

1. Introdução

Despesa pública é a aplicação do dinheiro arrecadado por meio de impostos ou outras fontes para custear os serviços públicos prestados à sociedade ou para a realização de investimentos.^[1] Executar a despesa pública significa realizar despesas previstas na lei orçamentária anual, seguindo três estágios, sendo eles: empenho (reserva do recurso), liquidação (verificação da entrega) e pagamento (desembolso financeiro).

Em situações onde o valor empenhado é insuficiente para atender uma determinada despesa, pode-se solicitar o reforço do empenho. Caso esse empenho exceda o montante da despesa realizada, ele deverá ser anulado parcialmente. O empenho pode ser anulado totalmente quando o contrato não tiver sido cumprido, ou no caso de ter sido emitido incorretamente.^[3]

Com objetivo de realizar uma análise exploratória, observou-se que a modelagem do banco de dados reflete essas etapas legais através de relacionamentos definidos por chaves estrangeiras. A partir da engenharia reversa, obteve-se um diagrama entidade-relacionamento e identificou-se a seguinte hierarquia lógica:

1. **Contrato:** Entidade que define o teto financeiro e o fornecedor.
2. **Empenho:** Vincula-se a um contrato (através da chave `id_contrato`) ou ocorre diretamente.
3. **Liquidação e Pagamento:** Vinculam-se obrigatoriamente a um empenho prévio (chave `id_empenho`).

A partir destas informações, foi possível identificar algumas regras de negócio e integridade semântica, como por exemplo: $\text{Valor}_{\text{empenho}} \leq \text{Valor}_{\text{contrato}}$ (o valor reservado não pode exceder o teto contratado).

2. Metodologia

Para a análise dos dados utilizou-se a abordagem de Análise Exploratória de Dados utilizando a linguagem Python e as bibliotecas de manipulação de dados (Pandas) e conexão com banco de dados (SQLAlchemy/Psycopg2).

A estratégia utilizada foi estruturada em três principais etapas de verificação, fundamentado nos conceitos de integridade de Banco de Dados e nas regras da lei 4.320/64:

1. **Integridade Estrutural e Referencial:** Verificação dos vínculos entre as tabelas.
2. **Integridade Semântica Financeira:** Verificação das regras de negócio orçamentais, assegurando que haja consistência em relação aos tetos estabelecidos e etapas (Contrato > Empenho > Liquidação > Pagamento).
3. **Integridade Semântica Temporal:** Validação das datas dos eventos, garantindo que não existam registros com datas inválidas.

3. Resultados

Segue abaixo as hipóteses levantadas para cada etapa de verificação, as consultas realizadas e os insights obtidos.

3.1. Análise de Integridade Estrutural

Nesta etapa, o objetivo foi encontrar entidades que não estão associadas de maneira correta, seja por falta de verificação no sistema ou motivos externos.

Hipótese 1: Existem pagamentos ou liquidações sem vínculo com empenho?

- **Regra:** Toda liquidação feita e todo pagamento realizado devem ter um empenho associado.
- **Consulta:**

```
SELECT * FROM pagamento WHERE pagamento.id_empenho IS NULL
SELECT * FROM liquidacao_nota_fiscal WHERE
liquidacao_nota_fiscal.id_empenho IS NULL
```

- **Resultado:**

Quantidade de pagamentos sem empenhos é de 0

id_empenho	id_pagamento	datapagamento	empenho	valor
------------	--------------	---------------	---------	-------

Quantidade de liquidações sem empenhos é de 0

id_liquidacao	empenho	notafiscal	chave_danfe	data_emissao	valor	id_empenho
---------------	---------	------------	-------------	--------------	-------	------------

Hipótese 2: Existem empenhos sem vínculo com contrato?

- **Regra:** Grande parte dos empenhos devem ter vínculo com contrato (a menos que seja um despesa direta)
- **Consulta:**

```
SELECT * FROM empenho WHERE empenho.id_contrato IS NULL
```

- **Resultado:**

Número de empenhos que não possuem contratos associados: 0

id_empenho	ano	data_empenho	cpfcnpjcredor	credor	valor	id_entidade	id_contrato
------------	-----	--------------	---------------	--------	-------	-------------	-------------

Hipótese 3: Existem contratos sem entidades ou fornecedores associados?

- **Regra:** Um contrato precisa de uma entidade e um fornecedor.
- **Consulta:**

```
SELECT * FROM contrato WHERE contrato.id_entidade IS NULL
SELECT * FROM contrato WHERE contrato.id_fornecedor IS NULL
```

- **Resultado:**

Número de contratos que não possuem entidades associadas:0

id_contrato	valor	data	objeto	id_entidade	id_fornecedor
-------------	-------	------	--------	-------------	---------------

Número de contratos que não possuem fornecedores associados: 0

id_contrato	valor	data	objeto	id_entidade	id_fornecedor
-------------	-------	------	--------	-------------	---------------

3.2. Análise de Consistência Financeira

Nesta etapa, o objetivo foi encontrar registros que possuam inconsistência financeira que viole alguma regra de negócio.

Hipótese 4: Existe algum registro no qual o valor do empenho seja superior ao valor do contrato?

- **Regra:** Um empenho não deve ter um valor superior ao seu contrato, pois o empenho representa a reserva orçamentária para cobrir uma despesa contratada
- **Consulta:**

```
SELECT
    e.id_empenho,
    e.credor,
    e.valor as valor_empenho,
    e.data_empenho,

    c.id_contrato,
    c.valor as valor_contrato,
    c.data as data_contrato

FROM contrato c INNER JOIN empenho e ON c.id_contrato = e.id_contrato

result = pd.read_sql(query_reg4, engine)

empenho_superior =
result[result['valor_empenho']>result['valor_contrato']]
empenho_superior['diferenca'] = empenho_superior['valor_empenho'] -
result['valor_contrato']
```

- **Resultado:**

O número de empenhos com valores maiores do que o do contrato é de: 150

	id_empenho	credor	valor_empenho	data_empenho	id_contrato	valor_contrato	data_contrato	diferenca
359	EMP-11	Saude Vida Distribuidora	82476.26	2024-01-14	1013	49985.61	2024-01-02	32490.65
480	EMP-224	TechServer Solucoes	82166.98	2024-01-08	1139	49798.17	2024-01-11	32368.81
388	EMP-140	Transportes Rapido	81629.94	2024-01-12	1046	49472.69	2024-01-10	32157.25
371	EMP-122	LimpMax Servicos	80642.35	2024-01-15	1026	48874.15	2024-01-06	31768.20
487	EMP-231	Merenda Boa Alimentos	80564.57	2024-01-07	1147	48827.01	2024-01-07	31737.56
...
463	EMP-215	Eventos & Promo	3948.37	2024-01-07	1129	2392.95	2024-01-02	1555.42
445	EMP-199	ConstruRio Engenharia	3266.16	2024-01-12	1110	1979.49	2024-01-01	1286.67
481	EMP-225	ConstruRio Engenharia	2519.62	2024-01-08	1140	1527.04	2024-01-11	992.58
442	EMP-196	Saude Vida Distribuidora	2502.92	2024-01-13	1107	1516.92	2024-01-10	986.00
353	EMP-104	TI Inovacao	2084.35	2024-01-15	1007	1263.24	2024-01-07	821.11

Hipótese 5: Existe algum registro no qual o valor liquidado é maior que o valor do empenho?

- **Regra:** O valor liquidado deve ser menor ou igual ao valor que foi empenhado.
- **Consulta:**

```
SELECT
    e.id_empenho,
    e.valor as valor_empenho,
    e.credor,
    e.data_empenho,
    l.id_liquidacao_empenhonotafiscal,
    l.valor as valor_liquidado,
    l.data_emissao

FROM empenho e INNER JOIN liquidacao_nota_fiscal l ON e.id_empenho =
l.id_empenho
resultliq5 = pd.read_sql(query_liq5, engine)

liq_superior =
resultliq5[resultliq5['valor_liquidado']>resultliq5['valor_empenho']]

liq_superior['diferenca'] = liq_superior['valor_liquidado'] -
resultliq5['valor_empenho']
```

- **Resultado:**

O número de registros que possuem valor liquidado maior que valor empenhado é de: 211

	id_empenho	valor_empenho	credor	data_empenho	id_liquidacao_empenhonotafiscal	valor_liquidado	data_emissao	diferenca
395	EMP-430	1024.70	Obras Viarias RJ	2024-01-06	5430	45603.04	2024-01-14	44578.34
255	EMP-277	2261.26	Papelaria Central	2024-01-12	5277	46520.70	2024-01-27	44259.44
264	EMP-286	6451.56	ConstruRio Engenharia	2024-01-05	5286	49633.66	2024-01-11	43182.10
449	EMP-492	6657.12	LimpMax Servicos	2024-01-03	5492	49394.11	2024-01-11	42736.99
391	EMP-426	6557.90	Consultoria Estrategica	2024-01-08	5426	49232.11	2024-01-24	42674.21
...
87	EMP-93	25340.64	TI Inovacao	2024-01-18	5093	25764.12	2024-01-30	423.48
17	EMP-19	17109.77	Eventos & Promo	2024-01-05	5019	17427.94	2024-01-20	318.17
221	EMP-240	49051.89	Merenda Boa Alimentos	2024-01-04	5240	49220.70	2024-01-16	168.81
156	EMP-168	8884.69	Saude Vida Distribuidora	2024-01-13	5168	8928.78	2024-01-21	44.09
81	EMP-87	24317.94	Obras Viarias RJ	2024-01-20	5087	24351.85	2024-02-08	33.91

3.3. Análise de Consistência Temporal

Nesta etapa, o objetivo foi encontrar inconsistências relacionadas às datas. Como o fluxo ocorre de acordo com as etapas de empenho > liquidação > pagamento, então não algumas verificações temporais devem ser feitas. Por exemplo, não é possível realizar um pagamento antes da liquidação, ou uma liquidação ocorrer antes do empenho ser emitido.

Hipótese 6: Existem pagamentos feitos antes da liquidação ocorrer?

- **Regra:** De acordo com o fluxo, uma liquidação deve ocorrer antes de um pagamento.
- **Consulta:**

```
SELECT
    p.id_pagamento,
    l.data_emissao as data_liquidacao,
    p.datapagamentoempenho as data_pagamento,
    e.credor,
    (l.data_emissao - p.datapagamentoempenho) as dias_antecipados
FROM pagamento p INNER JOIN empenho e ON p.id_empenho = e.id_empenho
INNER JOIN liquidacao_nota_fiscal l ON l.id_empenho = e.id_empenho
WHERE p.datapagamentoempenho < l.data_emissao
```

- **Resultado:**

Número de registros que possuem a data de pagamento anterior a data de liquidação: 41

	id_pagamento	data_liquidacao	data_pagamento	credor	dias_antecipados
16	PGT-46	2024-02-08	2024-01-14	Papelaria Central	25
25	PGT-76	2024-02-04	2024-01-10	Consultoria Estrategica	25
19	PGT-484	2024-01-31	2024-01-06	Saude Vida Distribuidora	25
14	PGT-450	2024-02-01	2024-01-07	Merenda Boa Alimentos	25
36	PGT-202	2024-02-04	2024-01-10	Merenda Boa Alimentos	25
28	PGT-10	2024-02-01	2024-01-08	ConstruRio Engenharia	24
27	PGT-83	2024-02-08	2024-01-15	LimpMax Servicos	24
13	PGT-446	2024-01-25	2024-01-02	Transportes Rapido	23
0	PGT-244	2024-01-26	2024-01-03	TI Inovacao	23
24	PGT-74	2024-01-22	2023-12-31	Saude Vida Distribuidora	22
38	PGT-215	2024-01-24	2024-01-02	Eventos & Promo	22
26	PGT-82	2024-01-29	2024-01-07	Eventos & Promo	22
7	PGT-354	2024-01-29	2024-01-07	TI Inovacao	22
5	PGT-348	2024-01-28	2024-01-06	Saude Vida Distribuidora	22
1	PGT-25	2024-01-26	2024-01-05	ConstruRio Engenharia	21

Hipótese 7: Existem registros onde a data de liquidação foi feita antes da data de empenho?

- **Regra:** Não devem existir registros onde a liquidação ocorra antes do empenho.
- **Consulta:**

```
SELECT
    e.id_empenho,
    e.data_empenho,
    l.data_emissao as emissao_liquidacao,
    (e.data_empenho - l.data_emissao) as dias_antecipados
FROM empenho e INNER JOIN liquidacao_nota_fiscal l ON l.id_empenho =
e.id_empenho
WHERE l.data_emissao < e.data_empenho
```

- **Resultado:**

Número de registros onde as liquidações ocorreram antes do empenho: 0

id_empenho	data_empenho	emissao_liquidacao	dias_antecipados
------------	--------------	--------------------	------------------

4. Visualização de Dados

Após a verificação de inconsistências via SQL, os dados foram processados no Power BI para investigação de padrões temporais e de recorrência. A visualização gráfica permitiu obter maiores informações acerca das inconsistências.

4.1. Inconsistências Financeiras

A inconsistência financeira ocorreu em duas situações diferentes: A primeira foi devido a existência de registros com valores de empenhos superiores ao contrato, e a segunda ocorreu por conta de registros com valores liquidados superiores ao empenho. Os gráficos abaixo mostram algumas informações importantes em relação as diferenças entre o empenho e o contrato:

Média de valor_contrato, Média de valor_empenho e Média de diferença por credor

● Média de valor_contrato ● Média de valor_empenho ● Média de diferença

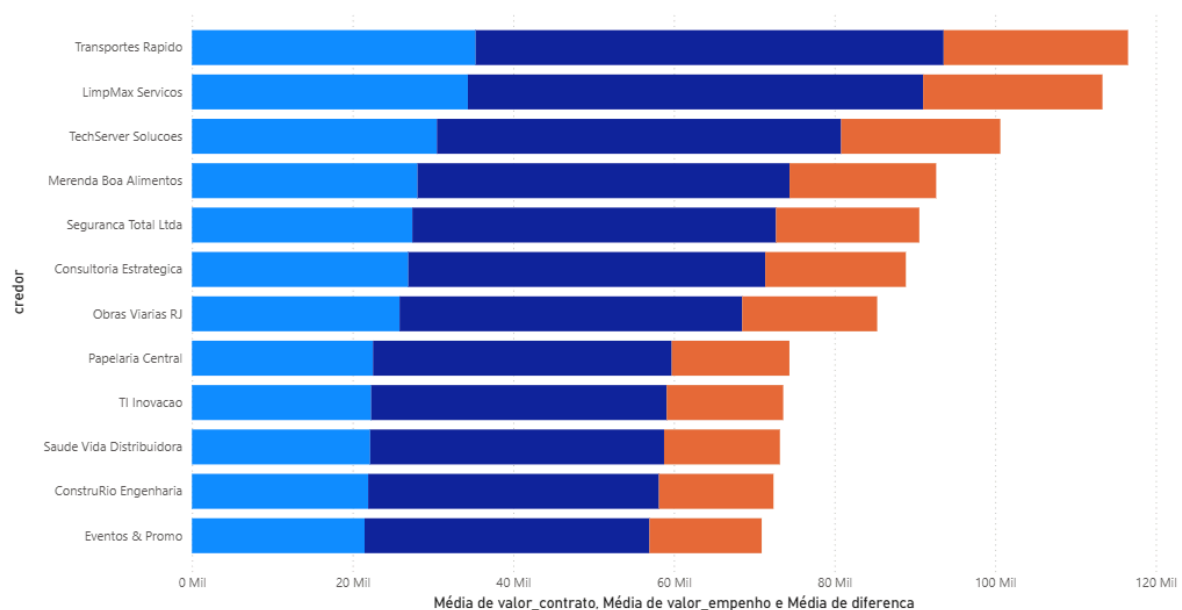


Gráfico 1. Média de valores empenhados x valores contratados

O gráfico 1 mostra o valor médio do contrato, do empenho e a diferença entre eles. Pode-se perceber que não se trata de um favorecimento individual, e sim de diferenças sistemáticas. Para uma melhor noção da diferença entre o valor do contrato e o valor do empenho, criou-se uma tabela apenas com as diferenças.

Média de diferença por credor

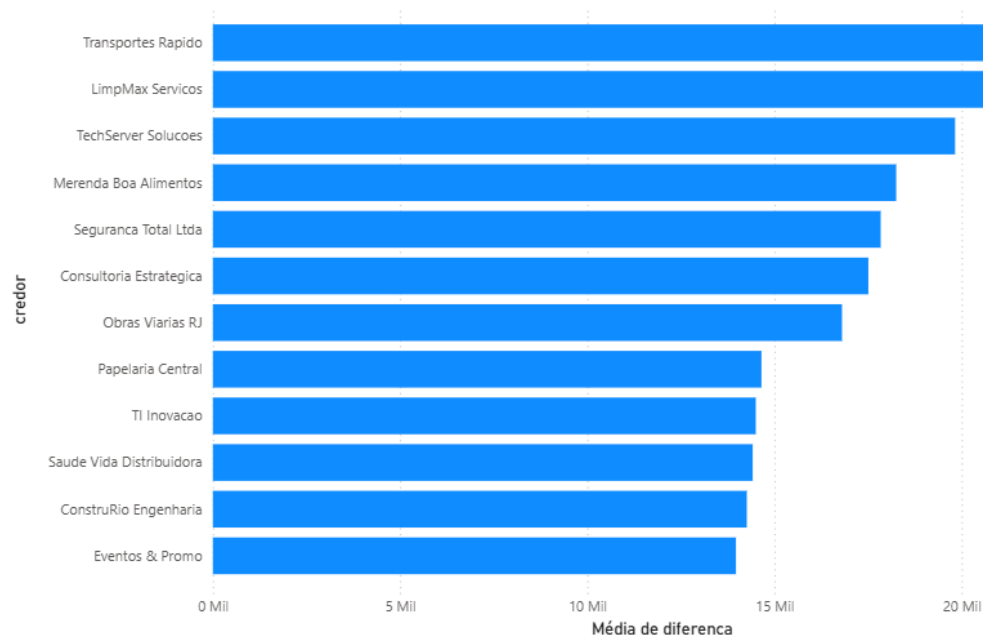


Gráfico 2. Média da diferença entre valor empenhado e valor contratado

O gráfico 2 mostra a quantidade em média de reais que estão sendo indevidamente empenhados. Em casos de empenhos indevidos é necessário uma anulação do empenho, ou uma auditoria para verificar a inconsistência e conforme for realizar a anulação do empenho.

Média de diferença por credor e Dia

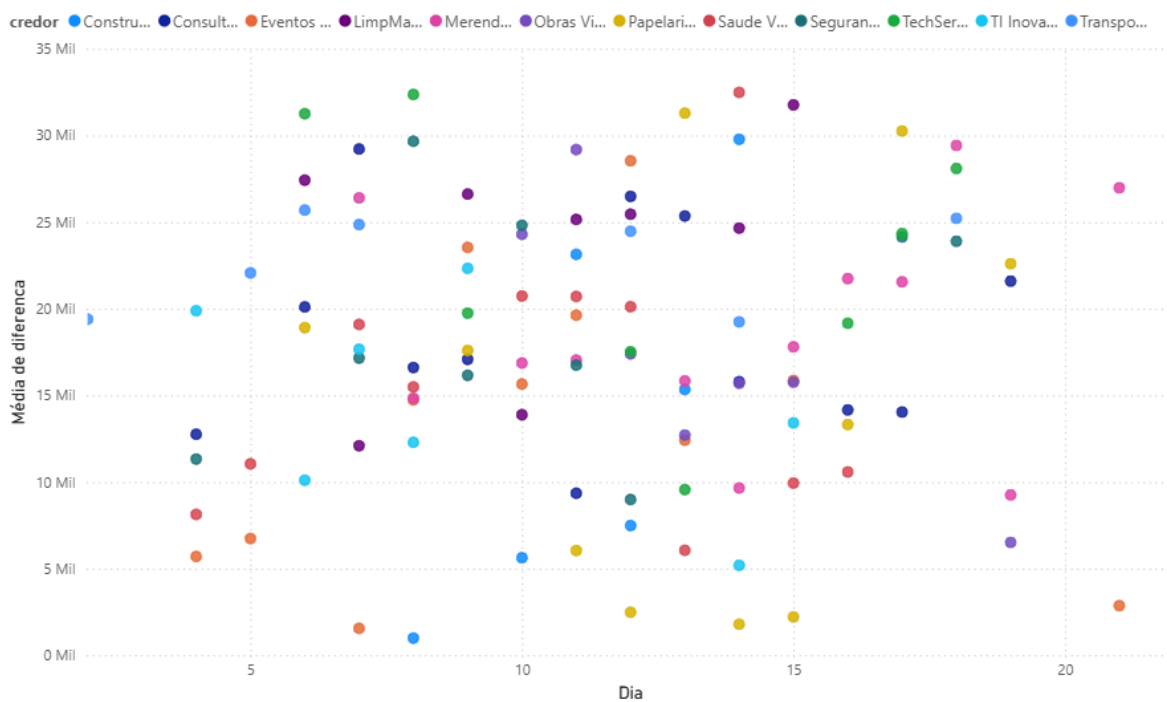


Gráfico 3. Média da diferença por dia (em relação ao recebimento do empenho)

O gráfico 3 nos dá uma dimensão dos dias em que o empenho foi realizado e a média da diferença. A partir do gráfico podemos perceber que os empenhos irregulares estão presentes por todo mês, porém a maior parte ocorre entre o dia 5 e o dia 20.

Outra irregularidade ocorreu em registros que apresentaram um pagamento maior que o valor liquidado. Os gráficos abaixo mostram o comportamento das irregularidades.

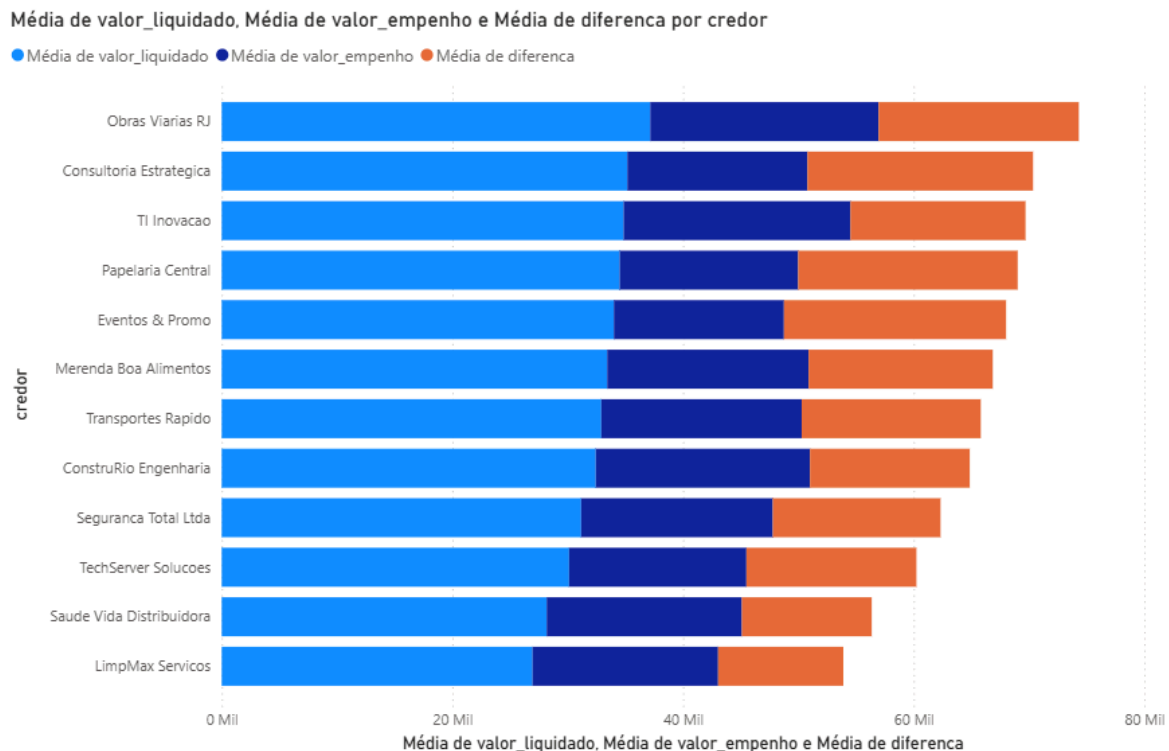


Gráfico 4. Média da diferença entre valores liquidados e valores empenhados

O gráfico 4 mostra a média dos valores liquidados e do quanto foi empenhado, bem como a diferença entre eles. Nota-se que diversos credores possuem registros no qual o valor liquidado é maior que o empenho, o que quebra uma importante regra de negócio. Assim como no caso anterior, aqui tem-se também um certo padrão de irregularidades, mostrando que não há preferência para um credor em específico.

Média de diferença por credor

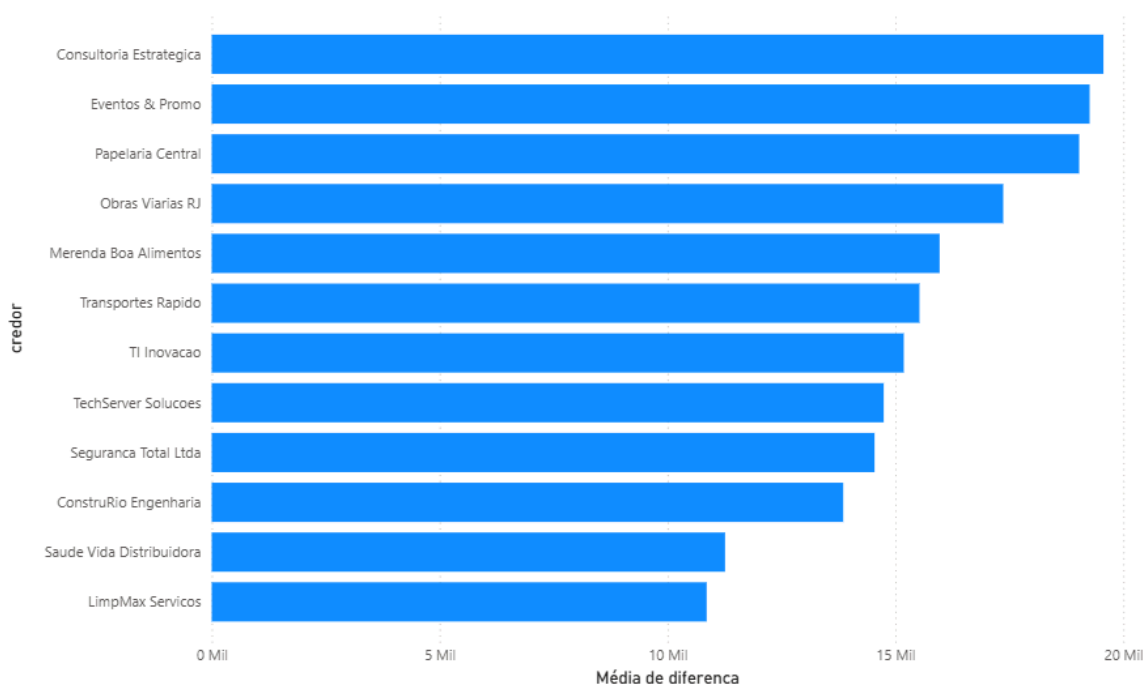


Gráfico 5. Média da diferença por credor

O gráfico 5 mostra a média de valores irregulares por credor. Neste caso é necessário verificar a irregularidade e conforme for, bloquear a liquidação. Caso o valor liquidado exceda o valor do empenho, pode ser necessário solicitar um aumento do empenho,

podendo também causar o cancelamento da liquidação com valor indevido.

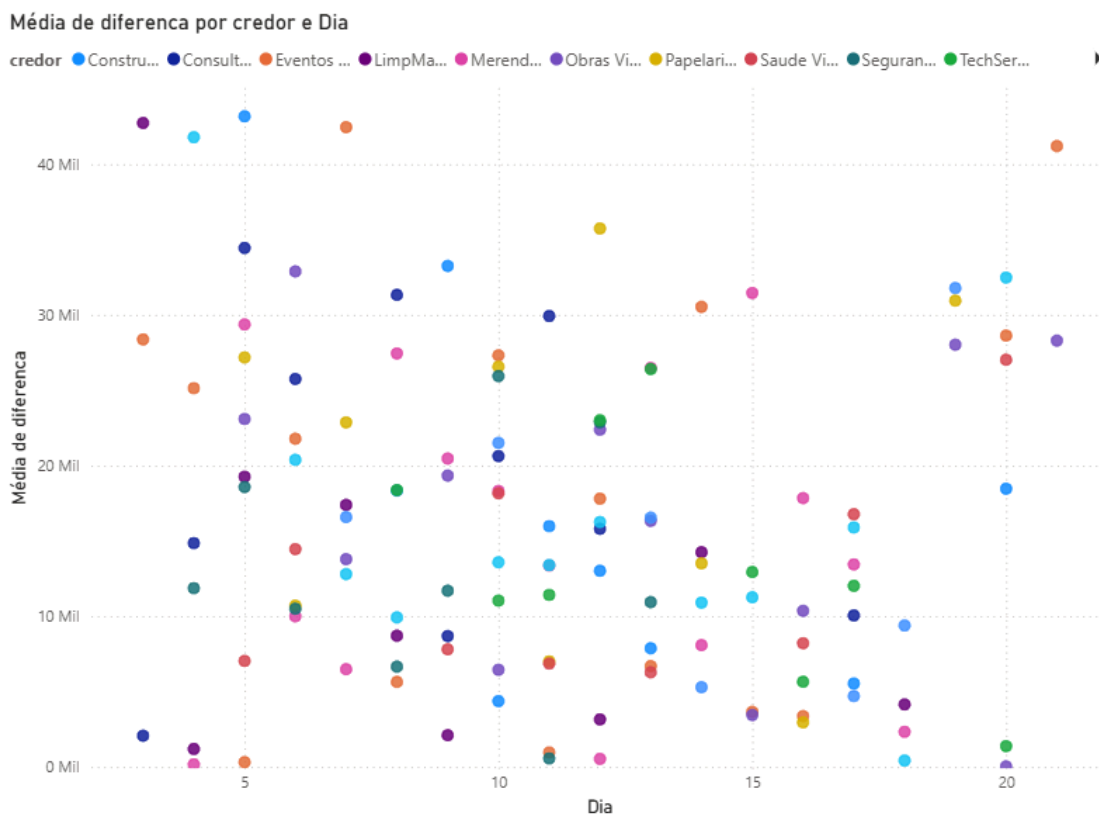


Gráfico 6. Média da diferença por dia (em relação ao valor de empenho)

O gráfico 6 exibe o comportamento das irregularidades durante os dias do mês de janeiro. É possível notar que a maior concentração de inconstâncias ocorreram entre o dia 5 e o dia 20, como no caso anterior. Isso mostra a necessidade de verificar possíveis fraudes, falhas de controle interno e falhas na gestão orçamentária.

4.2. Inconsistências Temporais

Uma outra situação ocorre quando temos datas inconsistentes, como quando o fluxo por algum motivo é quebrado. A partir das consultas SQL encontraram-se registros onde o pagamento foi realizado antes da liquidação da despesa. Foram encontrados 41 registros que violam a ordem cronológica. O gráfico 7 mostra a média de dias nos quais os pagamentos foram antecipados.

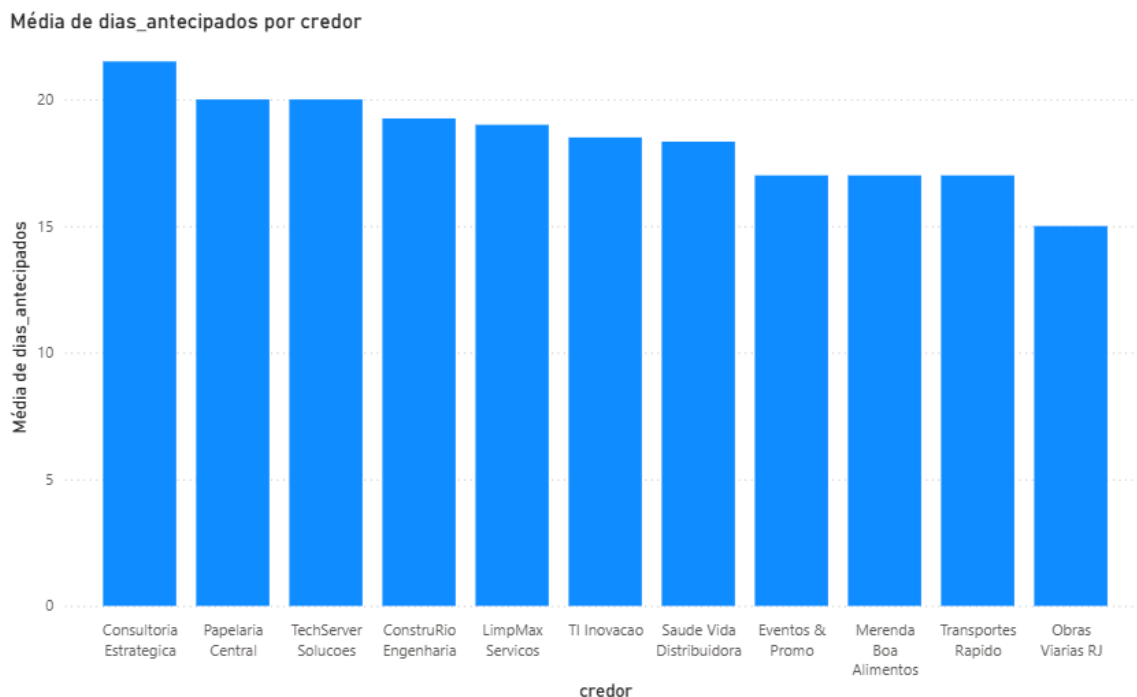


Gráfico 7. Média de dias antecipados por credor

Nota-se que a distribuição de dias antecipados segue um certo padrão, evidenciando como nos outros casos, que não é apenas um credor com irregularidades.

5. Considerações Finais e Insights

A auditoria de dados foi realizada com base no fluxo de execução da despesa pública, utilizando as técnicas de Análise Exploratória de Dados, permitindo identificar vulnerabilidades críticas na integridade do sistema de banco de dados. Essas vulnerabilidades tornam a gestão orçamentária ineficiente e passível de fraudes. O diagnóstico aponta para os principais problemas:

- **Violação da cronologia legal:** A partir dos dados, identificou-se uma prática recorrente de pagamentos realizados antes da liquidação da despesa.
- **Despesas indevidas:** Identificou-se alguns registros que possuíam liquidações com valores superiores ao empenho e valores de empenho superiores ao teto contratual.

Com base nessas informações, torna-se necessário traçar um plano eminente de contenção, e outro a longo prazo.

5.1. Implementação de travas lógicas

Um plano de contenção para evitar irregularidades seria a implementação de travas lógicas na aplicação ou no banco de dados. Podem ser feitas travas para tornar o fluxo de execução da despesa obrigatória, impedindo por exemplo, uma liquidação ser feita antes do empenho ser emitido. Além disso, pode-se adicionar travas para impedir que valores de empenho sejam superiores ao teto contratual, fazendo com que a entidade solicite um

aumento de empenho ou tenha o empenho cancelado. O mesmo pode ser feito em situações onde valores liquidados são superiores aos valores de empenho.

5.2. Auditoria financeira

Além disso, é necessário um plano a longo prazo que investigue os credores que mais são beneficiados com essas irregularidades. Alguns pontos que podem ser levantados são:

- Quais os credores que mais possuem irregularidades?
- Como é a frequência de pagamentos realizados para esses credores?
- Há alguma relação entre os sócios dessas empresas e os servidores?

A partir das ações acima pode-se garantir uma maior eficiência do sistema e uma maior confiabilidade em relação aos dados.

6. Referências

1 - BRASIL. Controladoria-Geral da União (CGU). Portal da Transparência. Execução da despesa pública. Disponível em: <https://portal.datransparencia.gov.br/entenda-a-gestao-publica/execucao-despesa-publica>. Acesso em: 30 jan. 2026.

2 - BRASIL. Controladoria-Geral da União. **Caminho da Despesa Pública**. 2016. Vídeo (3 min). Publicado pelo canal Portal da Transparência. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZcqgaEjJ7Aw>. Acesso em: 30 jan. 2026.

3 - SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Fazenda. Coordenadoria da Administração Financeira. **Despesa Orçamentária: conceitos, codificação e classificação**. São Paulo: Contadoria Geral do Estado, . Disponível em: https://www.fazenda.sp.gov.br/SigeoLei131/Paginas/ArquivosLC/LC_131_Despesas.pdf. Acesso em: 03 fev. 2026.