Espera-se responder por quais motivos há dificuldades em realizar os pagamentos aos transportadores dentro do prazo, e por quais motivos as faturas demoram tanto tempo para serem analisadas e liberadas para pagamento.

Ao final do estudo serão elencadas propostas de ação, buscando ajustar os desvios e gargalos identificados, com o objetivo de reduzir o tempo total de liberação e pagamento

das faturas aos transportadores.

Para este estudo foram analisadas 7.478 faturas de pagamento, emitidas entre o período de 01 de janeiro de 2023 a 29 de julho de 2023. Estas faturas foram baixadas do sistema de conferência de fretes GKO e os dados obtidos através destas faturas foram: data da execução da atividade, transportadora emissora da fatura, atividade executada dentro do sistema e número da fatura (sequência numérica única que distingue uma fatura da outra).

Este estudo limita-se a estudar apenas as faturas com dados completos com entrada e saída para programação. Existe também uma limitação quanto análise de tempo para a realização da atividade por recurso, visto que após a extração dos dados identificou-se que vários analistas executavam atividades em uma mesma fatura, e isso impedia a medição do tempo de execução de uma mesma atividade por analista.

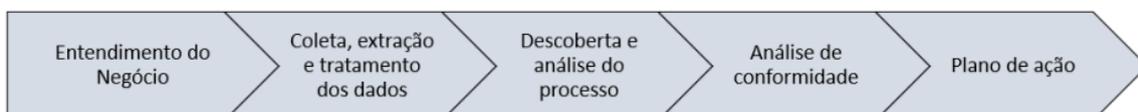
Por uma limitação sistêmica, só foi extrair a data de início de cada atividade e devido a isso não foi possível calcular separadamente o tempo de fila entre uma atividade e outra e a duração da atividade, por não possui essa diferenciação de data início e fim.

### 3.3

#### Ferramentas e Métodos

A metodologia utilizada no estudo foi o *Process Mining* para análise do processo real do pagamento de fretes associado às técnicas de *data mining* para tratamento dos dados, conforme etapas demonstradas na Figura 7.

FIGURA 7: Etapas para desenvolvimento do trabalho.



- Entendimento do negócio: esta etapa caracteriza-se por entender o processo padrão e o desenho do processo conforme idealizado na implantação. Neste momento foi importante levantar documentos e conversar com usuários responsáveis pela execução das atividades;
- Coleta, extração e tratamento de dados: coleta e extração de dados relevantes relacionados ao entendimento e análise do processo de pagamento de fretes, tais como: pedidos de transporte, número de faturas, nomes de fornecedores, conhecimentos de transportes eletrônicos, contratos e tabelas de frete, recibos, *e-mails* e outros documentos relacionados. Após a coleta e extração, o tratamento do

*event log* selecionado se faz necessário para exclusão de dados incompletos ou repetidos, classificação conforme fornecedores e padronização da forma como os dados se apresentam;

- Descoberta e análise do processo: geração do modelo real do processo de pagamento de fretes para análise de conformidade com o processo padrão. Análises estatísticas serão realizadas para que informações básicas das variáveis sejam melhor compreendidas, ajudando no entendimento dos dados. Para esta análise usaremos a mediana para fins de excluir efeito de outliers;
- Análise de conformidade: identificar desvios do processo padrão e gargalos, como atrasos no pagamento, aprovação de faturas que demoram muito ou não seguem o procedimento adequado, entre outros problemas;
- Plano de ação: com base nas informações obtidas por meio da mineração de processo faz-se possível sugerir melhorias para o processo de pagamento de fretes. Isso pode envolver a simplificação de etapas, automação de tarefas, melhoria na comunicação entre departamentos e fornecedores, entre outras ações.

Foi utilizado o *software* Disco para o entendimento dos dados, análise e geração do modelo real de processo. Analisou-se os fluxos de processo para cada fornecedor, identificando assim desvios e gargalos do processo.

O *software* Bizage Modeler foi utilizado para modelar o processo padrão, com todos os fluxos e etapas os quais os documentos de pagamento deveriam passar, a fim de se comparar com o modelo real apresentado pelo Disco, permitindo assim a identificação de desvios de forma clara.

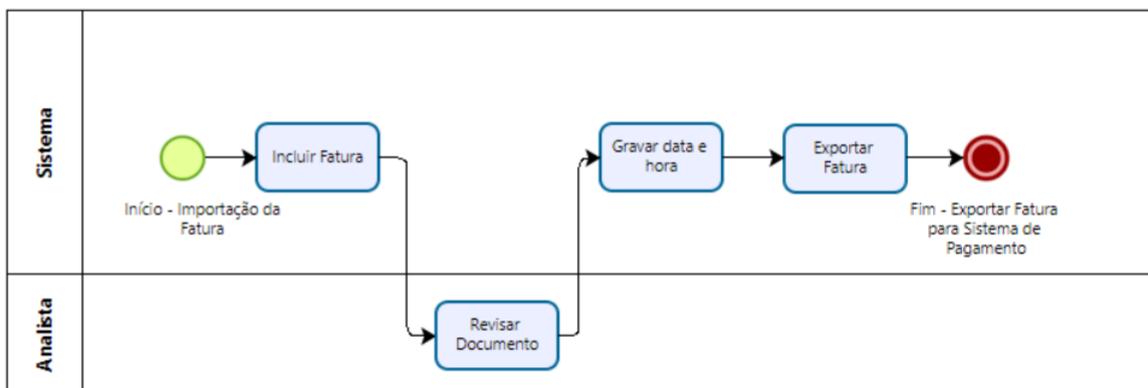
Quanto ao *software* ProM LITE foi utilizado para realização de uma análise de conformidade, entre os processos reais e o processo padrão. Buscando a identificação de desvios e não conformidades. Para se analisar da conformidade entre o processo real e o processo padrão é necessário que uma rede Petri seja definida, para isso foi utilizado o *software* Yasper, que é utilizado para desenho das etapas do processo, bem como seus inícios e fim

O histórico de eventos foi extraído em formato XML e pode ser interpretado como uma base de casos única, onde cada caso pode ser visto como uma sequência de atividades. Isso significa que cada evento do histórico se refere a um fluxo de atividades e está relacionado a um caso particular (*case ID*). Foram extraídos registros referentes ao período de 01/01/2023 a 29/07/2023, contendo no total 8.496 casos e 42.321 eventos. Foram considerados apenas casos completos que possuem início e fim dentro do período informado. Cada ocorrência presente no registro de eventos é composta das seguintes informações:

1. Atividades de Ação nomeadas como: “Incluir fatura”; “Revisar documento”; “Gravar data e hora”; e “Exportar fatura”;
2. Identificação do caso: “Case ID”, representado por uma sequência de números e a identificação da transportadora;
3. Data e hora em que a atividade foi executada;
4. Identificação da transportadora a qual a fatura é correspondente.

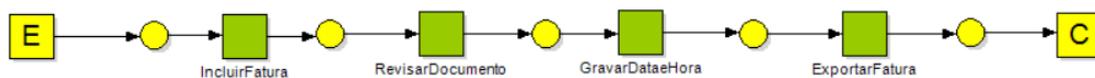
Conforme a Figura 8, o processo padrão concebido consiste em atividades realizadas automaticamente pelo sistema necessitando de ação humana apenas para confirmar a mudança de uma atividade para a outra. Na atividade com interação total humana ‘Revisar documento’, em caso de divergência em dados da fatura, um analista necessita realizar as alterações de forma manual e libera-la para a próxima etapa. Esta concepção foi definida visando agilizar o processo e reduzir a chance de erros devido a interação humana.

FIGURA 8: Processo Padrão do Pagamento de Fretes desenvolvido no Bizagi Modeler



Foi utilizado também o *software Yasper* para a definição da rede Petri (Figura 9) e *software ProM LITE* para análise de conformidade. Atráves destes sistemas foi possível medir a aderência entre o processo real de conferência e pagamento de fretes e o processo padrão desejado.

FIGURA 9: Rede Petri desenvolvido no Yasper



## 4

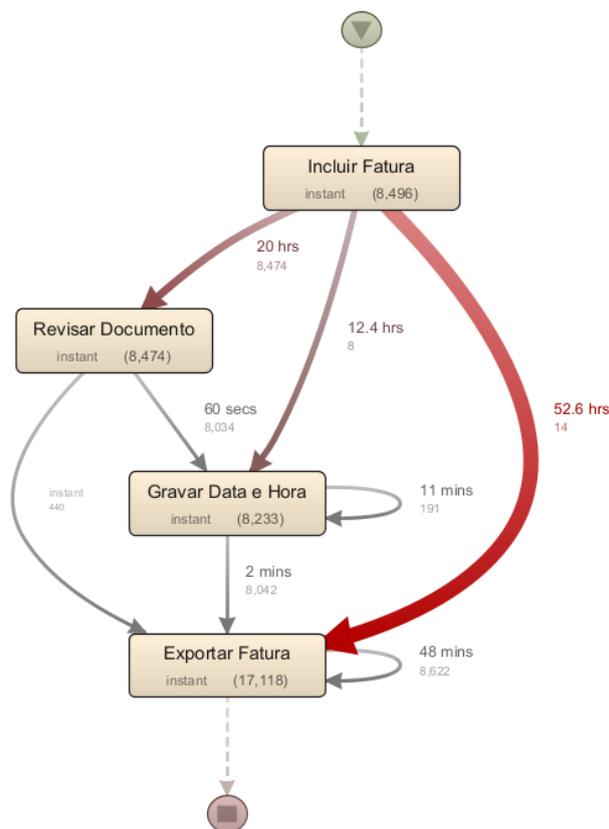
### Resultados e Discussões

#### 4.1

##### Seleção das Transportadoras

Após a inserção dos dados (*event log*) no *software* DISCO, foi realizada uma limpeza de dados para considerar apenas casos completos, ou seja, casos com as atividades iniciadas e concluídas durante o período de análise. Para isso, considerou-se como *Start Point* a atividade ‘Incluir Fatura’ e como *End Point* a atividade ‘Exportar Fatura’, obtendo-se o processo de todas as transportadoras com faturas concluídas no período estudado (Figura 10).

FIGURA 10: Processo com todas as transportadoras e casos completos



Quando analisamos o processo com todas as transportadoras incluídas podemos observar que o gargalo concentra-se na atividade ‘Revisar Fatura’, além de possuir a maior frequência de passagem pela atividade ‘Exportar fatura’. Dos 8.496 diferentes casos inseridos no sistema, todos passam ao menos uma vez na atividade final ‘Exportar fatura’. Entretanto, existem casos que passam até 39 vezes por esta atividade, o que significa um

desvio comparado ao processo padrão, onde a Exportação deveria ocorrer apenas uma única vez (ver Figura 8). Além disso, existem 14 casos que passam da atividade ‘Incluir Fatura’ diretamente para a atividade ‘Exportar Fatura’, além de oito que passam diretamente da atividade ‘Incluir Fatura’ para a atividade ‘Gravar Data e Hora’, o que não deveria ocorrer. Há também 440 casos que não passam pela atividade ‘Gravar Data e Hora’ e seguem diretamente para a atividade ‘Revisar Fatura’ para atividade ‘Exportar Fatura’, além de 191 casos que passam mais de uma vez na atividade ‘Gravar Data e Hora’. A mediana de duração dos casos – tempo entre o início e fim do processo - é de 42,8 horas, mas com média de 8,4 dias. Esta diferença ocorre devido à existência de casos com duração de até 197 dias, algo que deveria ter sido acompanhado de perto pelos responsáveis.

Para selecionar as transportadoras a serem analisadas, considerou-se a representatividade em número de eventos, escolhendo as cinco transportadoras com maior número de eventos dentre um total de 32 transportadoras, conforme apresentado na Tabela 1.

As transportadoras “Transp A”, “Transp C”, “Transp B”, “Transp E” e “Transp D” juntas correspondem a um total de 51,9% das frequências de eventos (fluxo de atividades) na empresa e por esta razão foram então as selecionadas para o estudo.

TABELA 1: Frequência de eventos por Transportadora

Transportadora	Frequência	Frequência Relativa	Transportadora	Frequência	Frequência Relativa
Transp A	7478	17,67%	Transp S	705	1,67%
Transp C	4247	10,04%	Transp X	701	1,66%
Transp B	4077	9,63%	Transp Q	639	1,51%
Transp E	3138	7,41%	Transp T	573	1,35%
Transp D	3038	7,18%	Transp P	557	1,32%
Transp G	2089	4,94%	Transp AV	460	1,09%
Transp F	1956	4,62%	Transp K	410	0,97%
Transp H	1721	4,07%	Transp U	380	0,90%
Transp R	1510	3,57%	Transp V	365	0,86%
Transp O	1495	3,53%	Transp AY	208	0,49%
Transp J	1342	3,17%	Transp AK	183	0,43%
Transp AZ	1077	2,54%	Transp L	179	0,42%
Transp I	891	2,11%	Transp Y	135	0,32%
Transp W	873	2,06%	Transp AW	132	0,31%
Transp M	850	2,01%	Transp Z	81	0,19%
Transp AX	761	1,80%	Transp N	70	0,16%

## 4.2

### Análise do processo atual das transportadoras selecionadas

A Figura 11 apresenta os processos reais das cinco transportadoras selecionadas gerados no *software* Disco. As métricas utilizadas são frequência absoluta (quantidade de

vezes que a atividade/fluxo foi realizada) e duração mediana (medição de tempo entre o fim de uma atividade e o fim da próxima). Por exemplo, na Figura 11a, a duração de 20,6 horas representa o tempo entre o fim da atividade ‘Importar Fatura’ e o fim da atividade ‘Revisar Documento’, ou seja, para ser revisado o documento demora uma mediana de 20,6h. Cada caso pode passar por uma atividade mais de uma vez.

A “Transp A” representa 17,67% no número total (8.496 casos) de eventos inseridos no sistema, onde o fluxo de atividades são representas conforme Figura 11a. Dos 1.549 diferentes casos inseridos no sistema para a “Transp A”, todos passam ao menos uma vez na atividade final ‘Exportar fatura’. Entretanto, existem casos que passam até 13 vezes por esta atividade (1.355 casos são reprocessados nesta atividade), isto é, 87,48% dos casos inseridos, o que significa um desvio comparado ao processo padrão, onde a exportação deveria ocorrer apenas uma única vez (ver Figura 8). Além disso, há dois casos que passam da atividade ‘Incluir Fatura’ diretamente para a atividade ‘Gravar Data e Hora’, além de seis que passam diretamente da atividade ‘Incluir Fatura’ para a atividade ‘Exportar Fatura’ – são raros, mas não deveria ocorrer. Há também 72 casos que não passam pela atividade ‘Gravar Data e Hora’. A mediana de duração dos casos – tempo entre o início e fim do processo - é de 39 horas, mas com média de 7,7 dias. Esta diferença ocorre devido à existência de casos com duração de até 115 dias, algo que deveria ter sido acompanhado de perto pelos responsáveis. O gargalo no processo desta transportadora está na atividade ‘Revisar Documento’.

Quando analisamos a “Transp C”, esta representa 10,04% no número total de eventos inseridos no sistema e seu fluxo de atividades está representado conforme Figura 11b. Todos os 855 casos passam ao menos uma vez na atividade ‘Exportar Fatura’, dos quais 840 são reprocessados nesta atividade (98%) e alguns chegam a passar até 17 vezes por ela, o que também não deveria ocorrer. Outros desvios do processo padrão identificados são: um caso passa da atividade ‘Incluir Fatura’ diretamente para a atividade ‘Exportar Fatura’, outro sai da atividade ‘Incluir Fatura’ para a atividade ‘Gravar Data e Hora’ e 10 casos saem da atividade ‘Revisar Documento’ diretamente para a atividade ‘Exportar Fatura’. O processo desta transportadora possui mediana de 3,4 dias, com média de 17,3 dias e máximo de 167 dias. A atividade gargalo desta transportadora é a ‘Revisar Documento’.

A “Transp B” corresponde a 9,63% do total de número de eventos e seu fluxo de atividades é representado na Figura 11c. Há também muitos casos com *looping* na atividade ‘Exportar Fatura’ (862 vezes), chegando a até 18 repetições para esta mesma atividade. A atividade ‘Gravar Data e Hora’ ocorre mais de uma vez para 28 dos casos, sendo desvio do processo padrão. Outros desvios também são identificados no processo real desta transportadora: um caso sai da atividade ‘Incluir Fatura’ diretamente para a atividade

‘Exportar Fatura’, um caso sai da atividade ‘Incluir Fatura’ para a atividade ‘Gravar Data e Hora’ e 34 casos saem da atividade ‘Revisar Documento’ diretamente para a atividade ‘Exportar Fatura’. A mediana de duração dos 806 casos é de 5,8 dias e a média é de 17,2 dias (com duração máxima de 182 dias). A atividade gargalo nesta transportadora também é ‘Revisar Documento’.

A “Transp E” corresponde a 7,41% (638 casos) do número total de casos e sua mediana é de 28,2 horas, com média de 3,5 dias (ver Figura 11d). Assim como as transportadoras anteriormente mencionadas, a ‘Transp E’ apresenta desvios no processo real comparados ao processo padrão, quais sejam: um caso sai da atividade ‘Incluir Fatura’ diretamente para a atividade ‘Exportar Fatura’, 20 casos saem da atividade ‘Revisar Documento’ diretamente para a atividade ‘Exportar Fatura’, e na atividade ‘Exportar Fatura’ existem casos que chegam a repetir esta atividade por até 6 vezes (608 casos). A atividade gargalo desta transportadora também é ‘Revisar Documento’.

A “Transp D”, com atividades representadas na figura 11e, possui representatividade de 7,18%, com um total de 572 casos. Esta possui todos os seus casos passando pela atividade ‘Exportar Fatura’ e existem casos que chegam a repetir esta atividade por até 10 vezes, indicando o mesmo desvio já identificado nas outras transportadoras. Ao oposto das outras transportadoras, esta possui apenas mais dois desvios comparados ao processo padrão: um relacionado a “pulo” de uma atividade, onde 37 casos saem da atividade ‘Revisar Documento’ diretamente para a atividade ‘Exportar Fatura’, e outro relacionado à repetição, onde 53 casos repetem a atividade de ‘Gravar Data e Hora’. A duração mediana é 3,3 dias e a duração média de 8,9 dias (com duração máxima de 113 dias).

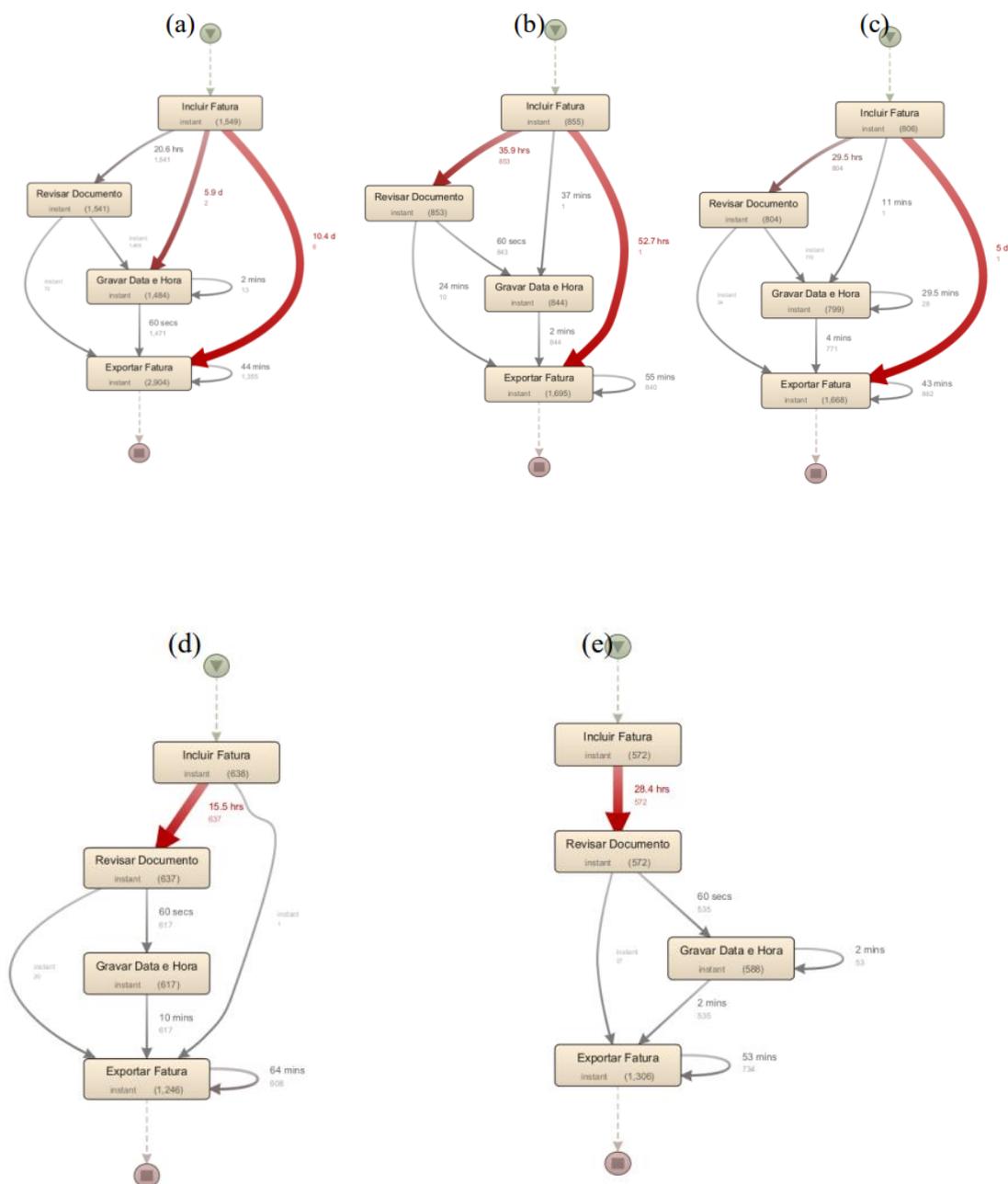
Embora todas as transportadoras apresentem a mesma atividade gargalo ‘Revisar Documento’ e a mesma atividade com maior frequência absoluta ‘Exportar Fatura’, há diferenças entre elas:

a) Apenas a ‘Transp D’ não possui o desvio de ter casos saindo da atividade ‘Incluir Fatura’ seguindo diretamente para a atividade ‘Exportar Fatura’;

b) Apenas ‘Transp C’ e ‘Transp E’ não possuem desvio quanto ao reprocessamento de casos na atividade ‘Gravar Data e Hora’;

Analisando o processo “*as is*” de cada uma das transportadoras da Figura 11 comparado ao processo padrão representado pela Figura 8, pode-se afirmar que nenhuma das transportadoras segue o processo padrão em sua integralidade, e que todas possuem desvios a este, visto que no processo padrão não estão previstas repetições em atividades e também “pulos” de atividades. O gargalo encontrado na atividade de ‘Revisar Documento’ é caracterizado pelo fato desta atividade exigir uma análise manualmente executada por um analista.

FIGURA 11: Processo de atividades



A Tabela 2 apresenta o comparativo entre as cinco transportadoras analisadas, que possuem como gargalo a atividade "Revisar Documento". Esta atividade representa um ponto crítico, indicando um obstáculo no fluxo do processo. As durações medianas e médias variam consideravelmente entre as transportadoras, com a 'Transp B' exibindo a maior duração mediana de 5,8 dias e a 'Transp E' a menor com 1,2 dias. Isso significa que a Transportadora B necessita de aproximadamente 4 dias a mais para iniciar e finalizar o processo de pagamento. Isso indica ineficiências específicas que prolongam o processo de pagamento de fretes como, por exemplo, divergências recorrentes nas faturas encaminhadas para conferência. Estas divergências são ocasionadas por informações erradas enviadas por parte das transportadoras nas faturas e também por divergências em processos internos, como o cadastro de tarifa, a emissão de notas fiscais com dados

divergentes, entre outras.

TABELA 2: Comparação entre as Transportadoras

	Transp A	Transp B	Transp C	Transp D	Transp E
Número de cases	1549	806	855	572	638
Representatividade	17,67%	9,63%	10,04%	7,18%	7,41%
Duração mediana	1,6 dias	5,8 dias	3,4 dias	3,3 dias	1,2 dias
Duração média	7,7 dias	17,2 dias	17,3 dias	8,9 dias	3,5 dias
Gargalo	Revisar Documento				
Atividades com maior frequência	Exportar Fatura				
Frequência Absoluta atividade de maior frequência	2904	1668	1695	1306	1246
Máxima repetição da atividade de maior frequência	13	18	17	10	6

A ‘Transp A’, apesar de ter a maior frequência, apresenta a segunda duração mais baixa comparada com as demais, isso significa que, mesmo com um número elevado de documentos encaminhados, esta apresenta menor necessidade de retrabalho. No entanto, todas as transportadoras enfrentam o desafio comum de revisões contínuas de documentos. Quanto ao processo padrão, este não é atendido em nenhuma das transportadoras, revelando a existência de ineficiências que requerem ajustes, tanto internamente na célula de conferência e pagamento de frete, quanto externamente junto aos transportadores.

A partir do resultado deste trabalho, foi feita uma avaliação *in loco* e foi observado que a atividade "Exportar Fatura", que é automática com integração entre sistemas, necessita de uma rede de internet estável para ocorrer sem repetição e que devido às recorrentes intermitências na rede de internet e à instabilidade no sistema que recebe a informação do sistema GKO, os documentos não são exportados corretamente, exigindo repetição desta atividade até que a recepção do documento seja confirmada pelo sistema de recepção, o que demora em torno de 1 hora.

Adicionada à descoberta sistêmica citada acima, soma-se o fato de que hoje em dia a célula de conferência e pagamento de frete possui três analistas que são responsáveis pela gestão das conferências de todas as 32 transportadoras que operam para a companhia. Estes três analistas são qualificados como sênior (com experiência de três anos), pleno (com apenas um ano na função) e júnior (com apenas seis meses na função). Observou-se que o analista sênior, responsável pela análise da ‘Transp A’, possuía maior proficiência nas atividades, o que representa menor tempo associado em suas atividades, enquanto o analista pleno, responsável pela conferência das ‘Transp B’ e ‘Transp C’, não possuía toda a habilidade necessária para executar suas atividades e em alguns momentos necessitava de auxílio do analista sênior. Já o analista júnior, responsável pela conferência da ‘Transp D’ e ‘Transp E’, ainda estava em treinamento. Isso pode explicar diferenças das durações de processo entre as transportadoras.

### 4.3

#### Análise de conformidade

Uma forma de avaliar conformidade em mineração de processo é a análise do modelo existente versus os desvios identificados no modelo gerado através do *log* de eventos. Van der Aalst (2014) destaca cinco pontos em que os desvios podem ocorrer em uma análise de conformidade:

1. Fraude: quando o comportamento do processo real não está conforme o processo padrão.
2. Ineficiência: quando o processo real diverge dos processo padrão e devido a isso acarretam em custos ou atrasos.
3. Exceções: quando alguns casos não se encaixam ao processo padrão.
4. Procedimentos malconcebidos: quando para executar a atividade os executores precisam não ser o processo padrão conceitual.
5. Procedimentos desatualizados: quando o processo padrão deveria ter sido atualizado, devido a evolução e melhorias e o processo real encontra-se mais atadeante a atividade.

Conforme *Software ProM*, utilizando o *plug-in Replay a log on Petri Net for Conformance Analysis*, apenas 2.262 casos de um total de 4.420 possuem aderência (*trace fitting*) completos, tendo todos os outros casos algum tipo de desvio ao processo padrão.

Isso significa que apenas 51% dos casos seguem o processo padrão conceitual determinado.

Se analisarmos isso em separado por transportadora, podemos ter os seguintes resultados de *trace fitness*:

- ‘Transp A’ 51% em um total de 1549 casos.
- ‘Transp B’ 50% em um total de 806 casos.
- ‘Transp C’ 52% em um total de 855 casos.
- ‘Transp D’ 49% em um total de 572 casos.
- ‘Transp E’ 54% em um total de 638 casos

Quando analisamos os resultados do *Move-Model Fitness* por transportadora chegamos aos seguintes valores: ‘Transp A’ - 38%; ‘Transp B’ 37%; ‘Transp C’ 38,72%; ‘Transp D’ 36% e ‘Transp E’ 41%. Isto é o cálculo da aptidão do *log* em relação aos movimentos do *trace*.

A análise de conformidade, revela que o processo de conferência e pagamento de fretes da empresa em estudo apresenta uma aderência de apenas 51% ao modelo padrão.

Ao utilizar o plug-in “Replay a log on Petri Net for Conformance Analysis”, verificou-se que, dos 4.420 casos analisados, apenas 2.262 seguiram integralmente o processo esperado, enquanto os demais apresentaram algum tipo de desvio. As transportadoras “Transp A”, “Transp B”, “Transp C”, “Transp D” e “Transp E” apresentaram taxas de conformidade (trace fitness) que variam entre 49% e 54%, indicando uma baixa aderência generalizada ao processo padrão.

A principal causa de desconformidade foi a atividade “Revisar Documento”, que apareceu como o principal gargalo, exigindo intervenção manual e recorrendo a retrabalhos em diversos casos. Em “Transp B”, por exemplo, a atividade “Exportar Fatura” foi repetida até 18 vezes em casos específicos, uma discrepância significativa em relação ao modelo ideal, que estipula apenas uma passagem por essa atividade. Outro ponto de desvio comum envolveu a omissão da atividade “Gravar Data e Hora”, em que transportadoras como “Transp A” e “Transp D” frequentemente pularam essa etapa, indo diretamente para a próxima fase do processo.

Os resultados do “Move-Model Fitness” evidenciam mais detalhadamente as disparidades nos fluxos de execução. As transportadoras apresentaram índices que variam de 36% a 41%, revelando uma alta frequência de movimentos que não correspondem ao modelo de processo padrão, refletindo problemas sistêmicos ou procedimentais. A baixa conformidade indica que o processo não está suficientemente padronizado, sendo impactado tanto por questões operacionais quanto pela ineficiência no processamento de atividades específicas, como as frequentes revisões manuais.

A análise reforça a necessidade de intervenções para aprimorar a conformidade do processo, incluindo um plano de ação focado na melhoria da infraestrutura tecnológica, no treinamento dos analistas e na padronização de procedimentos junto às transportadoras. Com esses ajustes, espera-se que o índice de conformidade aumente, promovendo um processo mais eficiente e alinhado ao modelo ideal estabelecido pela empresa.

## Conclusões

O presente trabalho aplicou técnicas de Mineração de Processos para avaliar o processo de conferência e pagamento de fretes em uma grande empresa brasileira de fabricação de lubrificantes, com o objetivo de identificar e mitigar gargalos e desvios que impactam a eficiência e a conformidade do processo padrão. Através da análise dos dados de eventos de cinco transportadoras selecionadas, observou-se que o processo atual apresenta um ponto crítico na atividade “Revisar Documento”, identificada como o principal gargalo, afetando diretamente o tempo de processamento.

A atividade “Exportar Fatura” também se mostrou problemática devido às intermitências na rede de internet e à instabilidade no sistema de recepção de dados, que frequentemente geram repetições indesejadas. Essas inconsistências causam desvios em relação ao processo padrão idealizado, resultando em um número elevado de faturas reprocessadas e, conseqüentemente, em um impacto negativo no tempo de ciclo total.

Os dados apontaram ainda para variações significativas entre as transportadoras analisadas. A “Transp A”, por exemplo, possui um elevado número de eventos, mas exibe menor necessidade de retrabalho quando comparada com outras transportadoras, como a “Transp B” e a “Transp C”, que, embora representem uma menor quantidade de eventos, demandam maior tempo para finalização do processo de conferência. Essas diferenças entre transportadoras indicam que o nível de maturidade dos processos de cada uma influencia diretamente a eficiência do ciclo de pagamento de fretes.

Além dos problemas sistêmicos e de infraestrutura, o estudo identificou que o nível de experiência dos analistas responsáveis também impacta o desempenho do processo. A análise mostrou que o analista sênior, com maior tempo de experiência, apresenta uma proficiência que permite a execução mais ágil das tarefas, enquanto o analista pleno e o júnior demandam mais tempo e suporte, especialmente nos casos de transportadoras que apresentam um maior índice de revisões manuais.

A partir das análises realizadas neste trabalho, foi possível montar um plano de ação em três passos, com o intuito de redução nos tempos de processamento dos documentos, diminuição dos desvios e aumento da eficiência:

- Passo 1 – Processo:
  - a) Externo: Realizar treinamento com todas as transportadoras, com o intuito de nivelá-las ao informar o padrão de informações que deve constar em todas as faturas; e criar e compartilhar um documento de divergência dos principais erros cometidos pelas transportadoras que ocasionam a necessidade de revisão de documentos.
  - b) Interno: Definição de um nível de serviço padrão para cada etapa do processo,

sendo então possível medir a performance real em cada etapa; levantamento das principais ocorrências geradas devido a erros de informações internas (cadastros errados, cadastros faltantes, erros na emissão de notas fiscais); e treinamento das áreas de interface para minimização destas inconsistências.

Objetivo: redução dos erros internos que ocasionam a necessidade de recorrentes revisões nas faturas, diminuição de retrabalho e redução no tempo do processo.

- Passo 2 – Pessoal: Treinamento e redesenho de toda a equipe pertencente à célula de conferência e pagamento de frete.

Objetivo: Equalizar o conhecimento sobre o sistema visando obter maior agilidade nas atividades e redução no tempo do processo.

- Passo 3 – Tecnologia: Melhoria na infraestrutura da rede de internet e investigação sobre as principais causas de instabilidade ocorridas no sistema de recepção da informação do GKO, visando uma melhoria nas recorrentes instabilidades. Uma sugestão seria adotar o método de recepção *offline*, possibilitando o envio da informação mesmo com o sistema receptor *offline*, que seria encaminhado assim que o sistema voltasse ao *online*, integrando as informações automaticamente sem a necessidade de reenvio.

Objetivo: Redução no número de vezes em que os documentos passam pela etapa ‘Exportar Fatura’.

Após implantados os planos de ação sugeridos acima, faz-se necessário a realização de uma nova análise do processo para avaliação se os planos de ação foram eficientes, sugerindo novas ações de melhorias.

Este trabalho fez uma análise minuciosa do processo real das cinco transportadoras mais representativas na empresa investigada, notando que todas as transportadoras possuem desvios do processo padrão, resultando em ineficiências na célula de pagamentos e conferência de fretes. A partir das análises, propôs-se um plano de ação em três etapas, que têm por objetivo mitigar os desvios causados pelos processos, pelas pessoas que executam as atividades e também pelas inconsistências sistêmicas. Vale citar que o trabalho foi limitado em suas análises devido à falta de medição das datas e horários de início e fim de cada atividade, contendo apenas uma data, além da dificuldade em acessar os dados, visto que o sistema (GKO) não possui uma interface de dados facilitada.

Para estudos futuros sugere-se fazer avaliações do impacto da intervenção usando testes estatísticos e simulação de possíveis cenários usando simulação de eventos discretos.

Este trabalho foi submetido e aceito como artigo completo no Simpósio de Engenharia de Produção - SIMPEP 2024.

## Referências Bibliográficas

Aalst, W.V. D. (2016). **Process Mining: Data Science in Action**. (Springer, Ed.), Springer (2nd ed.). Berlin, Heidelberg.

Aalst, W.M.P. V. D., W. M.P., Rubin, V., Verbeek, H. M. W., Van Dongen, B. F., Kindler, E., & Günther, C. W. (2010). **Process mining: A two-step approach to balance between underfitting and overfitting**. *Software and Systems Modeling*, 9(1), 87–111.

Aalst, W.M.P. V. D., Wil MP. **Process mining in the large: a tutorial**. *Business Intelligence*. [S.l.]: Springer, 2014. p. 33–76.

Arsénio, D. F. P. (2020); **Melhoria Contínua aplicada ao Process Mining num serviço de ligação energética**.

Blanchard, David. (2009), **Logistics teams up with accounts payable to recover lost profits: Roquette uses a freight payment audit process to generate refunds from rail carriers**, *Industry Week*, V. 258, Issue 11, pp. 45- 46.

Dani, V. S., Leopold, H., Werf, J. M. E.M. V. D., Beerepoot, I. (2023). **From Process Mining Insights to Process Improvement: All Talk and No Action?** *Cooperative Information Systems* (pp.275-292).

De Leeuw, S. Gutierrez Gutierrez, L.J. and Dubbers, R. (2013). **An Integrative Model for Lean Six Sigma Implementation in Logistics Services Environments**. *Review of Business and Economic Literature*, Vol.58, No.3, pp.211-230.

Fanti ,M. P., Boschian, V., Iacobellis,G., Ukovich, W. (2009). **Using Information and Communication Technologies in Intermodal Freight Transportation: A case study**. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*.

Gutierrez-Gutierrez, L.J., De Leeuw, S. and Dubbers, R. (2016), **Logistics services and lean six sigma implementation: a case study**, *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 7, No. 3, pp. 324-342.

Habib, M.A.; Sardar, M.B.; Jabbar, S.; Mahmood, N.; Ahmad, M. (2020), **Blockchain-based supply chain for the automation of transaction process: Case study based validation**. *International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET)*.

Lima, M. (2014), **Custos Logísticos no Brasil**. *Instituto de Logística e Supply Chain*. Disponível em Acessado em 09 de setembro de 2023.

Macedo, V. R. P. (2019). **Mapping and evaluating the complexity of information flows in freight transport chains**.

Min, H. (2002). **Outsourcing Freight Bill Auditing and Payment Services**.

Moen, O. (2016). **The Five-step Model – Procurement to Increase Transport Efficiency**

**for an Urban Distribution of Goods.**

Nemati, H., Barko, C.D. (2003). **Organizational Data Mining: Leveraging Enterprise Data Resources for Optimal Performance**, Idea Group Publishing, Hershey, PA, USA.

Ogg, S. (2003), **Using six sigma to create value across the supply chain**, Annual Meeting – Council of Logistics Management, pp. 6-10.

Shkurina L.; Maskaeva E. (2023). **Methods for economic assessment of operational quality and its impact on railway delivery time**. E3S Web of Conferences, Vol.402, No.6002.

Vathy-Fogarassy, A.; Vassányi, I.; Kósa, I. (2022). **Multi-level process mining methodology for exploring disease-specific care processes**. Journal of Biomedical Informatics. V.125, 103979.

Wang , X., Kopfer H. (2014). **Collaborative transportation planning of less-than-truckload freight**. OR Spectr.

Wenshuo, C. (2021). **Research on Multimodal transport documents under One Belt One Road - TakeChina Railway Express as an example**.

Zhao, J.; Zhu, X.; Wang, L. (2020). **Study on Scheme of Outbound Railway Container Organization in Rail-Water Intermodal Transportation**.