

O PONTO CRÍTICO DE DESEQUILÍBRIO CONTRATUAL: UMA ANÁLISE À LUZ DA TEORIA DAS CATÁSTROFES, DE RENÉ THOM.

Trabalho de Avaliação

EDSON GARCIA BERNARDES
VALÉRIA DAS GRAÇAS VASCONCELOS
EUSTAQUIO COSTA SOARES

João Pessoa – PB
2025

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



O PONTO CRÍTICO DE DESEQUILÍBRIO CONTRATUAL: UMA ANÁLISE À LUZ DA TEORIA DAS CATÁSTROFES, DE RENÉ THOM.

RESUMO

A crescente incidência de paralisações em obras públicas revela a fragilidade dos contratos administrativos diante da ausência de mecanismos preventivos e da inércia frente a onerosidades excessivas. Este artigo propõe uma analogia técnico-científica entre a ruptura do equilíbrio econômico-financeiro em contratos de obras e a Teoria das Catástrofes, de René Thom, demonstrando como pequenos desvios acumulados ao longo da execução contratual podem levar a um ponto crítico de colapso, quando o contrato se torna insustentável para a contratada. Ao integrar fundamentos da matemática aplicada com princípios de direito administrativo e engenharia de custos, o estudo contribui para uma leitura multidisciplinar e objetiva sobre a identificação do momento exato de ruptura contratual.

Palavras-chave: *Equilíbrio econômico-financeiro, Teoria das Catástrofes, Contratos de obras públicas, Ruptura Contratual, Paralisação de obras.*

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



1. INTRODUÇÃO

No âmbito da contratação pública de obras de engenharia, a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro é princípio constitucional e legal (art. 37, XXI da Constituição Federal e art. 92 da Lei Nº 14.133/2021). Todavia, a prática demonstra que muitas empresas não apenas falham na previsão dos riscos contratuais, como também não identificam com precisão o ponto exato em que a execução da obra deixa de ser economicamente viável.

Este estudo parte da hipótese de que o desequilíbrio contratual não ocorre de forma linear, mas sim abrupta, após a acumulação silenciosa de fatores adversos. Para explicar esse fenômeno, recorre-se à Teoria das Catástrofes, de René Thom, amplamente utilizada para modelar mudanças súbitas de estado em sistemas aparentemente estáveis.

2. PROBLEMA

O **problema central** abordado consiste em:

A dificuldade em identificar com precisão o momento exato em que um contrato de obras públicas se torna economicamente inviável, devido ao acúmulo de onerosidades excessivas não previstas inicialmente, levando à ruptura do equilíbrio econômico-financeiro sem que a Administração ou a Contratada percebam esse ponto crítico de forma objetiva.

Apesar de o reequilíbrio econômico-financeiro estar previsto na legislação como direito da contratada, **não há, na prática, um critério claro e objetivo adotado pelas partes contratantes para identificar o ponto em que o contrato deixa de ser exequível sem recomposição.** Essa ausência de metodologia clara favorece paralisações, judicializações e comprometimento da entrega da obra pública.

3. OBJETIVO

3.1. OBJETIVO CENTRAL

Propor uma analogia técnico-científica entre a Teoria das Catástrofes de René Thom e o comportamento dos contratos de obras públicas diante de pressões acumuladas, com a finalidade de identificar de forma objetiva e visual o momento exato em que ocorre a ruptura do equilíbrio econômico-financeiro contratual.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **Demonstrar que o desequilíbrio econômico-financeiro contratual pode ocorrer de forma abrupta e não linear**, mesmo quando as variações acumuladas pareçam inicialmente toleráveis.
- **Introduzir a Teoria das Catástrofes como ferramenta interpretativa**, aplicável à engenharia de custos e à gestão contratual, especialmente para ilustrar o colapso de contratos mal geridos.
- **Ressaltar a importância prévia e contínua do fluxo de caixa** como mecanismo de antecipação de riscos e diagnósticos da viabilidade econômica da execução contratual.
- **Propor uma abordagem multidisciplinar**, unindo conceitos de matemática aplicada, direito administrativo e engenharia de custos, para aprimorar a gestão de contratos públicos.
- **Oferecer aos gestores públicos e contratados um modelo conceitual que permita a identificação antecipada da necessidade de reequilíbrio econômico-financeiro**, evitando paralisações e judicialização.

Este artigo posiciona-se como uma **contribuição metodológica** e interpretativa para a doutrina e a prática da gestão contratual de obras públicas, ao oferecer uma nova forma de compreender o colapso contratual e os impactos de sua não antecipação.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1. Quem foi René Thom

René Thom, matemático francês e ganhador da Medalha Fields, desenvolveu a Teoria das Catástrofes, que trata de sistemas estáveis que, ao sofrerem pequenas variações em determinados parâmetros, entraram subitamente em colapso ou mudaram de estado de forma abrupta. A teoria é amplamente utilizada para explicar fenômenos como deslizamentos de terra, colapsos estruturais, e até mesmo crises financeiras ou comportamentais.

4.2. A Teoria das Catástrofes: Bases e Fundamentos

Desenvolvida por René Thom (1972) a Teoria das Catástrofes trata da análise de sistemas dinâmicos nos quais pequenas variações em variáveis de controle provocam mudanças bruscas e irreversíveis no estado do sistema. Thom categorizou sete formas elementares de catástrofes, entre elas a “catástrofe de dobra”, em que uma superfície estável colapsa ao ultrapassar um limiar crítico.

Essa teoria encontra aplicação em diversas áreas, como física, biologia, economia e ciências sociais, e parte do princípio de que há um ponto de inflexão em

que a estrutura interna do sistema não mais suporta as tensões acumuladas, entrando em colapso estrutural.

4.3. O contrato administrativo como sistema dinâmico

O contrato público de obras pode ser compreendido como um sistema dinâmico por variáveis de controle (fluxo de caixa, cronograma, preços, riscos) e variáveis de estado (capacidade de execução, solvência, produtividade). Ao longo do tempo, alterações como atrasos de pagamento, prorrogações imotivadas, mudanças unilaterais e ausência de reajustes pressionam o sistema contratual.

Inicialmente, essas pressões são absorvidas pela empresa, que dispõe de capital de giro, reservas técnicas ou renegociações com fornecedores. Contudo, à medida que os desvios se acumulam, o sistema se aproxima do limiar de ruptura – o ponto crítico em que o contrato entra em colapso econômico.

No contexto de contratos públicos, o equilíbrio econômico-financeiro representa um estado de estabilidade. À medida que fatores adversos como atrasos de pagamentos, mudanças de escopo, prorrogações não remuneradas e inadimplementos parciais se acumulam, o contrato continua formalmente “vivo”, mas seu equilíbrio vai se deteriorando silenciosamente.

Contudo, assim como na Teoria das Catástrofes, há um ponto crítico – o ponto de bifurcação – em que o sistema não mais suporta variações adicionais e se rompe abruptamente. Esse ponto é o marco objetivo de desequilíbrio, muitas vezes detectável com base no fluxo de caixa acumulado negativo, conforme será destacado posteriormente.

O gráfico a seguir faz uma analogia entre a Teoria das Catástrofes e o rompimento econômico-financeiro contratual.

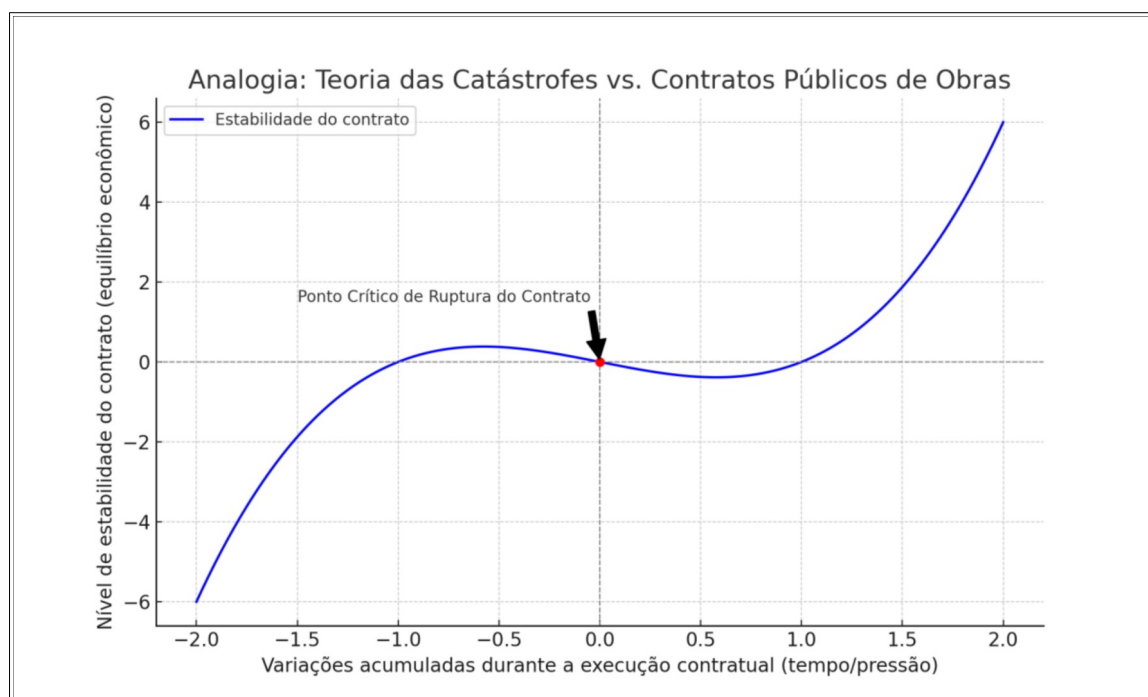


Figura 1 – Analogia entre a Teoria da Catástrofes e o rompimento do equilíbrio econômico-financeiro em contratos públicos de obras.

O gráfico apresentado ilustra a analogia entre a Teoria das catástrofes de René Thom e o comportamento de contratos administrativos de obras públicas quando submetidos a pressões crescentes que comprometem sua estabilidade econômica-financeira.

A curva azul representa o estado de equilíbrio do contrato ao longo de sua execução. À medida que ocorrem variações cumulativas – como atrasos de pagamento, aditivos desequilibrados, prorrogações e reprogramações – a estabilidade contratual é afetada. Inicialmente, o contratado pode absorver esses impactos com o capital de giro e gestão técnica, mas ao se aproximar de um ponto crítico (marcado em vermelho), o sistema entra em colapso.

Este ponto representa a ruptura objetiva do equilíbrio econômico-financeiro, momento em que o contrato se torna insustentável para o contratado, mesmo sem inadimplemento formal declarado. Essa situação é análoga à “catástrofe de dobra” descrita por René Thom, em que uma estrutura aparentemente estável se rompe abruptamente ao ultrapassar um limiar invisível.

A interpretação desse gráfico fornece aos profissionais de engenharia, direito e

administração pública uma ferramenta visual para compreender a importância da análise prévia de fluxo de caixa e da gestão eficiente de riscos. A antecipação e a recomposição tempestiva do equilíbrio são medidas essenciais para evitar esse ponto de catástrofe contratual.

4.3.1. Interpretação detalhada do gráfico

a. Curva Azul: Estabilidade do Contrato

A curva azul representa o estado de estabilidade de um contrato público ao longo do tempo ou conformidade a pressão acumulada (por exemplo, atrasos de pagamento, aumento de custos, mudanças de escopo, prorrogações, etc.).

- **Trecho da esquerda:** o contrato começa em um estado de equilíbrio. O contratado consegue administrar os impactos iniciais (tensões ordinárias).
- **À medida que se aproxima do centro da curva ($x \rightarrow 0$):** pequenas variações acumuladas tornam o sistema instável.
- **Após cruzar o ponto crítico ($x = 0$):** qualquer pequena variação causa uma mudança brusca e irreversível, ou seja, rompe-se o equilíbrio econômico-financeiro do contrato.

b. Ponto Vermelho: Ponto Crítico de Ruptura

Este ponto é o equivalente ao que René Thom chama de ponto de bifurcação ou catástrofe de dobra. No contexto contratual, ele simboliza o momento exato em que o contrato se torna insustentável para empresa, mesmo que formalmente ainda esteja vigente.

Exemplo:

Uma obra originalmente prevista para 6 (seis) meses é prorrogada para 18 (dezoito) meses por falha da Administração. Durante a execução, há atrasos nos pagamentos e ausências de reajustes. Inicialmente, a empresa suporta os impactos, mas em determinado momento, seu fluxo de caixa entra em colapso – esse é o ponto de ruptura.

c. Eixos do Gráfico

- **Eixo X:** “Variações acumuladas durante a execução contratual”
Representa o tempo ou o acúmulo de fatores adversos (alterações unilaterais, atrasos, inadimplementos, aditivos desequilibrados).
- **Eixo Y:** “Nível de estabilidade do contrato”
Representa o estado econômico-financeiro do contrato, ou seja, sua capacidade de ser executado dentro da equação originalmente pactuada.

d. Relação com a Teoria de René Thom

A Teoria das Catástrofes descreve como sistemas que aparecem estáveis sofrem transições abruptas após mudanças graduais em variáveis de controle. Na engenharia contratual, essa ruptura corresponde ao desequilíbrio contratual objetivo, que pode ser tecnicamente demonstrado por:

- Fluxo de caixa acumulado negativo;
- Queda de produtividade física sem causa atribuível ao contrato;
- Rompimento da previsibilidade financeira original.

e. Implicações Práticas

Este modelo ajuda gestores públicos, engenheiros e juristas a compreender que:

- Nem toda deterioração contratual é imediata;
- O contrato pode parecer viável até cruzar um ponto de inflexão invisível;
- O reequilíbrio não deve ser tratado como ato discricionário, mas como necessidade objetiva a fim de evitar paralisações.

f. Por que foi usada uma sequência com valores negativos e positivos para o eixo x?

A função $y = x^3 - x$ é um exemplo clássico de **função cúbica com ponto de inflexão**, muito utilizada na Teoria das Catástrofes de René Thom para ilustrar mudanças súbitas de estado. Essa função tem a característica de **ser simétrica em relação ao ponto de inflexão** ($x = 0$), e seu domínio natural são todos os números reais (positivos e negativos).

Objetivo da escolha:

- **Permitir a representação completa da curva de estabilidade**, com o “vale” e “picos”, como acontece em sistemas que colapsam;
- **Refletir a ideia de pressões acumuladas** (variáveis de controle), que podem ser tanto **negativas** (fatores compensatórios ou de equilíbrio) quanto **positivas** (fatores disruptivos ou causadores de desequilíbrio).

g. Por que foi considerado o lado esquerdo (valores negativos de X) como a zona de estabilidade contratual?

Essa escolha é semântica e interpretativa, e não matemática – foi feita por razões didáticas e simbólicas. Explico:

Região do gráfico	Interpretação contratual
Lado esquerdo ($x < 0$)	Fase inicial do contrato, com equilíbrio razoável, absorção de impactos e estabilidade financeira.
Próximo de $x = 0$	Acúmulo de tensões: prorrogações, atrasos, inadimplementos e descasamento do fluxo de caixa começam a pressionar a estrutura.
Lado Direito ($x > 0$)	Após o ponto crítico: colapso da equação econômico-financeira; o contrato torna-se inviável sem recomposição.

Tabela 1 – Tabela explicativa, regiões do gráfico, elaborada pelo autor

Justificativa:

- Em contratos administrativos, o início da execução é normalmente o período estável: há planejamento, fluxo de caixa previsível e equipe mobilizada.
- Ao longo do tempo, ocorrem interferências (muitas vezes da própria Administração), que geram impactos acumulados. A curva representa essa trajetória até o ponto de ruptura.

Essa analogia é coerente com os modelos adotados em engenharia de sistemas dinâmicos, onde o tempo ou a pressão acumulada (eixo X) evolui do “estado inicial” ($x < 0$) até o “estado crítico” ($X = 0$) e o “estado de ruptura” ($x > 0$).

Poderíamos, sim, inverter a representação: considerar os valores positivos de X como o início do contrato e os negativos como o colapso. Porém, isso tornaria o gráfico menos intuitivo, porque o colapso normalmente é representado à direita do ponto crítico nas modelagens inspiradas em René Thom, especialmente na chamada catástrofe de dobra (fold catástrophe), que é justamente a usada aqui.

4.4. O ponto de catástrofe contratual: identificação e evidências

Esse ponto de inflexão – ou “**catástrofe contratual**” – pode ser identificado tecnicamente pela análise do fluxo de caixa negativo acumulado e pela quebra da produtividade física do contrato. O exemplo prático abordado neste artigo evidencia um contrato originalmente previsto para seis meses, prorrogado para dezoito meses por culpa da Administração, com impactos cumulativos que tornaram a execução deficitária, mesmo sem inadimplemento formal. A análise será realizada pelo estudo do fluxo de caixa.

A ausência de recomposição tempestiva, aliada à postergação dos reajustes e à omissão frente ao pleito de reequilíbrio, provocou a ruptura objetiva do equilíbrio

econômico-financeiro contratual – tal qual a superfície de estabilidade que colapsa, conforme descrito por Thom.

4.5. Implicações jurídicas e técnicas da ruptura

Do ponto de vista jurídico, o desequilíbrio caracteriza-se não apenas pela variação nos custos, mas pela perda da **equação econômico-financeira originária**, ou seja, pactuada inicialmente na assinatura do contrato, configurando direito subjetivo à recomposição (art. 65, II, “d” da Lei nº 8.666/93 e 124 da lei nº 14.133/2021). Técnicos e gestores públicos devem ser capacitados para identificar esses marcos objetivos, sob pena de expor a Administração ao risco de paralisações, indenizações e perdas de credibilidade institucional.

5. ESTUDO DE CASO: RUPTURA DO EQUILÍBRIO ECONÔMICO-FINANCEIRO EM OBRA PÚBLICA POR ALONGAMENTO DE PRAZO

5.1. Contextualização do caso

Trata-se de uma obra pública contratada com prazo de execução de 6 (seis) meses. Por falhas da Administração e ausência de decisões tempestivas, dentre elas indefinição e mudanças de projetos, falta de definição de especificações e solicitação de adequações para atender o propósito da obra, a execução foi estendida para 18 (dezoito) meses. A contratada não deu causa à prorrogação. A prorrogação não foi acompanhada de recomposição contratual proporcional, tampouco houve atendimento a pleitos de reequilíbrio.

5.2. Principais fatores geradores de onerosidade excessiva

- i. **Prorrogação do prazo sem recomposição dos custos indiretos fixos** (mobilização, canteiro, supervisão) e **custos indiretos variáveis**.
- ii. **Ausência de reajustes contratuais dentro do período inicialmente previsto.**
- iii. **Má interpretação contratual por parte da Administração**, gerando sucessivos pedidos de esclarecimentos sem deliberação efetiva.

5.3. Impactos identificados

- O **fluxo de caixa acumulado** da empresa se tornou **negativo**.
- A contratada passou a operar com **prejuízo progressivo**, mesmo com a execução física da obra mantida.
- A execução somente foi concluída com **endividamento bancário e inadimplementos colaterais**.

5.4. Momento da ruptura objetiva do equilíbrio

- O ponto crítico, considerando a primeira metodologia citada anteriormente, ocorreu entre o 10º e 11º mês, considerando, porém, a segunda metodologia citada, ocorreu entre o 8º e 9º mês quando o custo marginal da continuidade da obra atingiu o retorno contratual previsto.
- A partir desse ponto, houve colapso da equação econômico-financeira, caracterizando a situação descrita pela Teoria das Catástrofes (ponto de inflexão)

5.5. Conexão com o modelo teórico

- O estudo de caso apresentado na sequência comprova a tese de que a ruptura contratual não é necessariamente visível no plano formal, mas detectável tecnicamente por meio de:
 - Análise de fluxo de caixa real x previsto;
 - Avaliação de impactos acumulados não remunerados;
 - Perda de produtividade física em decorrência da fadiga financeira.

A **análise do fluxo de caixa real versus o previsto** em contratos de obras públicas é uma ferramenta essencial de **gestão econômica e de risco**, que permite avaliar, ao longo da execução, se o contrato está **se comportando conforme as projeções originalmente pactuadas**, especialmente no tocante ao equilíbrio econômico-financeiro. Trata-se de **comparar**:

- **Fluxo de caixa previsto (teórico)** → baseado no cronograma-físico-financeiro estabelecido no contrato, com as datas estimadas de execução, medições e recebimentos;
- Com o **fluxo de caixa real (executado)** → que incorpora a realidade dos atrasos, glosas, aditivos não remunerados, e outras interferências administrativas.

Desta forma são elementos principais da comparação:

Elemento	Fluxo Previsto (Teórico)	Fluxo Real (Executado)
Cronograma de desembolso.	Conforme contrato e edital.	Impactos por descompasso de recebimentos. E alongamento do prazo contratual.

Despesas Previstas.	Baseado no orçamento e curva S planejada.	Sofrem variações por prorrogações, mudanças, etc.
Entradas financeiras.	Recebíveis programados por medição.	Pagamentos efetivos, que podem atrasar ou reduzir.
Capital de giro necessário.	Planejado para intervalos regulares.	Aumenta se houver atrasos, e exige financiamento.

Já os “Impactos acumulados e não remunerados” se referem ao conjunto de custos indiretos, atrasos, prorrogações, improdutividades e demais efeitos econômicos sofridos pela contratada **durante a execução do contrato**, que:

- **Não foram objeto de reequilíbrio econômico-financeiro tempestivo, e**
- **Acabaram sendo absorvidos pela contratada**, de forma onerosa e progressiva.

Podemos citar como exemplos práticos os seguintes:

- Prorrogação de prazo sem aditivo financeiro correspondente;
- Permanência de equipes e equipamentos mobilizados além do previsto sem remuneração adicional;
- Aumento dos custos com materiais ou mão de obra sem a devida aplicação de reajuste ou repactuação;
- Alterações de projeto que demandam retrabalho ou reprogramação do cronograma físico-financeiro.

Ou seja, são encargos efetivamente suportados pelo contrato que, embora justificados, **não foram compensados contratualmente**, acumulando-se como passivo financeiro ou contábil ao longo da execução.

No que diz respeito a “Fadiga financeira” é uma metáfora técnico-econômica que representa a **exaustão progressiva da capacidade financeira do contratado** ao longo do tempo, devido ao acúmulo de encargos não previstos, atrasos de pagamentos e falta de recomposição contratual.

Essa “fadiga” **não é um evento súbito, mas um processo degenerativo**, que consome:

- Capital de giro;
- Capacidade de crédito com fornecedores e bancos;
- reservas técnicas ou operacionais da empresa.

Podemos citar como exemplos práticos os seguintes:

- A empresa começa a atrasar salários;
- Deixa de pagar encargos sociais e tributos;
- Passa a depender de empréstimos com taxas elevadas;
- Reduz a qualidade técnica ou produtividade para economizar.

Em analogia com a engenharia estrutural, na mecânica dos materiais, a **fadiga** é a falha de um componente após esforço cíclico ou repetido, mesmo sem sobrecarga aparente. O mesmo acontece no contrato: **ele quebra não por grande impacto, mas por uma sequência de esforços não compensados.**

Passa-se agora ao modelo desenvolvido no estudo de caso em questão, porém, antes de entrar-se no modelo propriamente dito faz-se necessária a definição de alguns termos de profunda relevância no ambiente da gestão contratual de obras públicas, são eles:

- **Reajuste** refere-se à atualização dos valores contratuais com base em índices previamente definidos, vislumbrando a manutenção do poder de compra diante de variações inflacionárias.
- **Repactuação** é aplicável especialmente em contratos de prestação de serviços contínuos, para atualizar valores em decorrência da alteração dos custos dos insumos, notadamente mão de obra.
- **Revisão** é o processo de alteração das cláusulas e condições de um contrato administrativo, buscando restabelecer o equilíbrio econômico-financeiro original, seja por meio de reajustes, repactuações ou recomposição em situações de álea econômica extraordinária. Essa revisão pode ser motivada por fatos imprevisíveis ou previsíveis, mas de consequências incalculáveis, que impactem a execução do contrato.
- **Reequilíbrio econômico-financeiro** surge quando fatos imprevisíveis ou extraordinários alteram substancialmente as condições originais do contrato, demandando a recomposição da equação contratual para evitar onerosidade excessiva a uma das partes.

Ainda é importante destacar que:

- o atraso dos reajustes contratuais agrava significativamente a situação financeira das empresas contratadas;
- o desconhecimento dessas distinções (Reajuste, Repactuação, Revisão e reequilíbrio) pode levar a decisões equivocadas e à incapacidade de pleitear direitos previstos por lei;

- a incapacidade do gestor público em analisar um pleito legítimo pode levar a paralisação da obra e consequente judicialização do claim.
- é fundamental ressaltar que o despreparo da administração pública e, sobretudo, o receio de conceder pedidos legítimos de reequilíbrio econômico-financeiro figuram entre os principais entraves à continuidade das obras públicas.
- muitos administradores públicos, por falta de capacitação técnica ou por temor de responsabilidade futura, acabam postergando ou negando solicitações que atendem plenamente aos critérios legais e contratuais.
- esse comportamento, além de comprometer a viabilidade dos contratos, contribui para interrupção de importantes projetos de infraestrutura.
- o tratamento adequado e tempestivo dos mecanismos de reajuste e reequilíbrio, aliado à qualificação dos gestores públicos, revela-se indispensável para a sustentabilidade dos contratos e para efetiva entrega das obras públicas.

Dito isso, um ponto crítico que se deve destacar, é a diferença entre o **cronograma físico-financeiro previsto no edital**:

- Que detalha as etapas da obra; e
- Os respectivos desembolsos previstos pelo órgão público.

• Cronograma físico-financeiro									
ITEM	ATIVIDADE	PART.%	MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03	MÊS 04	MÊS 05	MÊS 06	TOTAL
01.	Serviços Preliminares	0,15%	100%						R\$ 4.815,20
02.	Instalação Provisória das Obras	0,43%	100%						R\$ 13.565,90
03.	Execução de Fundações, Cimentamento e Blocos	12,00%	100%						R\$ 374.524,36
04.	Execução de Pilares, Vigas e Lajes	16,99%	50%	50%					R\$ 530.334,20
05.	Execução de piso de concreto polido, nivelado a Laser	4,56%		40%	40%	20%			R\$ 142.457,25
06.	Alvenaria	4,58%		20%	50%	30%			R\$ 142.882,70
07.	Revestimentos	13,93%		20%	50%	30%			R\$ 434.818,99
08.	Pintura	5,98%				30%	40%	30%	R\$ 196.837,27
09.	Esquadria	9,38%				30%	40%	30%	R\$ 292.707,58
10.	Cobertura	11,72%				30%	40%	30%	R\$ 365.743,15
11.	Louça e Metais	1,54%				30%	40%	30%	R\$ 47.978,09
12.	Instalações	18,60%				30%	40%	30%	R\$ 580.784,61
13.	Limpeza Geral	0,14%						100%	R\$ 4.444,80
PARCELAS MENSAIS (PREÇO DE VENDA)		100,00%	R\$ 658.072,56	R\$ 437.692,34	R\$ 345.838,75	R\$ 644.020,17	R\$ 589.620,28	R\$ 446.660,01	R\$ 3.121.904,10

Planilha 1 – Cronograma físico-financeiro apresentado no edital e contrato.

E o **cronograma financeiro de recebimento efetivo dos pagamentos**. As datas de desembolso por parte do contratante não coincidem com as datas de recebimento pelo contratado, podendo gerar um descompasso no fluxo de caixa da empresa.

ITEM	DESCRIÇÃO		MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03	MÊS 04	MÊS 05	MÊS 06	MÊS 07	MÊS 08
01.01	FATURAMENTO ACUMULADO (PV)		R\$ 658.072,56	R\$ 1.095.764,90	R\$ 1.441.603,64	R\$ 2.085.623,81	R\$ 2.675.244,09	R\$ 3.121.904,10		
01.02	FLUXO DE CAIXA DO PREÇO DE VENDA	Preço de Venda Acumulado	-R\$ 658.072,56	-R\$ 1.095.764,90	-R\$ 1.441.603,64	-R\$ 1.427.551,25	-R\$ 1.579.479,19	-R\$ 1.680.300,46	-R\$ 1.036.280,29	-R\$ 446.660,01
		Valor Recebido (PV)	R\$ -	R\$ -	R\$ 658.072,56	R\$ 437.692,34	R\$ 345.838,75	R\$ 644.020,17	R\$ 589.620,28	R\$ 446.660,01
		Saldo	-R\$ 658.072,56	-R\$ 1.095.764,90	-R\$ 783.531,08	-R\$ 989.858,91	-R\$ 1.233.640,45	-R\$ 1.036.280,29	-R\$ 446.660,01	R\$ -

Planilha 2 – Cronograma financeiro de recebimento efetivo dos pagamentos a serem realizados pela administração.

Essa diferença, muitas vezes negligenciada, é fundamental para o planejamento financeiro do empreendimento. O não alinhamento entre as datas de realização dos serviços e o efetivo recebimento pode comprometer a capacidade da empresa honrar seus compromissos e manter o ritmo da execução da obra.

Observando a planilha de fluxo de caixa apresentada anteriormente, é possível verificar que a contratada só começa a receber 60 (sessenta) dias após o início dos trabalhos, ou seja, a receita em decorrência da execução do contrato executado pela contratada nos dois primeiros meses é igual a zero. Ao analisar a planilha de fluxo de caixa é possível constatar que no mês 05 (cinco) será necessário a contratada ter um capital de giro bastante significativo para executar a obra, isso tudo, devido ao descompasso entre o cronograma físico-financeiro da contratante e o cronograma efetivo de recebimento da contratada.

Por outro lado, o prolongamento do prazo de execução de uma obra é um dos principais fatores de desequilíbrio econômico-financeiro do contrato. Em muitos casos, esse alongamento resulta da própria Administração contratante e impõe ao contratado custo adicionais não previstos, como manutenção de equipe, equipamentos e despesas indiretas. O nosso estudo de caso ilustra essa questão:

- Uma obra originalmente prevista para 6 (seis) meses, por falha da contratante, foi concluída apenas após 18 (dezoito) meses.

ITEM	ATIVIDADE	PART.%	MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03	MÊS 04	MÊS 05	MÊS 06	TOTAL
01.	Serviços Preliminares	0,15%	100%						R\$ 4.815,20
02.	Instalação Provisória das Obras	0,43%	100%						R\$ 13.565,90
03.	Execução de Fundações, Cintamento e Blocos	12,00%	100%						R\$ 374.524,36
04.	Execução de Pilares, Vigas e Lages	16,99%	50%	50%					R\$ 530.334,20
05.	Execução de piso de concreto polido, nivelado a Laser	4,56%		40%	40%	20%			R\$ 142.457,25
06.	Alvenaria	4,58%		20%	50%	30%			R\$ 142.892,70
07.	Revestimentos	13,93%		20%	50%	30%			R\$ 434.818,99
08.	Pintura	5,98%				30%	40%	30%	R\$ 186.837,27
09.	Esquadria	9,38%				30%	40%	30%	R\$ 292.707,58
10.	Cobertura	11,72%				30%	40%	30%	R\$ 365.743,15
11.	Louça e Metais	1,54%				30%	40%	30%	R\$ 47.978,09
12.	Instalações	18,60%				30%	40%	30%	R\$ 580.784,61
13.	Limpeza Geral	0,14%						100%	R\$ 4.444,80
	PARCELAS MENSAIS (PREÇO DE VENDA)	100,00%	R\$ 658.072,56	R\$ 437.692,34	R\$ 345.838,75	R\$ 644.020,17	R\$ 589.620,28	R\$ 446.660,01	R\$ 3.121.904,10
	AVANÇO FÍSICO POR MÊS	(%) Avanço Mês a Mês	21,08%	14,02%	11,08%	20,63%	18,89%	14,31%	100,00%
	PARCELAS MENSAIS (CUSTO DIRETO)	CD	R\$ 460.673,83	R\$ 306.399,96	R\$ 242.099,23	R\$ 450.836,66	R\$ 412.754,83	R\$ 312.677,64	R\$ 2.185.442,14

Planilha 3 – Cronograma físico-financeiro apresentando % de avanço mensal e valores do custo direto mês a mês.

O cronograma físico-financeiro apresentado anteriormente trata-se do cronograma inicialmente pactuado e utilizado pelo contratado como base para a elaboração da proposta comercial, planejamento/desenvolvimento e execução da obra.

Porém, por diversos fatores decorrentes da Contratante o cronograma inicialmente pactuado se desconfigurou por completo levando o prazo de execução da obra para 18 (dezoito) meses, conforme cronograma a seguir:

ITEM	ATIVIDADE	PART.%	MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03	MÊS 04	MÊS 05	MÊS 06	MÊS 07
01.	Serviços Preliminares	0,15%	100%						
02.	Instalação Provisória das Obras	0,43%	60%	40%					
03.	Execução de Fundações, Cintamento e Blocos	12,00%		35%	50%	15%			
04.	Execução de Pilares, Vigas e Lages	16,99%		10%	25%		20%		
05.	Execução de piso de concreto polido, nivelado a Laser	4,56%							40%
06.	Alvenaria	4,58%							20%
07.	Revestimentos	13,93%							
08.	Pintura	5,98%							
09.	Esquadria	9,38%							
10.	Cobertura	11,72%							
11.	Louça e Metais	1,54%							
12.	Instalações	18,60%							
13.	Limpeza Geral	0,14%							
	PARCELAS MENSAIS (PREÇO DE VENDA)	100,00%	R\$ 12.954,74	R\$ 189.543,31	R\$ 319.845,73	R\$ 188.762,20	R\$ 106.066,84	R\$ 106.066,84	R\$ 85.561,44
	AVANÇO FÍSICO POR MÊS	(%) Avanço Mês a Mês	0,41%	6,07%	10,25%	6,05%	3,40%	3,40%	2,74%
	PARCELAS MENSAIS (CUSTO DIRETO)	CD	R\$ 9.068,77	R\$ 132.686,95	R\$ 223.903,21	R\$ 132.140,15	R\$ 74.250,50	R\$ 74.250,50	R\$ 59.896,00

MÊS 08	MÊS 09	MÊS 10	MÊS 11	MÊS 12	MÊS 13	MÊS 14	MÊS 15	MÊS 16	MÊS 17	MÊS 18	TOTAL
											R\$ 4.815,20
											R\$ 13.565,90
											R\$ 374.524,36
											R\$ 530.334,20
40%	20%										R\$ 142.457,25
20%	40%	20%									R\$ 142.892,70
	20%	40%	30%	10%							R\$ 434.818,99
				30%	30%	25%	15%				R\$ 186.837,27
				10%	20%	40%	30%				R\$ 292.707,58
			30%	40%	30%						R\$ 365.743,15
							30%	40%	30%		R\$ 47.978,09
5%	10%	10%	15%	10%	15%	15%	10%	5%	5%		R\$ 580.784,61
										100%	R\$ 4.444,80
R\$ 114.600,67	R\$ 230.690,79	R\$ 370.307,54	R\$ 363.860,65	R\$ 296.605,24	R\$ 201.710,39	R\$ 250.910,04	R\$ 188.309,75	R\$ 48.230,47	R\$ 43.432,66	R\$ 4.444,80	R\$ 3.121.904,10
3,67%	7,39%	11,86%	11,66%	9,50%	6,46%	8,04%	6,03%	1,54%	1,39%	0,14%	100,00%
R\$ 80.224,48	R\$ 161.491,63	R\$ 259.228,24	R\$ 254.715,19	R\$ 207.634,05	R\$ 141.204,33	R\$ 175.645,81	R\$ 131.823,42	R\$ 33.763,01	R\$ 30.404,38	R\$ 3.111,52	R\$ 2.185.442,14

Planilha 4 – Cronograma físico-financeiro real, com o alongamento do prazo de execução para 18 (dezoito) meses.

Analisando a planilha colacionada acima é possível constatar que a obra que, inicialmente teria seu prazo de execução firmado em 6 (seis) meses, passou para 18 (dezoito) meses, o que, desconfigurou por completo o cronograma inicialmente pactuado. Com isso, o fluxo de caixa acumulado de recebimento da contratada, passou a ser o seguinte:

ITEM	DESCRIÇÃO		MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03	MÊS 04	MÊS 05	MÊS 06	MÊS 07
01.01	TATURAMENTO ACUMULADO (PV)		R\$ 12.954,74	R\$ 202.498,05	R\$ 522.343,78	R\$ 711.105,90	R\$ 817.172,82	R\$ 923.238,66	R\$ 1.000.001,10
01.02	FLUXO DE CAIXA DO PREÇO DE VENDA ACUMULADO	Preço de Venda Acumulado	-R\$ 12.954,74	-R\$ 202.498,05	-R\$ 522.343,78	-R\$ 698.151,24	-R\$ 614.674,77	-R\$ 400.895,88	-R\$ 297.695,12
		Valor Recebido (PV)			R\$ 12.954,74	R\$ 189.543,31	R\$ 319.845,73	R\$ 188.762,20	R\$ 106.066,84
		Saldo	-R\$ 12.954,74	-R\$ 202.498,05	-R\$ 509.389,04	-R\$ 508.607,93	-R\$ 294.829,04	-R\$ 212.133,68	-R\$ 191.628,28
01.03	Capital necessário, em percentual, para a empresa executar os serviços em relação ao Preço de Venda.								
01.04	Capital necessário, em percentual, para a empresa executar os serviços em relação ao Custo Direto.								

MÊS 08	MÊS 09	MÊS 10	MÊS 11	MÊS 12	MÊS 13	MÊS 14	MÊS 15	MÊS 16	MÊS 17	MÊS 18	MÊS 19	MÊS 20
R\$ 1.123.401,77	R\$ 1.354.092,56	R\$ 1.724.400,10	R\$ 2.088.260,75	R\$ 2.384.865,99	R\$ 2.586.576,38	R\$ 2.837.486,42	R\$ 3.025.796,18	R\$ 3.074.026,64	R\$ 3.117.459,30	R\$ 3.121.904,10	R\$ 6.243.808,20	R\$ 6.243.808,20
-R\$ 306.228,95	-R\$ 430.852,90	-R\$ 715.599,00	-R\$ 964.858,98	-R\$ 1.030.773,43	-R\$ 862.176,28	-R\$ 749.225,67	-R\$ 640.930,18	-R\$ 487.450,26	-R\$ 279.972,88	-R\$ 96.107,92	-R\$ 47.877,46	-R\$ 4.444,80
R\$ 106.066,84	R\$ 85.561,44	R\$ 114.600,67	R\$ 230.690,79	R\$ 370.307,54	R\$ 363.860,65	R\$ 296.605,24	R\$ 201.710,39	R\$ 250.910,04	R\$ 188.309,75	R\$ 48.230,47	R\$ 43.432,66	R\$ 4.444,80
-R\$ 200.162,11	-R\$ 345.291,46	-R\$ 600.998,33	-R\$ 734.168,19	-R\$ 660.465,89	-R\$ 498.315,63	-R\$ 452.620,43	-R\$ 439.219,79	-R\$ 236.540,22	-R\$ 91.663,12	-R\$ 47.877,46	-R\$ 4.444,80	R\$ 0,00
			23,52%	PV		Fim do prazo de execução →						
			33,59%	CD								

Planilha 5 – Fluxo de caixa do preço de venda da obra considerando o prazo de execução de 18(dezoito) meses.

Como o aumento do prazo de execução da obra impacta diretamente o BDI contratual pactuado inicialmente, faz-se o estudo do fluxo de caixa exclusivamente sobre esta parcela que compõe o preço de venda do contrato, extraíndo dele apenas a parcela de lucro, ou seja, analisa-se o fluxo das despesas indiretas necessárias à execução do contrato.

Primeiro, elabora-se o estudo utilizando o fluxo de caixa do contratante presente no Edital e no Contrato juntamente com o fluxo de caixa efetivamente ocorrido, modificado em decorrência do alongamento de prazo, considerando as mesmas bases. As despesas indiretas, considerando o primeiro cenário inicialmente pactuado, são na ordem de R\$827.251,73 e as despesas indiretas, considerando o segundo cenário executado, são na ordem de R\$1.446.959,33, vejamos:

ITEM	DESCRIÇÃO		MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03
13.01	MOMENTO EM QUE SE OBSERVA O DESEQUILÍBRIO DO CONTRATO	Item 08.05 (Pl 1)	R\$ 160.705,67	R\$ 124.181,72	R\$ 108.958,68
		Saldo + Item 08.05 (Pl 1)		R\$ 231.098,08	R\$ 257.001,16
		Item 10.06 (Pl 2)	-R\$ 53.789,31	-R\$ 83.055,60	-R\$ 104.650,82
		Saldo	R\$ 106.916,36	R\$ 148.042,48	R\$ 152.350,34

MÊS 04	MÊS 05	MÊS 06	MÊS 07	MÊS 08	MÊS 09	MÊS 10	MÊS 11
R\$ 158.376,74	R\$ 149.360,97	R\$ 125.667,94					
R\$ 310.727,09	R\$ 377.161,91	R\$ 433.608,93	R\$ 364.388,01	R\$ 298.565,48	R\$ 227.930,24	R\$ 138.055,20	R\$ 25.041,27
-R\$ 82.926,15	-R\$ 69.220,92	-R\$ 69.220,92	-R\$ 65.822,53	-R\$ 70.635,24	-R\$ 89.875,04	-R\$ 113.013,93	-R\$ 111.945,48
R\$ 227.800,94	R\$ 307.940,99	R\$ 364.388,01	R\$ 298.565,48	R\$ 227.930,24	R\$ 138.055,20	R\$ 25.041,27	-R\$ 86.904,21

No **mês 11** ocorre o “**Ponto Crítico de Ruptura**” da equação econômico-financeira do contrato. Neste ponto, o valor definido inicialmente (R\$827.251,73), referente as despesas indiretas do contrato, são totalmente consumidos pelos custos indiretos em decorrência do alongamento de prazo ocorrido. A partir deste ponto (mês 11), a contratada incorre em prejuízos progressivos até o final do contrato.

MÊS 12	MÊS 13	MÊS 14	MÊS 15	MÊS 16	MÊS 17	MÊS 18
-R\$ 86.904,21	-R\$ 187.703,35	-R\$ 272.775,42	-R\$ 366.001,42	-R\$ 448.852,59	-R\$ 508.488,20	-R\$ 567.328,66
-R\$ 100.799,14	-R\$ 85.072,07	-R\$ 93.226,00	-R\$ 82.851,16	-R\$ 59.635,61	-R\$ 58.840,46	-R\$ 52.378,94
-R\$ 187.703,35	-R\$ 272.775,42	-R\$ 366.001,42	-R\$ 448.852,59	-R\$ 508.488,20	-R\$ 567.328,66	-R\$ 619.707,60

Planilha 6 – Fluxo de caixa demonstrando o ponto de ruptura do equilíbrio econômico-financeiro após o alongamento de prazo da obra.

Ao final da execução do contrato a contratada acumula um prejuízo de R\$619.707,60.

Para o cálculo da planilha colacionada acima, foi utilizado um BDI onde as parcelas Administração Local, Despesas Financeiras e Impostos foram calculados por percentual sobre o avanço da obra e as parcelas Administração Central, Seguros, Riscos e Garantias foram calculados a partir de parcelas fixas.

Já para o cálculo da próxima planilha colacionada a seguir, foi utilizado o BDI conforme apurado através da “**Metodologia Comparativa de Cenários Contratuais**” do IBAPE Nacional, incorporada a ABNT NBR 13.752/24, onde se considera a Administração Local, Administração Central, Seguros, Riscos e Garantias, como parcelas fixas e os impostos por percentual sobre o avanço financeiro da obra. Desta forma obtém-se um “**Ponto Crítico de Ruptura**” diferente do anteriormente calculado.

ITEM	DESCRIÇÃO		MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03
13.03	USANDO BDI CONFORME METODOLOGIA COMPARATIVA DE CENÁRIOS DO IBAPE NACIONAL	Item 12.06 (P12) Acumulado	-R\$ 81.608,77	-R\$ 101.192,44	-R\$ 115.642,98
				-R\$ 22.095,54	-R\$ 13.556,81
			R\$ 160.705,67	R\$ 124.181,72	R\$ 108.958,68
			R\$ 79.096,90	R\$ 102.086,18	R\$ 95.401,88

MÊS 04	MÊS 05	MÊS 06	MÊS 07	MÊS 08	MÊS 09	MÊS 10	MÊS 11
-R\$ 101.105,82	-R\$ 91.934,90	-R\$ 91.934,90	-R\$ 89.660,85	-R\$ 92.881,30	-R\$ 105.755,70	-R\$ 121.239,20	-R\$ 120.524,24
-R\$ 5.703,94	R\$ 60.737,90	R\$ 118.163,97	R\$ 154.171,06	R\$ 61.289,76	-R\$ 44.465,94	-R\$ 165.705,14	-R\$ 286.229,37
R\$ 158.376,74	R\$ 149.360,97	R\$ 125.667,94					
R\$ 152.672,80	R\$ 210.098,87	R\$ 243.831,91	R\$ 154.171,06	R\$ 61.289,76	-R\$ 44.465,94	-R\$ 165.705,14	-R\$ 286.229,37

No **mês 09** ocorre o “**Ponto Crítico de Ruptura**” da equação econômico-financeira do contrato. Neste ponto, o valor definido inicialmente (R\$827.251,73), referente as despesas indiretas do contrato, são totalmente consumidos pelos custos indiretos em decorrência do alongamento de prazo ocorrido. A partir deste ponto (mês 09), a contratada incorre em prejuízos progressivos até o final do contrato.

MÊS 12	MÊS 13	MÊS 14	MÊS 15	MÊS 16	MÊS 17	MÊS 18
-R\$ 113.065,61	-R\$ 102.541,77	-R\$ 107.998,01	-R\$ 101.055,64	-R\$ 85.520,85	-R\$ 84.988,77	-R\$ 80.665,02
-R\$ 399.294,99	-R\$ 501.836,76	-R\$ 609.834,77	-R\$ 710.890,41	-R\$ 796.411,26	-R\$ 881.400,03	-R\$ 962.065,05
-R\$ 399.294,99	-R\$ 501.836,76	-R\$ 609.834,77	-R\$ 710.890,41	-R\$ 796.411,26	-R\$ 881.400,03	-R\$ 962.065,05

Planilha 7 - Fluxo de caixa demonstrando o ponto de ruptura do equilíbrio econômico-financeiro após o alongamento de prazo da obra, neste caso, considerando o BDI calculado conforme Metodologia Comparativa de Cenários do IBAPE Nacional.

Ao final da execução do contrato a contratada acumula um prejuízo de R\$962.065,05.

Levando em consideração o fluxo de caixa de desembolso e recebimento da contratada, teremos o mesmo ponto crítico de ruptura encontrado anteriormente, porém, o fluxo de caixa altera-se significativamente, levando a contratada depender de suas reservas financeiras para arcar com os custos iniciais, período inicialmente negativo em seu fluxo de caixa, sendo que, para o primeiro caso, nos quatro primeiros meses o fluxo de caixa apresenta-se negativo devido a divergência entre o período de desembolso e o período de recebimento.

Já para o segundo caso, a situação é ainda pior, ou seja, os seis primeiros meses apresentam fluxo de caixa negativos, se tornando positivo apenas nos dois meses subsequentes e logo após há uma ruptura abrupta do equilíbrio econômico-financeiro contratual, tornando o fluxo de caixa novamente negativo, acumulando, a partir daí, prejuízos progressivos até o final do contrato, vejamos:

ITEM	DESCRIÇÃO		MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03
13.01	MOMENTO EM QUE SE OBSERVA O DESEQUILÍBRIO DO CONTRATO	Item 08.05 (Pl 1)	-R\$ 53.789,31	-R\$ 83.055,60	-R\$ 104.650,82
		Saldo + Item 08.05 (Pl 1)			-R\$ 241.495,73
		Item 10.06 (Pl 2)			R\$ 160.705,67
		Saldo	-R\$ 53.789,31	-R\$ 136.844,91	-R\$ 80.790,06

MÊS 04	MÊS 05	MÊS 06	MÊS 07	MÊS 08	MÊS 09	MÊS 10	MÊS 11
-R\$ 82.926,15	-R\$ 69.220,92	-R\$ 69.220,92	-R\$ 65.822,53	-R\$ 70.635,24	-R\$ 89.875,04	-R\$ 113.013,93	-R\$ 111.945,48
-R\$ 163.716,21	-R\$ 108.755,41	-R\$ 69.017,65	R\$ 23.536,57	R\$ 102.262,30	R\$ 138.055,20	R\$ 25.041,27	-R\$ 86.904,21
R\$ 124.181,72	R\$ 108.958,68	R\$ 158.376,74	R\$ 149.360,97	R\$ 125.667,94			
-R\$ 39.534,49	R\$ 203,27	R\$ 89.359,10	R\$ 172.897,54	R\$ 227.930,24	R\$ 138.055,20	R\$ 25.041,27	-R\$ 86.904,21

Da mesma forma que a primeira análise realizada, no **mês 11** ocorre o “**Ponto Crítico de Ruptura**” da equação econômico-financeira do contrato. Neste ponto, o valor definido inicialmente (R\$827.251,73), referente as despesas indiretas do contrato, são totalmente consumidos pelos custos indiretos em decorrência do alongamento de prazo ocorrido. A partir deste ponto (mês 11), a contratada incorre em prejuízos progressivos até o final do contrato.

MÊS 12	MÊS 13	MÊS 14	MÊS 15	MÊS 16	MÊS 17	MÊS 18
-R\$ 100.799,14	-R\$ 85.072,07	-R\$ 93.226,00	-R\$ 82.851,16	-R\$ 59.635,61	-R\$ 58.840,46	-R\$ 52.378,94
-R\$ 187.703,35	-R\$ 272.775,42	-R\$ 366.001,42	-R\$ 448.852,58	-R\$ 508.488,19	-R\$ 567.328,65	-R\$ 619.707,59
-R\$ 187.703,35	-R\$ 272.775,42	-R\$ 366.001,42	-R\$ 448.852,58	-R\$ 508.488,19	-R\$ 567.328,65	-R\$ 619.707,59

Planilha 8 - Fluxo de caixa demonstrando o ponto de ruptura do equilíbrio econômico-financeiro após o alongamento de prazo da obra, considerando o descompasso entre o desembolso e o recebimento da contratada.

Analogamente ao modelo anteriormente apresentado há uma diferença entre o ponto crítico de ruptura, devido a metodologia de apuração dos BDIs. Aplicando a metodologia de cálculo do BDI utilizada pela “**Metodologia Comparativa de Cenários Contratuais**” do IBAPE Nacional, incorporada a ABNT NBR 13.752/24 temos o seguinte:

ITEM	DESCRIÇÃO		MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03
13.03	USANDO BDI CONFORME METODOLOGIA COMPARATIVA DE CENÁRIOS DO IBAPE NACIONAL	Item 12.06 (Pl 2)	-R\$ 81.608,77	-R\$ 101.192,44	-R\$ 115.642,98
		Acumulado			-R\$ 298.444,19
		Item 10.06 (Pl 2)			R\$ 160.705,67
			-R\$ 81.608,77	-R\$ 182.801,21	-R\$ 137.738,52

MÊS 04	MÊS 05	MÊS 06	MÊS 07	MÊS 08	MÊS 09	MÊS 10	MÊS 11
-R\$ 101.105,82	-R\$ 91.934,90	-R\$ 91.934,90	-R\$ 89.660,85	-R\$ 92.881,30	-R\$ 105.755,70	-R\$ 121.239,20	-R\$ 120.524,24
-R\$ 238.844,34	-R\$ 206.597,53	-R\$ 189.573,75	-R\$ 120.857,85	-R\$ 64.378,19	-R\$ 44.465,94	-R\$ 165.705,14	-R\$ 286.229,37
R\$ 124.181,72	R\$ 108.958,68	R\$ 158.376,74	R\$ 149.360,97	R\$ 125.667,94			
-R\$ 114.662,62	-R\$ 97.638,84	-R\$ 31.197,00	R\$ 28.503,11	R\$ 61.289,76	-R\$ 44.465,94	-R\$ 165.705,14	-R\$ 286.229,37

Da mesma forma que a segunda análise realizada, no **mês 09** ocorre o “**Ponto Crítico de Ruptura**” da equação econômico-financeira do contrato. Neste ponto, o valor definido inicialmente (R\$827.251,73), referente as despesas indiretas do contrato, são totalmente consumidos pelos custos indiretos em decorrência do alongamento de prazo ocorrido. A partir deste ponto (mês 09), a contratada incorre em prejuízos progressivos até o final do contrato.

MÊS 12	MÊS 13	MÊS 14	MÊS 15	MÊS 16	MÊS 17	MÊS 18
-R\$ 113.065,61	-R\$ 102.541,77	-R\$ 107.998,01	-R\$ 101.055,64	-R\$ 85.520,85	-R\$ 84.988,77	-R\$ 80.665,02
-R\$ 399.294,99	-R\$ 501.836,76	-R\$ 609.834,77	-R\$ 710.890,41	-R\$ 796.411,26	-R\$ 881.400,03	-R\$ 962.065,05
-R\$ 399.294,99	-R\$ 501.836,76	-R\$ 609.834,77	-R\$ 710.890,41	-R\$ 796.411,26	-R\$ 881.400,03	-R\$ 962.065,05

Planilha 9 - Fluxo de caixa demonstrando o ponto de ruptura do equilíbrio econômico-financeiro após o alongamento de prazo da obra, neste caso, considerando o BDI calculado conforme Metodologia Comparativa de Cenários do IBAPE Nacional e o descompasso entre o desembolso e o recebimento da contratada.

Os prejuízos acumulados ao final do contrato permanecem os mesmos, ou seja, R\$619.707,59 e R\$962.065,05, respectivamente de acordo com cada BDI adotado.

A seguir será realizada uma análise gráfica considerando dois modelos diferentes com base no BDI escolhido e quanto ao fluxo de caixa considerando o cronograma físico-financeiro previsto no edital e no contrato e o fluxo de caixa real, ou seja, com o descompasso entre o desembolso e o recebimento dos valores.

5.6. Análise comparativa de Modelos de Ruptura: Aplicação gráfica da Teoria das Catástrofes

Nessa seção são comparados dois modelos distintos de fluxo de caixa aplicados ao mesmo contrato de obra pública, os quais resultam em diferentes pontos de ruptura do equilíbrio econômico-financeiro. Os gráficos aqui analisados, denominados Gráfico 1 e Gráfico 2, seguem convenção visual inspirada na Teoria das catástrofes de René Thom.

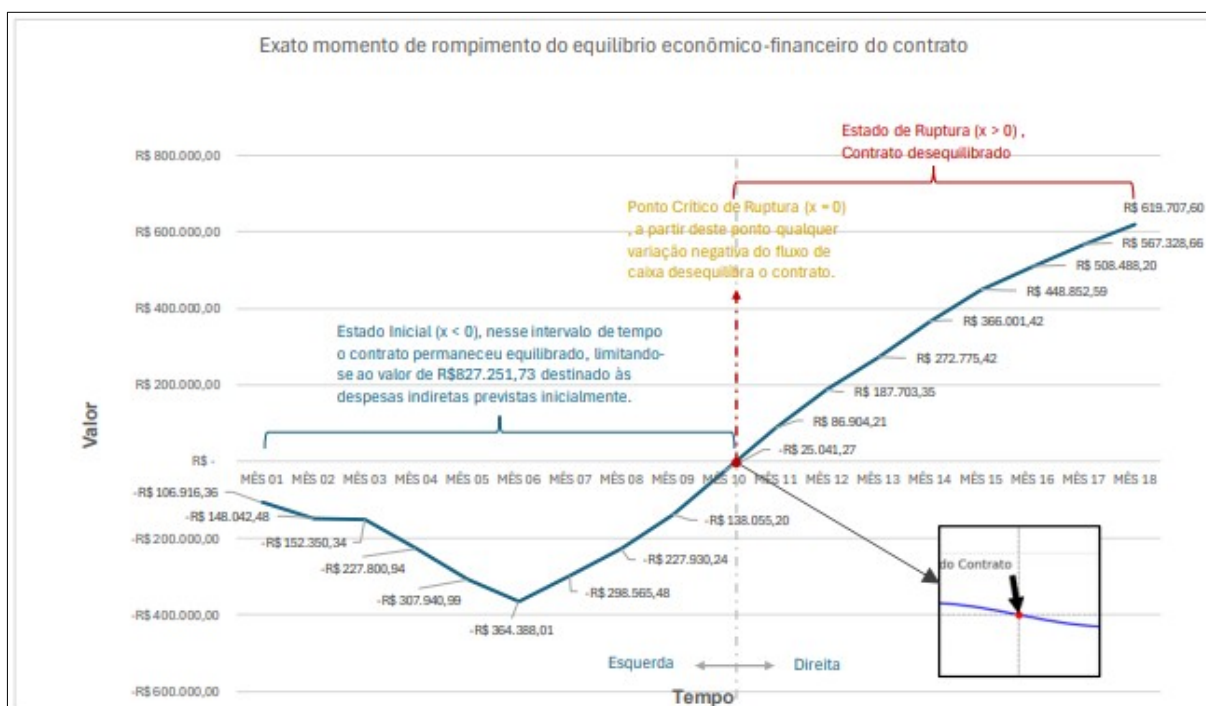


Gráfico 1 – Demonstração gráfica do fluxo de caixa do primeiro caso analisado. É importante deixar claro que para a sua concepção foi utilizada a mesma convenção descrita no item 4.3.1 deste artigo de modo que possa ser demonstrada a relação com a Teoria da Catástrofe de Rene Thom.

Análise do Gráfico 1:

- Ponto de ruptura no mês 11;
- Base: cronograma físico-financeiro previsto no edital e BDI calculado conforme diretriz do TCU (Administração Central proporcional ao avanço da obra);
- O fluxo de caixa é positivo nos primeiros meses;
- A ruptura ocorre no mês 11, quando os custos indiretos consomem integralmente a parcela orçada para esta finalidade;
- A partir desse ponto, a contratada opera com prejuízos progressivos até o final do contrato.

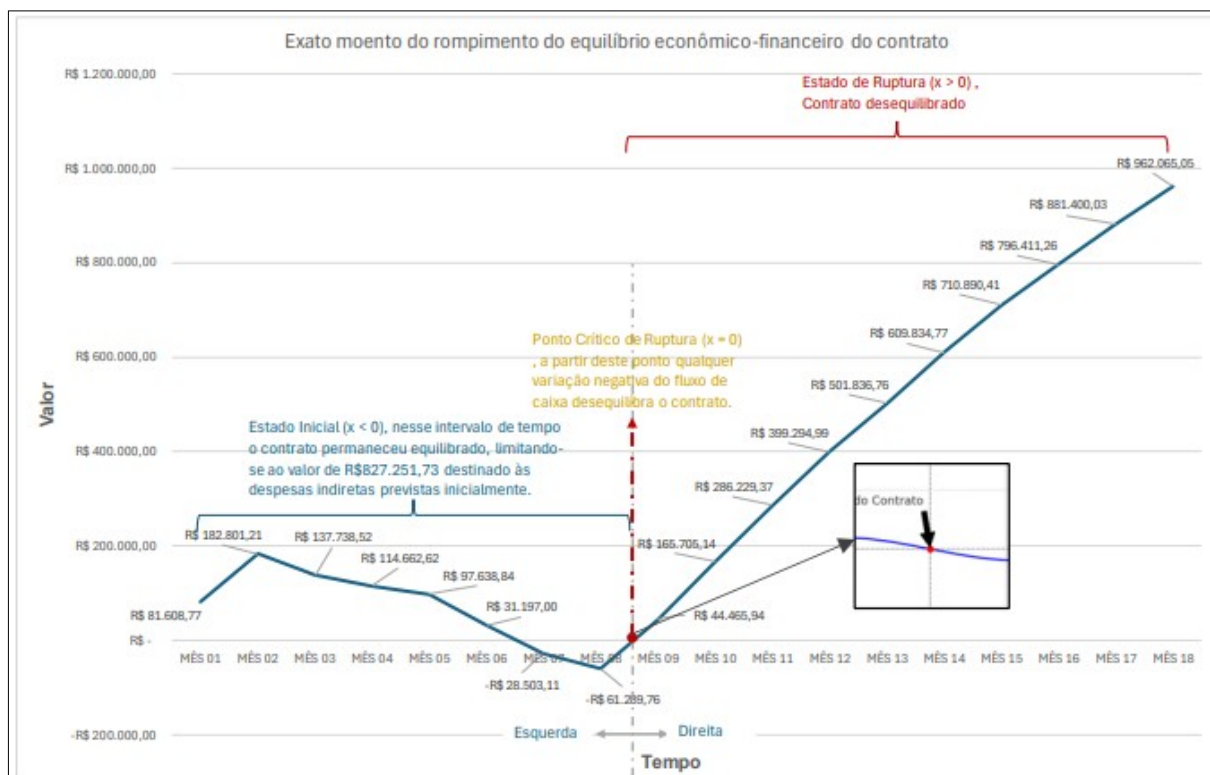


Gráfico 2 - Demonstração gráfica do fluxo de caixa do segundo caso analisado. É importante deixar claro que para a sua concepção foi utilizada a mesma convenção descrita no item 4.3.1 deste artigo de modo que possa ser demonstrada a relação com a Teoria da Catástrofe de Rene Thom.

Análise do Gráfico 2:

- Base: fluxo de caixa real da contratada e BDI calculado conforme a Metodologia de Cenários Contratuais do IBAPE Nacional, incorporada a ABNT NBR 13.752/24, (parcela fixas Mensais para Administração Local);
- Os seis primeiros meses apresentam fluxo negativo, o que deveria ser conhecido pela contratada e não configura evento extraordinário;
- Há reequilíbrio nos meses 7 e 8, mas o ponto crítico é atingido em seguida no mês 9;
- A partir desse ponto, os prejuízos tornam-se progressivos.

Comparações e implicações teóricas:

Ambos os gráficos evidenciam a “Catástrofe de Dobra” descrita por Thom: sistemas contratuais que, sob pressões acumuladas, rompem-se de forma abrupta e irreversível. O Gráfico 1 representa uma ruptura tardia (mês 11) em um cenário aparentemente mais estável, porém irrealista. Já o Gráfico 2 revela que pressões

iniciais elevadas aceleram o colapso (mês 9), mesmo após breve recuperação.

Essa diferença comprova que a forma de cálculo do BDI e o descompasso entre o cronograma físico-financeiro e o cronograma de recebíveis influenciam diretamente o momento da ruptura. A análise da curva de fluxo de caixa, portanto, não é apenas técnica: é essencial para identificar o ponto de inflexão contratual e prevenir perdas irreparáveis.

Ambos os modelos reforçam a analogia proposta com a Teoria das Catástrofes: contratos formalmente vivos colapsam internamente quando superam sua capacidade de absorção das variações, exigindo atenção gerencial, jurídica e pericial para reequilibrar tempestivamente o sistema contratual.

6. CONCLUSÃO

O presente artigo alcançou de forma satisfatória seu objetivo central: demonstrar como a Teoria das Catástrofes, formulada por René Thom, pode ser aplicada como ferramenta conceitual para interpretar a ruptura do equilíbrio econômico-financeiro em contrato de obras públicas. A partir da analogia entre os sistemas dinâmicos instáveis e a evolução de contratos sob pressão de eventos supervenientes, foi possível ilustrar de forma objetiva como contratos aparentemente estáveis podem colapsar repentinamente, caracterizando o ponto de inflexão econômica.

Quanto aos objetivos específicos, também se pode afirmar que foram plenamente atingidos:

- A fundamentação teórica foi estabelecida com base nos conceitos da Teoria das Catástrofes e no regime jurídico dos contratos administrativos;
- Foram apresentados dois gráficos representativos de fluxos de caixa distintos, com abordagens metodológicas diferentes para o cálculo do BDI;
- Demonstrou-se, por meio da análise comparativa, como diferentes configurações contratuais e metodológicas afetam diretamente o momento do desequilíbrio contratual;
- E, por fim, estabeleceu-se de forma clara o nexo entre o colapso contratual e a ruptura prevista nos modelos matemáticos de catástrofe.

Com isso, o artigo contribuiu para a construção de uma abordagem técnico-científica robusta que amplia a compreensão dos desequilíbrios contratuais, subsidiando práticas mais eficazes de gestão, prevenção e resolução de litígios no âmbito das obras públicas.

7. BIBLIOGRAFIA

- **THOM**, René. Structural stability and Morphogenesis. W. A. Benjamin, 1972.
- **MEIRELLES**, Hely Lopes. Direito Administrativo brasileiro. São Paulo: Malheiros, 2021.
- **JUSTEN FILHO**, Marçal. Comentários à Lei de Licitações e Contratos Administrativos. São Paulo: Dialética, 2023.
- **AACE INTERNATIONAL**. Recommended Practice 25-R03 – Estimating Lost Productivity in Construction Claims.
- **BRASIL**. Constituição da república Federativa do Brasil de 1988.
- **BRASIL**. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021.
- **BRASIL**. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993.
- **IBAPE NACIONAL**. Norma Técnica para avaliação do Desequilíbrio Econômico-Financeiro de Contratos de Obras de Engenharia, 19/09/2014.