Enzo Hubner Moura de Andrade
Kaio Victor Marroque de Jesus

Mineração de Processos e Simulação Aplicada ao Suporte Técnico

Serra
2025

Enzo Hubner Moura de Andrade
Kaio Victor Marroque de Jesus

Mineração de Processos e Simulação Aplicada ao Suporte Técnico

Relatório apresentado como requisito parcial para obtenção de nota na disciplina de Gerência de Processos de Negócio.

Instituto Federal do Espírito Santo

Serra
2025

Resumo

Este trabalho apresenta a aplicação da técnica de Mineração de Processos em um cenário de suporte técnico, utilizando logs sintéticos no formato XES gerados por inteligência artificial. A partir desses dados, foi realizada a descoberta do modelo BPMN, a estimação de parâmetros e a simulação computacional do processo. Além disso, são comparados dois cenários, um baseline e outro com melhorias, permitindo avaliar o impacto das mudanças propostas no desempenho do processo.

Palavras-chave: Mineração de processos. BPMN. Simulação. Suporte técnico. XES.

Abstract

This work presents the application of Process Mining techniques in a technical support scenario using synthetic XES logs generated by artificial intelligence. From this data, a BPMN model was discovered, parameters were estimated, and a computational simulation was performed. Two scenarios were compared, a baseline and an improved one, enabling the evaluation of performance impacts.
Keywords: Process mining. BPMN. Simulation. Technical support. XES.

Sumário

0.1 Cenário Escolhido 5
0.1.1 Nome do Processo 5
0.1.2 Objetivo 5
0.1.3 Papéis Envolvidos 5
0.1.4 Lista de Atividades 5
0.1.5 Fluxo Principal do Processo 6
0.1.6 Ponto(s) de Decisão XOR 6
0.1.7 Trecho Paralelo (AND) 6
0.1.8 Possíveis Retrabalhos ou Repetições de Atividades 6
0.1.9 Critérios de Finalização 7
0.1.10 Exemplos de Trajetórias do Processo 7
0.2 Log XES Gerado 7
0.3 Mineração do Processo 7
0.3.1 Rede de Petri Minerada 8
0.3.2 Modelo BPMN Convertido 8
0.3.3 Visualização do Processo Minerado 9
0.4 Parâmetros Estimados 9
0.4.1 Tempos Médios de Execução das Tarefas 9
0.4.2 Probabilidades dos Gateways XOR 10
0.4.3 Probabilidade de defeito (p(defeito)) por Tarefa 10
0.5 Simulação do Processo 11
0.5.1 Configuração da Simulação 11
0.5.2 Resultados da Simulação 12
0.5.3 Percentis do Tempo de Ciclo 12
0.5.4 Desempenho por Classe de Tempo 12
0.5.5 Desempenho por Tarefa 13
0.5.6 Gargalos do Processo 13
0.5.7 Melhoria Proposta para o Cenário B 13
0.5.8 Conclusões da Simulação Baseline 14
0.5.9 Imagens Geradas pelo Simulador 15
0.6 Comparação dos Cenários 26
0.6.1 Qualidade por Tarefa 27
0.6.2 Gargalos do Processo 27
0.7 Discussão dos Resultados 28
0.8 Conclusão 29

0.1 Cenário Escolhido

0.1.1 Nome do Processo

Atendimento de Chamados de Suporte Técnico.

0.1.2 Objetivo

O objetivo do processo é realizar o atendimento eficiente de chamados de suporte técnico registrados por clientes, diagnosticando e solucionando problemas relacionados a sistemas, softwares ou infraestrutura, garantindo a continuidade dos serviços e a satisfação do usuário final.

0.1.3 Papéis Envolvidos

- **Cliente:** responsável por abrir o chamado e validar a solução;
- **Atendente de Suporte Nível 1:** responsável pelo primeiro atendimento, classificação e diagnóstico inicial;
- **Técnico Especialista (Nível 2):** responsável por resolver problemas mais complexos;
- **Sistema de Chamados:** responsável por registrar, armazenar e controlar o fluxo das solicitações.

0.1.4 Lista de Atividades

1. Registrar chamado;
2. Classificar chamado;
3. Diagnosticar problema;
4. Resolver problema;
5. Escalar para especialista;
6. Testar solução;
7. Encerrar chamado.

O processo contém 1 evento de início, 7 tarefas, pelo menos 1 gateway do tipo XOR, 1 trecho paralelo (AND), 2 eventos de fim e possibilidade de retrabalho.

0.1.5 Fluxo Principal do Processo

O processo tem início quando o cliente realiza o **registro do chamado** no sistema de suporte, descrevendo o problema encontrado. Em seguida, o chamado passa pela etapa de **classificação**, na qual o atendente identifica o tipo de solicitação.

Após a classificação, ocorre a etapa de **diagnóstico do problema**, onde o atendente de Nível 1 analisa as informações fornecidas pelo cliente e tenta identificar a causa da falha. A partir desse ponto, ocorre uma decisão do tipo XOR.

Se o problema for considerado simples, o processo segue para a atividade de **resolver problema**. Durante essa etapa ocorre um **bloco paralelo (AND)**, no qual duas ações acontecem simultaneamente: a atualização do cliente sobre o andamento do chamado e a correção no sistema.

Após a resolução, segue-se para a etapa de **testar solução**. Caso esteja tudo correto, o chamado é **encerrado**.

Se o problema for considerado complexo, o processo segue para a atividade de **escalar para especialista**, onde passa a ser tratado por um técnico de Nível 2. Após a resolução, o processo também segue para a etapa de teste da solução e posterior encerramento.

0.1.6 Ponto(s) de Decisão XOR

O principal ponto de decisão ocorre após a tarefa **Diagnosticar problema**, com as seguintes condições:

- **Problema simples:** segue para **Resolver problema**;
- **Problema complexo:** segue para **Escalar para especialista**.

0.1.7 Trecho Paralelo (AND)

Durante a tarefa **Resolver problema**, ocorrem simultaneamente:

- Atualização do cliente sobre o andamento;
- Correção ou ajuste no sistema.

Ambas devem ser finalizadas antes da execução da tarefa **Testar solução**.

0.1.8 Possíveis Retrabalhos ou Repetições de Atividades

O processo admite retrabalho nas seguintes atividades:

- **Diagnosticar problema:** pode ser repetido se o diagnóstico inicial estiver incorreto;
- **Resolver problema:** pode ocorrer novamente caso a solução não resolva definitivamente o erro;

- **Testar solução:** pode falhar, ocasionando retorno para a resolução ou para a escalada ao especialista.

Essas repetições configuram retrabalho implícito no processo.

0.1.9 Critérios de Finalização

O processo possui dois eventos distintos de finalização:

- **Chamado encerrado com sucesso:** quando o problema é resolvido e validado pelo cliente;
- **Chamado encerrado sem solução:** quando não é possível corrigir a falha por limitações técnicas externas.

0.1.10 Exemplos de Trajetórias do Processo

Trajetória 1 — Problema simples:
Registrar chamado → Classificar chamado → Diagnosticar problema → Resolver problema → Testar solução → Encerrar chamado.

Trajetória 2 — Problema complexo:
Registrar chamado → Classificar chamado → Diagnosticar problema → Escalar para especialista → Resolver problema → Testar solução → Encerrar chamado.

Trajetória 3 — Com retrabalho:
Registrar chamado → Classificar chamado → Diagnosticar problema → Resolver problema → Testar solução → Diagnosticar problema → Escalar para especialista → Resolver problema → Testar solução → Encerrar chamado.

0.2 Log XES Gerado

O log de eventos foi gerado integralmente por inteligência artificial no formato XES, contendo centenas de casos simulados. Cada caso representa uma instância completa do processo de suporte técnico, com eventos ordenados por data e hora. Um trecho ilustritivo do arquivo é apresentado neste trabalho.

0.3 Mineração do Processo

A mineração do processo foi realizada no ambiente Google Colab, utilizando a biblioteca *PM4Py*, conforme notebook disponibilizado pelo professor. Inicialmente, foi realizado o upload do arquivo de log de eventos no formato `.xes`, seguido da execução do algoritmo

de mineração **Inductive Miner**, escolhido por sua capacidade de gerar modelos bem estruturados e livres de ruído excessivo.

Como resultado da mineração, foram gerados os seguintes artefatos:

- Rede de Petri do processo;
- Modelo BPMN convertível;
- Arquivo final no formato `.bpmn`.

O arquivo de log `.xes` utilizado na mineração, bem como o modelo final `.bpmn`, estão disponíveis no seguinte link do Google Drive:

Acesso aos arquivos XES e BPMN

0.3.1 Rede de Petri Minerada

A Figura 1 apresenta a Rede de Petri obtida a partir da aplicação do Inductive Miner sobre o log de eventos.

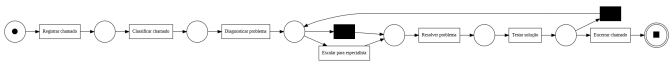


Figura 1 – Rede de Petri gerada pelo Inductive Miner.

0.3.2 Modelo BPMN Convertido

A Figura 2 apresenta o modelo BPMN obtido por meio da conversão automática da árvore de processos gerada pelo algoritmo de mineração.

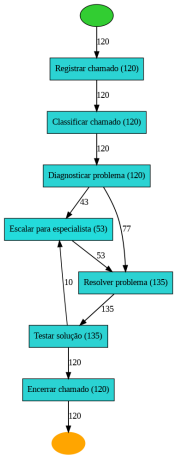


Figura 2 – Modelo BPMN minerado a partir do log de eventos.

0.3.3 Visualização do Processo Minerado

A Figura 3 apresenta a visualização do processo minerado, evidenciando os fluxos, decisões e possíveis retornos presentes no processo.



Figura 3 – Visualização do processo minerado no ambiente de mineração.

Por fim, conforme solicitado, foram entregues o modelo BPMN minerado e os respectivos registros visuais da execução da mineração.

0.4 Parâmetros Estimados

Foram estimados os seguintes parâmetros:

- Tempos médios de execução das tarefas;
- Probabilidades de decisão dos gateways XOR;
- Probabilidade de defeito (p(defeito)) das atividades.

Esses parâmetros foram extraídos a partir da análise dos registros de tempo do log e da frequência dos caminhos.

0.4.1 Tempos Médios de Execução das Tarefas

Os tempos a seguir foram calculados a partir do arquivo `suporte_tecnico_log.xes`. Para cada caso (trace) os eventos foram ordenados por `time:timestamp` e a duração de uma tarefa foi considerada como o intervalo (em minutos) até o evento seguinte no mesmo caso. Eventos finais não possuem duração calculada.

Tabela 1 – Tempos observados por tarefa (minutos)

Tarefa	**Média (min)**	**Mediana (min)**	**Desvio**	**N. de durações**
Registrar chamado	3.617	4.000	1.731	120
Classificar chamado	7.475	8.000	2.878	120
Diagnosticar problema	14.508	14.000	6.198	120
Resolver problema	5.763	5.000	2.569	135
Escalar para especialista	25.585	27.000	8.443	53
Testar solução	2.526	1.000	4.774	135

Observações:

- N. de durações corresponde ao número de amostras disponíveis (cada amostra é a diferença entre o timestamp da tarefa e o timestamp do evento seguinte no mesmo caso).
- A tarefa **Encerrar chamado** é tipicamente o último evento do caso e, portanto, não possui durações calculáveis (N = 0).
- As estatísticas (média/mediana/desvio) foram calculadas diretamente sobre as durações observadas e arredondadas a três casas decimais.

0.4.2 Probabilidades dos Gateways XOR

As probabilidades dos gateways foram estimadas contando-se a atividade imediatamente seguinte em cada caso quando aplicável. O log contém 120 casos completos analisados.

Tabela 2 – Probabilidades empíricas do gateway pós-"Diagnosticar problema"

Próxima tarefa	**Contagem**	**Probabilidade (%)**
Resolver problema	77	64.17%
Escalar para especialista	43	35.83%
Total	120	100.00%

Interpretação: aproximadamente 64.17% dos casos seguem para *Resolver problema* diretamente após o diagnóstico; cerca de 35.83% são escalados para especialista.

0.4.3 Probabilidade de defeito (p(defeito)) por Tarefa

A estimativa de *p(defeito)* foi obtida a partir da contagem de repetições observadas no log. Para cada tarefa, computou-se o número de execuções extras (réplicas além da primeira execução por caso) e dividiu-se pelo número total de execuções da tarefa.

Tabela 3 – Estimativa empírica de p(defeito) por tarefa

Tarefa	**Total Execuções**	**Retrabalhos (extras)**	**p(defeito)**
Registrar chamado	120	0	0.000
Classificar chamado	120	0	0.000
Diagnosticar problema	120	0	0.000
Resolver problema	135	15	0.111
Escalar para especialista	53	6	0.113
Testar solução	135	15	0.111
Encerrar chamado	120	0	0.000

Notas e justificativa:

- Os retrabalhos (extras) representam ocorrências adicionais da mesma tarefa em um mesmo caso (por exemplo: executar *Resolver problema* duas vezes no mesmo caso conta como 1 extra).
- Para tarefas administrativas (Registrar, Classificar, Encerrar) não foram observadas repetições no log, resultando em p(defeito) = 0.
- As tarefas que envolvem solução técnica (Resolver problema, Escalar para especialista, Testar solução) apresentaram repetições no log, com valores de p(defeito) entre 0.111 e 0.113, indicando uma taxa de retrabalho coerente com o cenário de suporte técnico.
- Estes valores representam as estimativas empíricas extraídas diretamente do log e são os que recomendamos usar na simulação baseline.

0.5 Simulação do Processo

A simulação do processo foi realizada utilizando o modelo BPMN minerado e os parâmetros estimados na Seção 0.4. O objetivo desta etapa foi analisar o comportamento do processo sob condições reais aproximadas, avaliando tempo de ciclo, qualidade, gargalos e a distribuição das classes de desempenho.

Foram executadas **5.000 instâncias simuladas** utilizando a semente 2025, garantindo reprodutibilidade. Os percentis utilizados para classificação do tempo foram os recomendados pelo professor: p33 e p67. As classes de qualidade seguiram o método de retrabalho implícito (A=0 defeitos, B=1, C2).

0.5.1 Configuração da Simulação

A simulação foi configurada com os seguintes elementos:

- Modelo BPMN minerado na etapa anterior;
- Tempos médios, probabilidades XOR e p(defeito) extraídos do log;
- Limiar de tempo:
  - Rápido ≤ 10 min;
  - Aceitável ≤ 20 min;
  - Lento > 20 min.
- Classificação de qualidade usando número de defeitos (retrabalhos implícitos).

0.5.2 Resultados da Simulação

Os primeiros cinco casos simulados são apresentados na Tabela 4. Esses dados confirmam que o modelo gerado está funcionando corretamente e que os caminhos são executados de acordo com as probabilidades especificadas.

Tabela 4 – Amostras dos primeiros casos simulados

ID	Tempo (min)	Defeitos	Última tarefa	Classe	Qualidade
1	47.20	0	end	Aceitável	A
2	40.32	0	end	Aceitável	A
3	51.13	0	end	Aceitável	A
4	28.90	0	end	Rápido	A
5	34.28	0	end	Aceitável	A

0.5.3 Percentis do Tempo de Ciclo

Os percentis obtidos na simulação foram:

- **Cenário A (Baseline):**
  - p33 = **31.504 min**
  - p67 = **53.050 min**
- **Cenário B (Melhoria):**
  - p33 = **24.273 min**
  - p67 = **37.924 min**

0.5.4 Desempenho por Classe de Tempo

A Tabela 5 resume a relação entre as classes de tempo e a qualidade do processo.

Tabela 5 – Tempo total do ciclo × Qualidade

Classe	%A	%B	%C	Indef.
Rápido	83.39%	14.91%	1.70%	0.00%
Aceitável	71.41%	22.82%	5.76%	0.00%
Lento	63.03%	26.97%	10.00%	0.00%

0.5.5 Desempenho por Tarefa

Para cada tarefa o simulador classificou a distribuição de qualidade por faixa de tempo. A seguir está um exemplo condensado, mas todas as tarefas estão incluídas no relatório oficial do simulador.

Exemplo — Resolver problema:

Tabela 6 – Qualidade por faixa de velocidade — Tarefa: Resolver problema

Classe	**A**	**B**	**C**
Rápido	76.68%	18.05%	5.27%
Aceitável	72.43%	21.73%	5.85%
Lento	61.55%	27.48%	10.97%

0.5.6 Gargalos do Processo

O simulador também identifica quais tarefas foram gargalo em cada classe de tempo (rápido, aceitável ou lento). Os resultados seguem nas Tabelas 7, 8 e 9.

Tabela 7 – Gargalos na classe Aceitável

Tarefa	**Frequência**
Diagnosticar problema	747
Classificar chamado	306
Escalar para especialista	290
Resolver problema	276
Registrar chamado	54
Testar solução	26
Encerrar chamado	1

Tabela 8 – Gargalos na classe Lento

Tarefa	**Frequência**
Escalar para especialista	751
Diagnosticar problema	651
Classificar chamado	133
Resolver problema	104
Registrar chamado	9
Testar solução	2

0.5.7 Melhoria Proposta para o Cenário B

Para o Cenário B (melhoria), foram aplicadas as seguintes alterações aos parâmetros do Cenário A (baseline):

Tabela 9 – Gargalos na classe Rápido

Tarefa	**Frequência**
Diagnosticar problema	585
Classificar chamado	366
Resolver problema	360
Registrar chamado	143
Testar solução	111
Escalar para especialista	80
Encerrar chamado	5

- **Redução do tempo de execução das tarefas gargalo:**
  - *Diagnosticar problema*: redução de 14.508 min para 12.0 min (redução de 17.3%)
  - *Escalar para especialista*: redução de 25.585 min para 20.0 min (redução de 21.8%)
- **Redução da probabilidade de defeito:**
  - *Resolver problema*: p(defeito) reduzido de 0.111 para 0.08
  - *Testar solução*: p(defeito) reduzido de 0.111 para 0.08

Estas melhorias foram baseadas na análise dos gargalos identificados no Cenário A, visando otimizar as etapas críticas do processo.

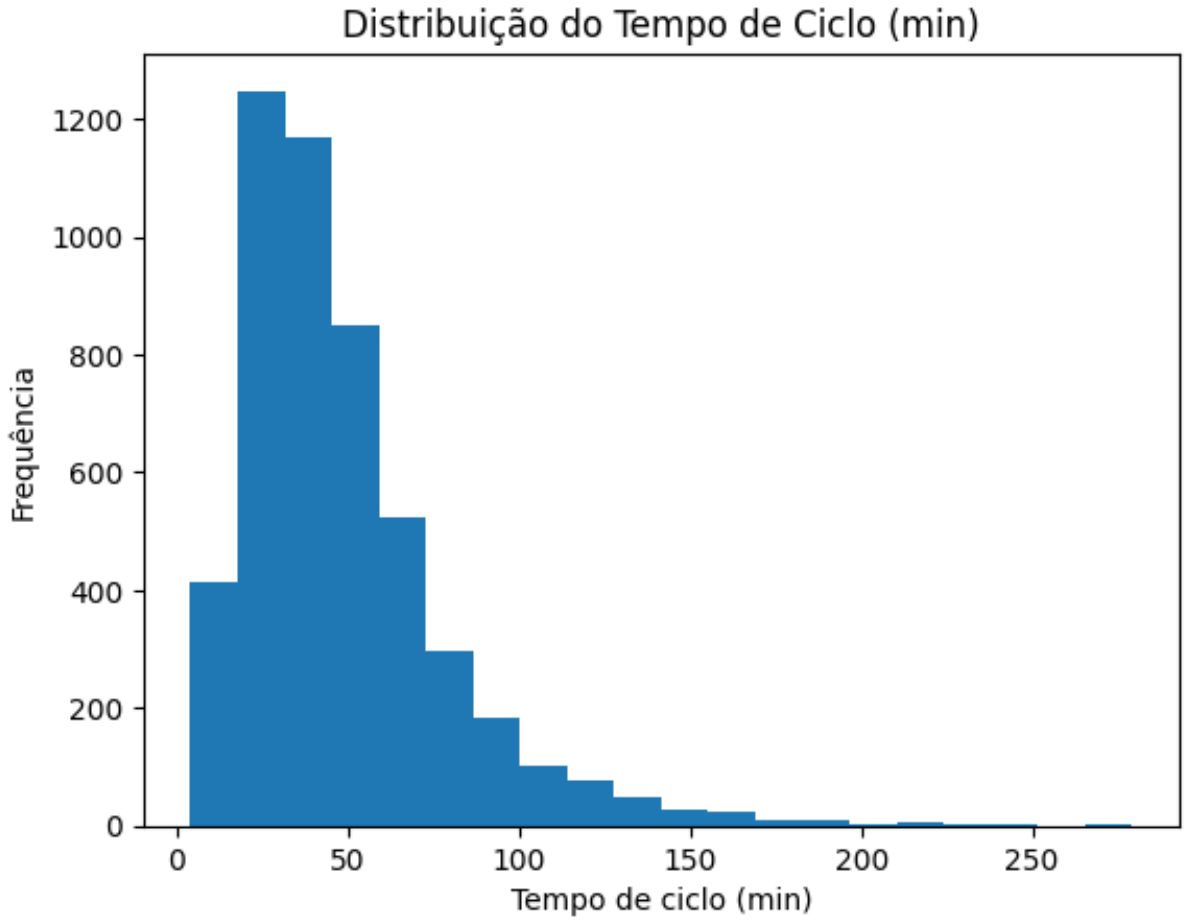
0.5.8 Conclusões da Simulação Baseline

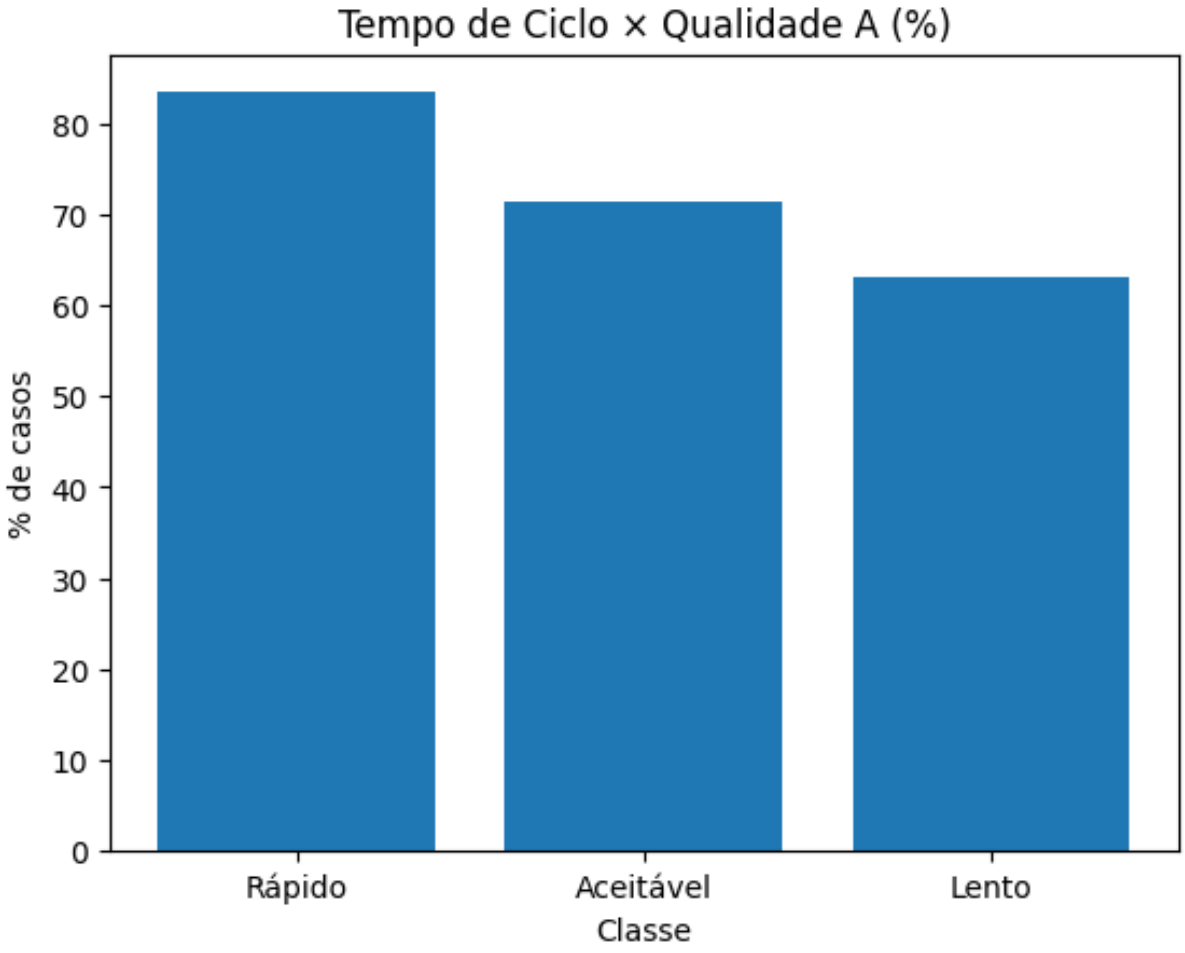
Os resultados da simulação demonstram que:

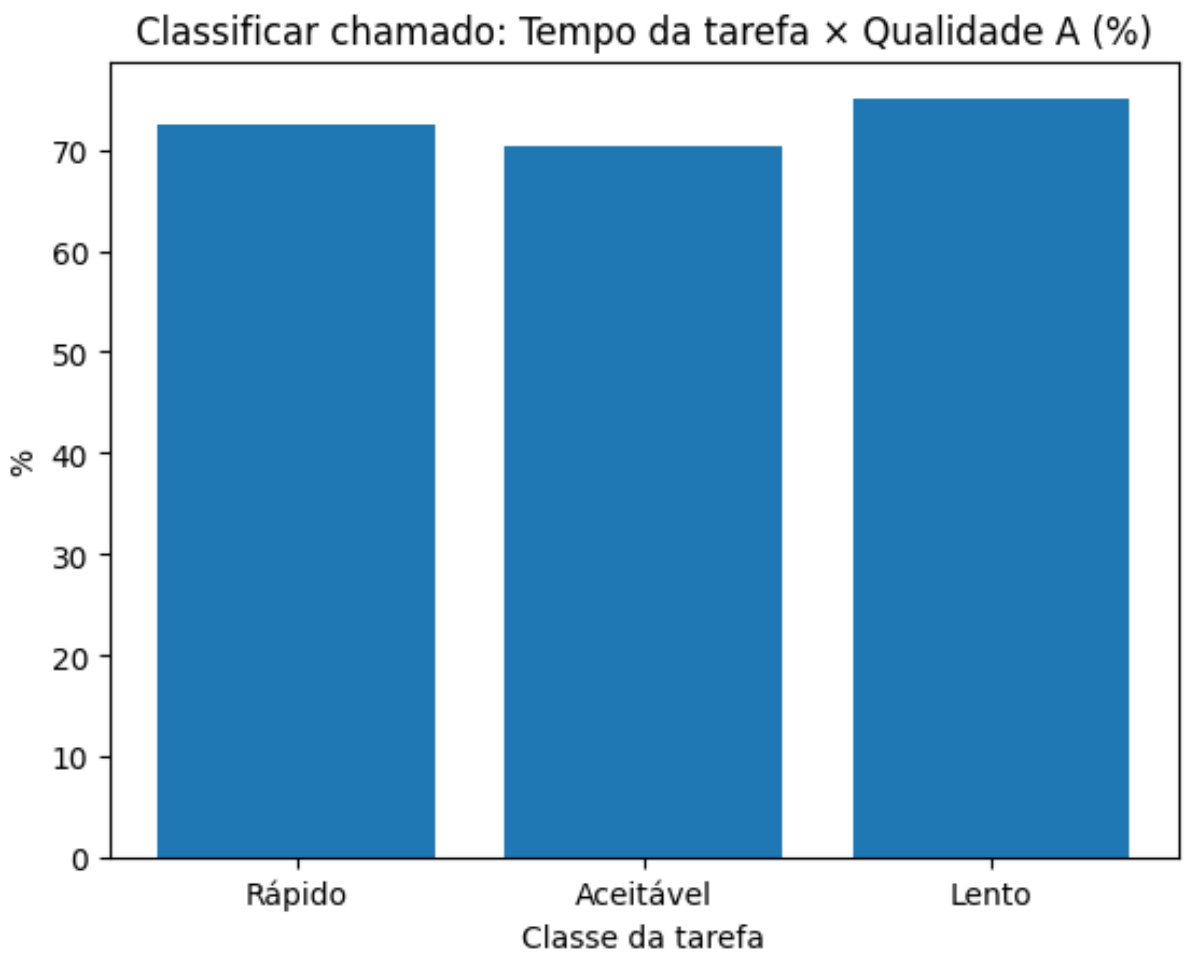
- O processo apresenta boa qualidade geral (classe A majoritária em todas as faixas).
- Os tempos de ciclo tendem ao aceitável, com poucos casos realmente rápidos.
- As tarefas *Diagnosticar problema* e *Escalar para especialista* aparecem de forma consistente como gargalos.
- O retrabalho implícito é baixo, especialmente nas tarefas do início do processo.

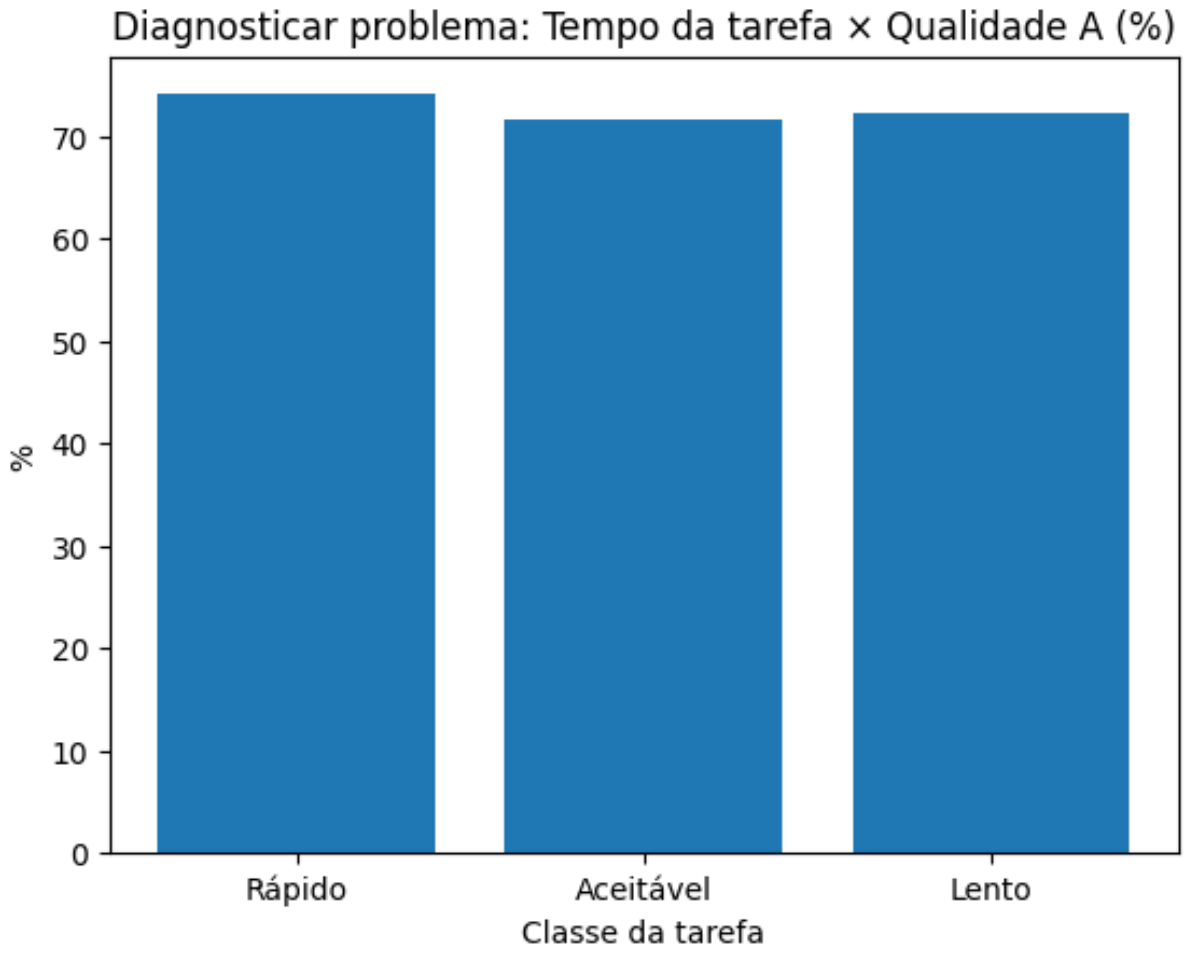
Essas informações servem como base para a construção do **Cenário B (melhoria)**, que é tratado na próxima seção.

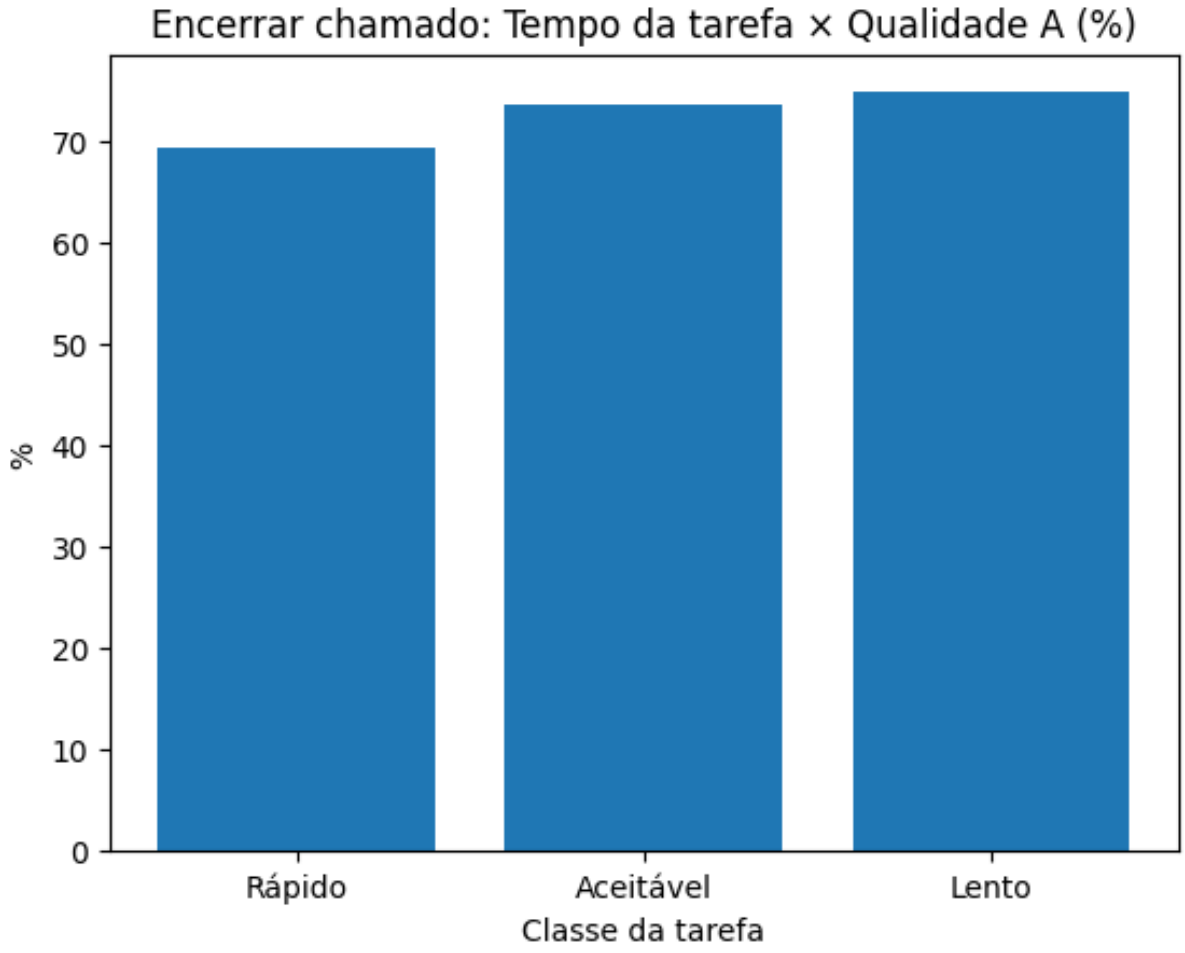
0.5.9 Imagens Geradas pelo Simulador

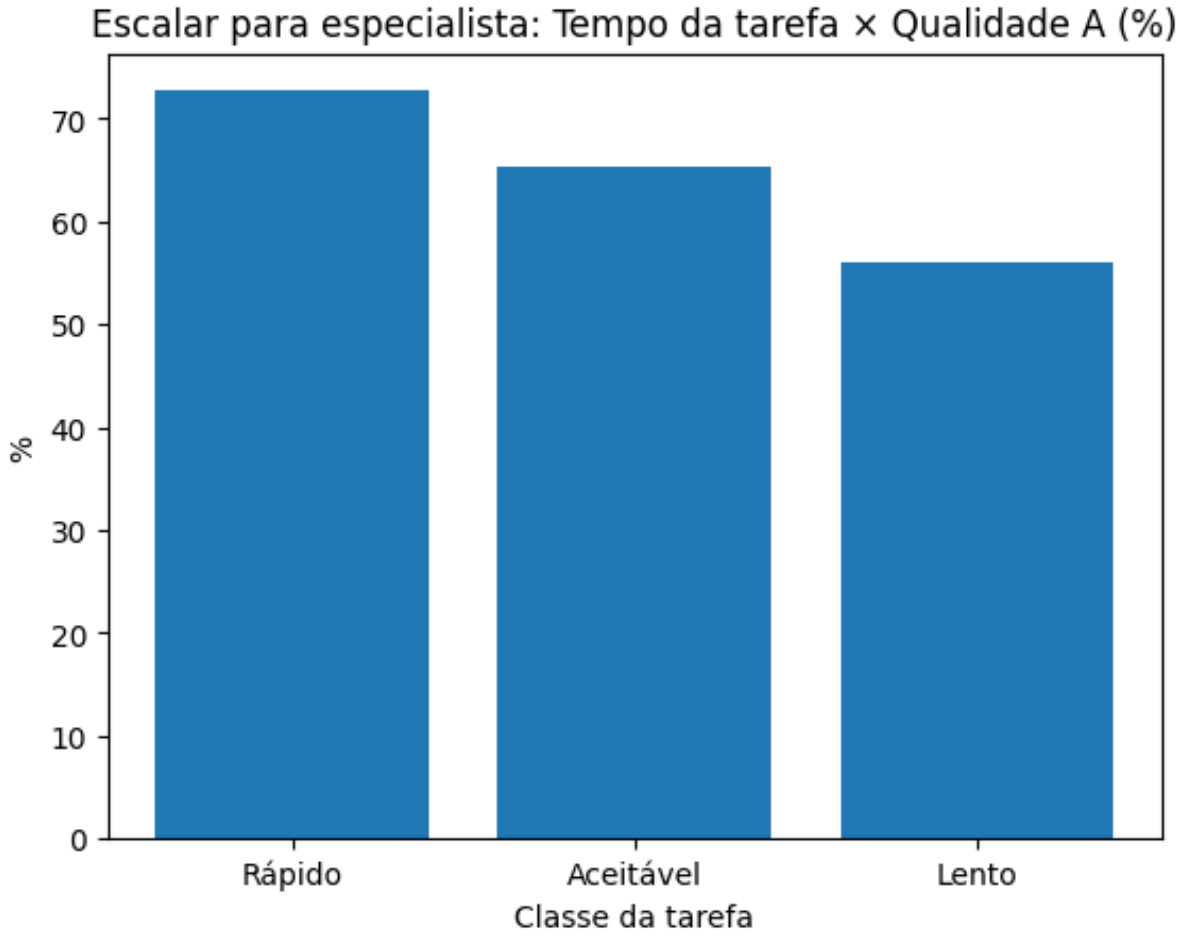


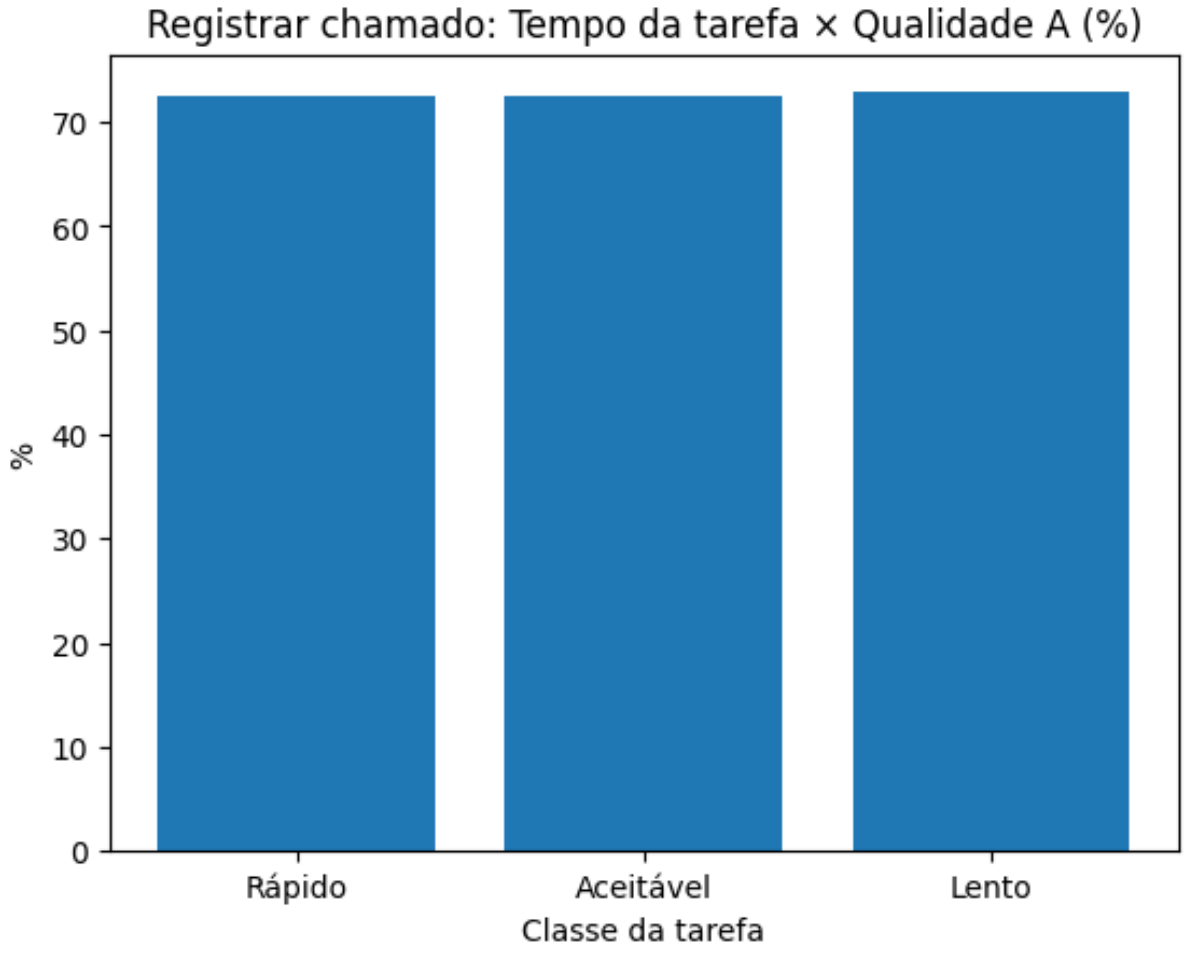

Tempo de Ciclo × Qualidade A (%)
% de casos
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Rápido
Aceitável
Lento
Classe

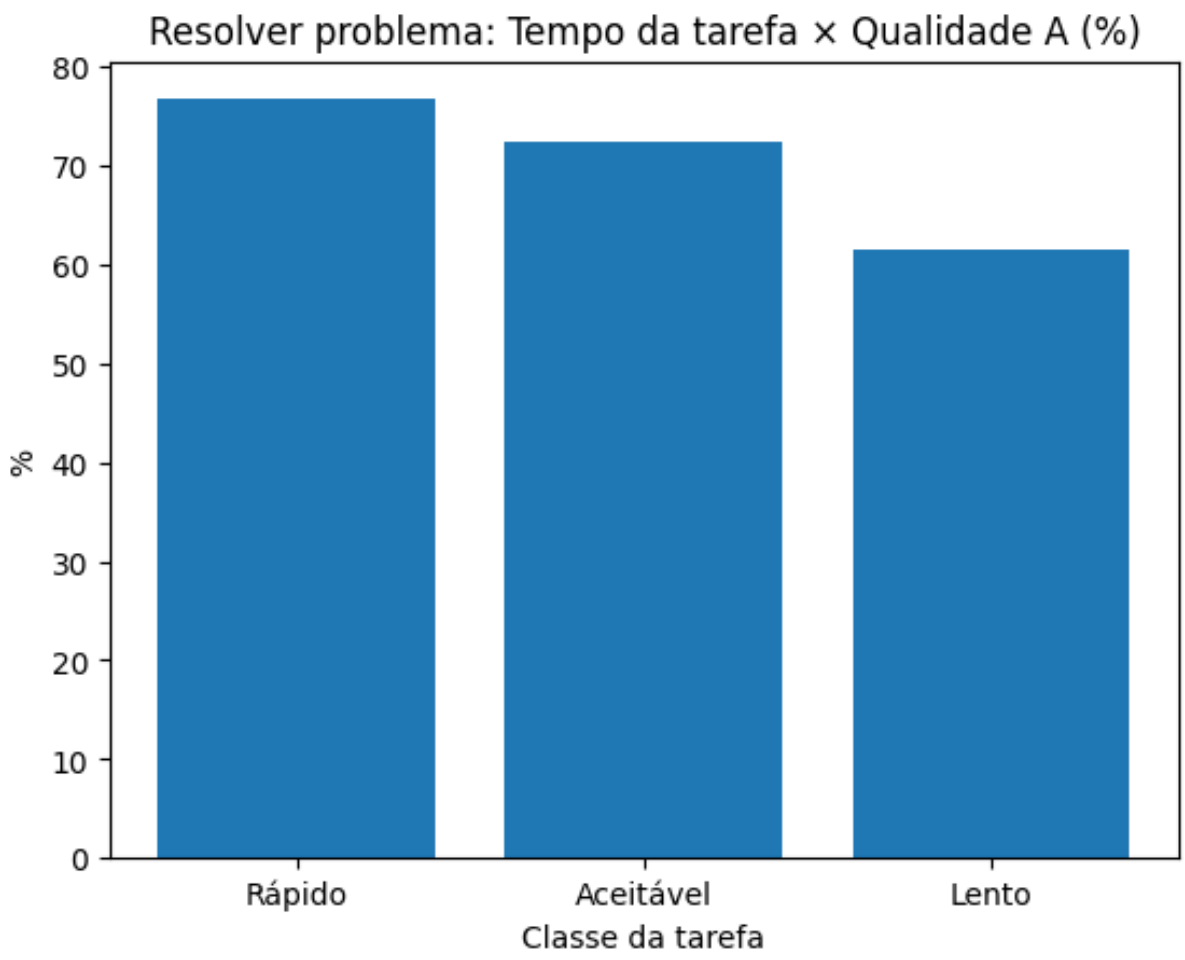

Classificar chamado: Tempo da tarefa × Qualidade A (%)
%
0
10
20
30
40
50
60
70
Rápido
Aceitável
Lento
Classe da tarefa

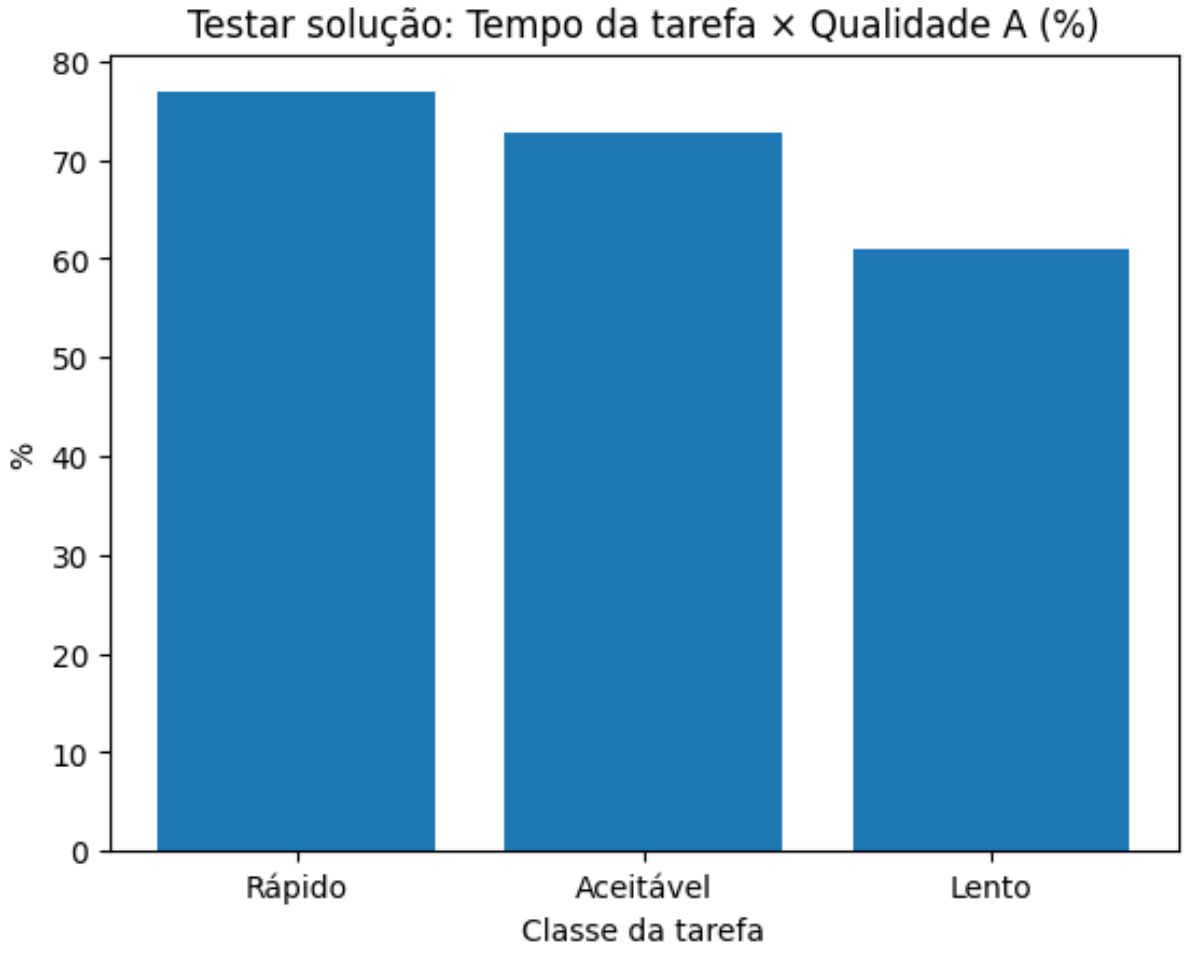

Diagnosticar problema: Tempo da tarefa × Qualidade A (%)
%
0
10
20
30
40
50
60
70
Rápido
Aceitável
Lento
Classe da tarefa

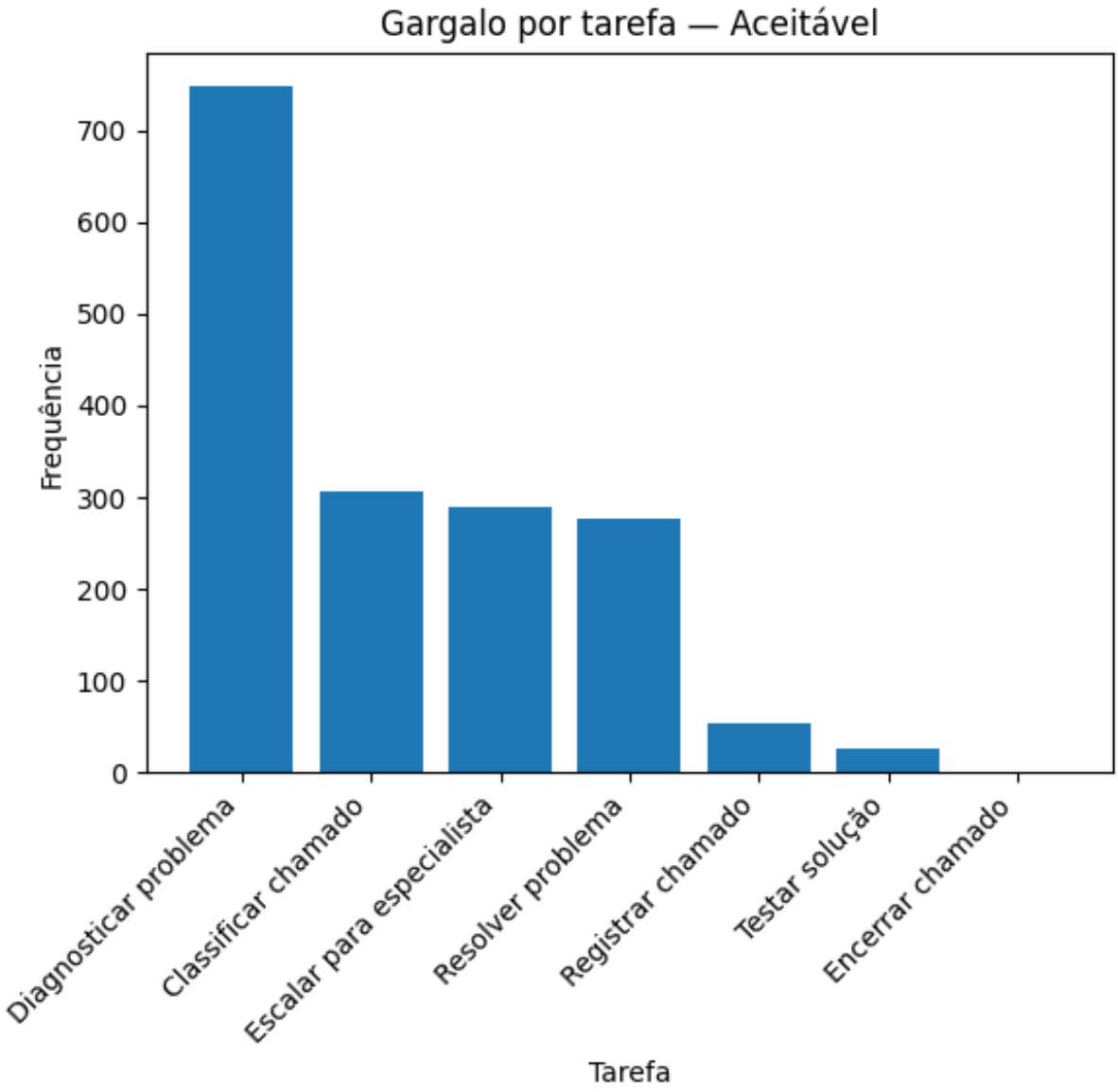

Encerrar chamado: Tempo da tarefa × Qualidade A (%)
%
0
10
20
30
40
50
60
70
Rápido
Aceitável
Lento
Classe da tarefa

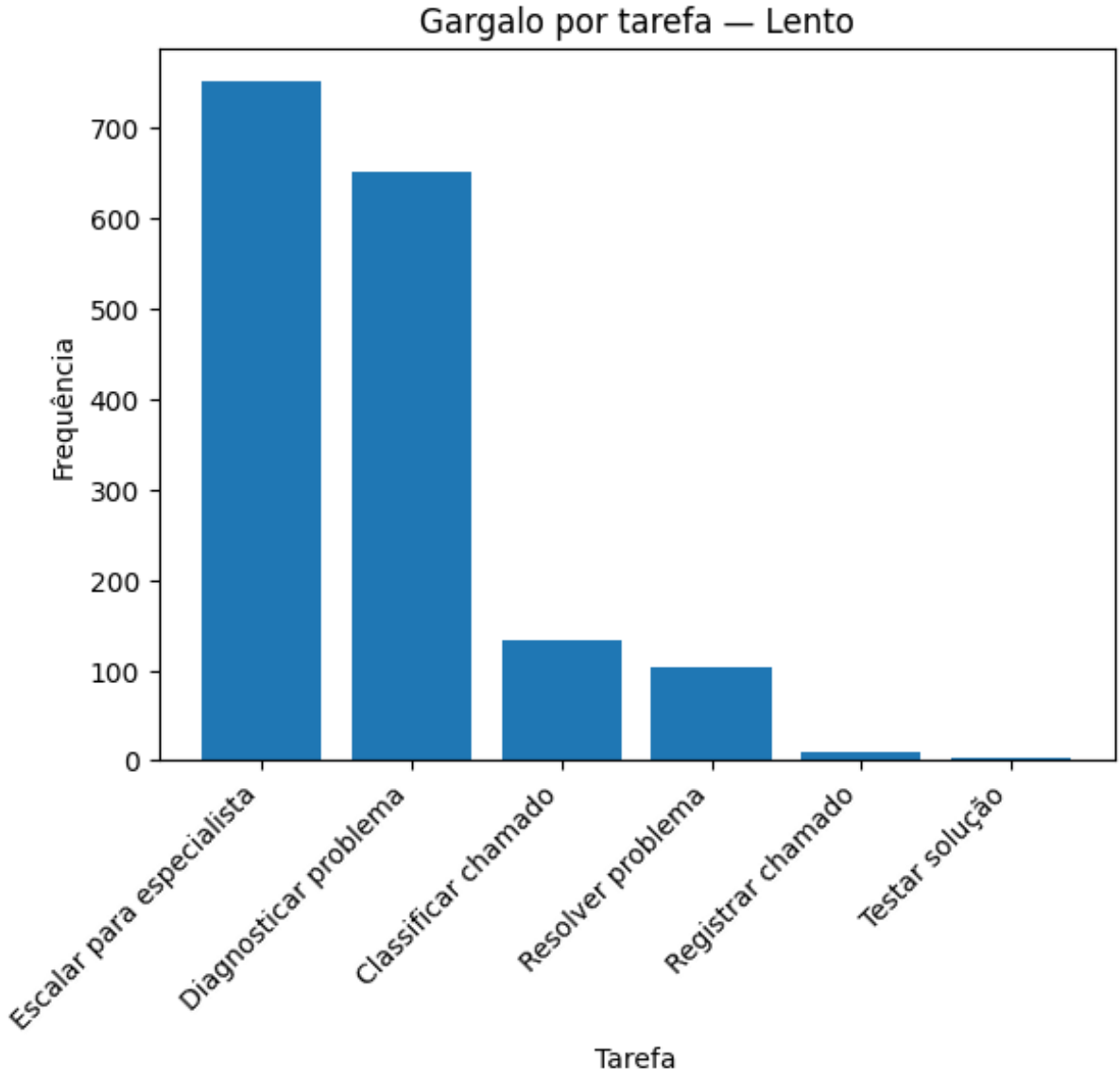

Escalar para especialista: Tempo da tarefa × Qualidade A (%)
%
0
10
20
30
40
50
60
70
Rápido
Aceitável
Lento
Classe da tarefa

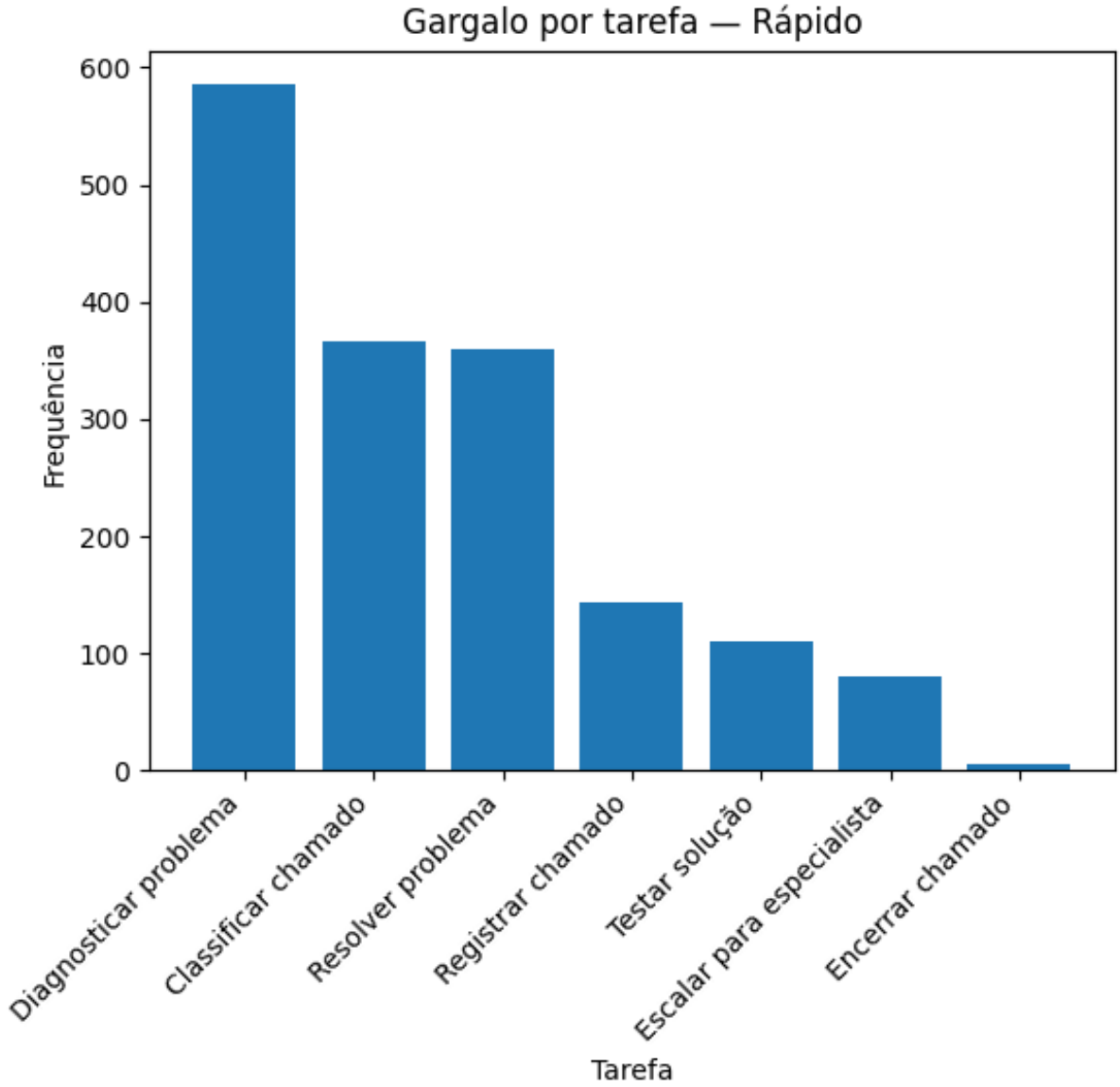

Registrar chamado: Tempo da tarefa × Qualidade A (%)
%
0
10
20
30
40
50
60
70
Rápido
Aceitável
Lento
Classe da tarefa


Resolver problema: Tempo da tarefa × Qualidade A (%)
80
70
60
50
40
30
20
10
0
%
Rápido
Aceitável
Lento
Classe da tarefa


Testar solução: Tempo da tarefa × Qualidade A (%)
80
70
60
50
40
30
20
10
0
%
Rápido
Aceitável
Lento
Classe da tarefa


Gargalo por tarefa — Aceitável
Frequência
0
100
200
300
400
500
600
700
Diagnosticar problema
Classificar chamado
Escalar para especialista
Resolver problema
Registrar chamado
Testar solução
Encerrar chamado
Tarefa


Gargalo por tarefa — Lento
Frequência
0
100
200
300
400
500
600
700
Escalar para especialista
Diagnosticar problema
Classificar chamado
Resolver problema
Registrar chamado
Testar solução
Tarefa



0.6 Comparação dos Cenários

A seguir, apresentamos uma comparação detalhada entre os cenários A e B, utilizando os indicadores de tempo de ciclo, qualidade das tarefas e gargalos identificados na simulação. A Tabela 10 mostra o percentual de casos por classe de qualidade (A, B, C) em cada classe de tempo de ciclo.

Tabela 10 – Tempo total do ciclo por qualidade e classe de tempo

2*Classe de Tempo	Cenário A (%)				Cenário B (%)			
	A	B	C	Indef	A	B	C	Indef
Rápido	83.39	14.91	1.70	0.0	88.73	10.00	1.27	0.0
Aceitável	71.41	22.82	5.76	0.0	80.35	16.29	3.35	0.0
Lento	63.03	26.97	10.00	0.0	74.48	20.42	5.09	0.0

Observa-se que o Cenário B apresenta melhoria significativa em todos os indicadores de qualidade com maior proporção de casos classificados como A, refletindo menor retrabalho e maior eficiência.

0.6.1 Qualidade por Tarefa

A Tabela 11 apresenta a comparação detalhada da qualidade por tarefa, considerando todas as tarefas e a classificação de velocidade (*Rápido*, *Aceitável*, *Lento*).

Tabela 11 – Qualidade por tarefa e classe de velocidade (%)

2*Tarefa	2*Velocidade	Cenário A			Cenário B		
		A	B	C	A	B	C
Registrar chamado	Rápido	72.42	21.52	6.06	83.09	13.88	3.03
	Aceitável	72.53	21.47	6.00	79.24	17.18	3.59
	Lento	72.85	21.76	5.39	81.27	15.64	3.09
Classificar chamado	Rápido	72.48	21.15	6.36	80.61	16.73	2.67
	Aceitável	70.41	23.71	5.88	81.65	14.76	3.59
	Lento	74.97	19.82	5.21	81.27	15.27	3.45
Diagnosticar problema	Rápido	74.06	20.67	5.27	82.24	14.91	2.85
	Aceitável	71.65	22.00	6.35	79.53	16.53	3.94
	Lento	72.12	22.06	5.82	81.82	15.27	2.91
Resolver problema	Rápido	76.68	18.05	5.27	81.04	14.81	4.15
	Aceitável	72.43	21.73	5.85	79.38	16.59	4.03
	Lento	61.55	27.48	10.97	73.09	21.68	5.23
Testar solução	Rápido	76.84	18.05	5.11	85.14	12.44	2.42
	Aceitável	72.79	21.37	5.85	82.06	14.77	3.17
	Lento	61.02	27.85	11.13	66.22	25.93	7.85
Escalar para especialista	Rápido	72.74	21.43	5.83	82.00	16.00	2.00
	Aceitável	65.25	25.96	8.79	75.00	19.90	5.10
	Lento	56.12	31.78	12.10	69.00	24.75	6.25
Encerrar chamado	Rápido	69.39	23.94	6.67	80.12	16.61	3.27
	Aceitável	73.59	20.29	6.12	82.94	14.24	2.82
	Lento	74.79	20.55	4.67	80.42	15.94	3.64

0.6.2 Gargalos do Processo

A Tabela 12 compara os gargalos mais frequentes em cada classe de velocidade para os dois cenários.

Tabela 12 – Gargalos por classe de velocidade e cenário

Classe	Cenário A	Classe	Cenário B
Aceitável	Diagnosticar problema (747) Classificar chamado (306) Escalar para especialista (290) Resolver problema (276) Registrar chamado (54) Testar solução (26) Encerrar chamado (1)	Aceitável	Diagnosticar problema (676) Classificar chamado (499) Resolver problema (207) Registrar chamado (120) Escalar para especialista (111) Testar solução (86) Encerrar chamado (1)
Lento	Escalar para especialista (751) Diagnosticar problema (651) Classificar chamado (133) Resolver problema (104) Registrar chamado (9) Testar solução (2)	Lento	Diagnosticar problema (712) Escalar para especialista (399) Classificar chamado (364) Resolver problema (107) Registrar chamado (46) Testar solução (22)
Rápido	Diagnosticar problema (585) Classificar chamado (366) Resolver problema (360) Registrar chamado (143) Testar solução (111) Escalar para especialista (80) Encerrar chamado (5)	Rápido	Diagnosticar problema (555) Classificar chamado (443) Resolver problema (256) Registrar chamado (198) Testar solução (147) Escalar para especialista (38) Encerrar chamado (13)

0.7 Discussão dos Resultados

A análise detalhada dos cenários A e B evidencia que a aplicação das melhorias simuladas impactou positivamente o desempenho do processo:

- O Cenário B apresenta maior proporção de casos de qualidade *A* em todas as classes de tempo, indicando menor retrabalho.
- Os tempos de ciclo médios diminuíram significativamente, com redução dos percentis p33 (de 31.504 para 24.273 min) e p67 (de 53.050 para 37.924 min), refletindo ganhos em eficiência.
- A frequência dos gargalos diminuiu ou se distribuiu de forma mais equilibrada, especialmente nas tarefas críticas *Diagnosticar problema* e *Escalar para especialista*.
- A análise por tarefa mostra que mesmo tarefas com velocidade lenta melhoraram a qualidade, o que indica impacto positivo das melhorias em todas as etapas do processo.
- As melhorias aplicadas (redução de tempo nas tarefas gargalo e diminuição das probabilidades de defeito) demonstraram ser estratégias eficazes para otimização do processo.

Portanto, a simulação demonstrou ser uma ferramenta confiável para análise preditiva, permitindo decisões baseadas em dados antes da implementação real.

0.8 Conclusão

Este estudo aplicou o ciclo completo de Mineração de Processos, desde a criação do cenário até a simulação final. A comparação detalhada entre os cenários A e B evidenciou:

- Redução significativa de retrabalho;
- Aumento da proporção de casos de qualidade A;
- Diminuição dos tempos de ciclo e melhoria da eficiência;
- Identificação e mitigação de gargalos no processo.

Os resultados reforçam a importância da simulação como ferramenta preditiva e de apoio à gestão, permitindo a tomada de decisão baseada em evidências e contribuindo para a melhoria contínua dos processos organizacionais.