

TAD's – Técnicas de Análise de Desvios em Cronogramas

APvsAB

TIA

CPA

IAP

CAB

27 DE JULHO

GS Management

Ivaldo Monteiro da Silva

1. Visão Geral

De acordo com Nuhu Braimah, o desempenho do contrato tem efeito direto na rentabilidade dos empreendimentos do ponto de vista de todos os interessados. A maioria dos modelos de contratos possuem disposições visando penalizar, na maioria das vezes, as partes responsáveis por atrasos, provocados por ações e/ou inações do contratado, do contratante ou, ainda, se estão fora do controle de ambas as partes. Em todos os casos, uma análise detalhada do cronograma é necessária para investigar os eventos que têm efetiva correlação com o impacto gerado na data final do contrato. Ao longo dos anos, contratantes e contratados têm aplicado várias Técnicas de Análise de Desvios ¹ para embasar os pleitos por atrasos. Entretanto, na grande maioria dos casos, as partes não são capazes de resolver tais reivindicações de postergações amigavelmente, resultando em disputas dispendiosas através de comitês de disputas (***Dispute Resolution Board***).

Consequentemente, os pleitos se tornaram uma grande fonte de conflito na indústria da construção e um dos mais difíceis de resolver, conforme Finke, M.R. em *Window Analyses of Compensable Delays*, e Pickavance, K em *Delay and Disruption in Construction Contracts*, em projetos complexos. Em virtude das várias iniciativas de pesquisadores e profissionais do setor, que visam melhorar a aplicação das TAD's existentes, são desenvolvidos documentos de "boas práticas" para fornecer orientação aos especialistas, sobre a aplicação das várias técnicas. De tais documentos, os mais notáveis são: o "Protocolo de Atraso e Interrupção", *Society of Construction Law (SCL) 2017*, desenvolvido no Reino Unido, pela Sociedade de Direito da Construção e a "Prática Recomendada em Análise Forense de Cronograma", *Forensic Schedule Analysis*, 2011, pela Associação para o Avanço da Engenharia de Custos Internacional - AACE dos EUA.

2. Técnicas de Análise de Desvios

O objetivo da análise de desvios é determinar o atraso/antecipação em relação ao plano do projeto e trabalhar retrospectivamente para identificar e justificar quanto dela é atribuível a cada parte (contratado, contratante ou nenhum dos dois) para que o tempo e/ou compensação de custos possa ser decidida. As perguntas que precisam ser respondidas muitas vezes incluem, não se limitando a estas:

- ✚ Quão atrasado está o Projeto?
- ✚ Quem é o responsável pelos desvios?
- ✚ O que realmente aconteceu?
- ✚ Quais foram as variações?
- ✚ Há atraso simultâneo?
- ✚ Como o cronograma e os custos do projeto foram afetados?

As várias TAD's têm capacidades variadas para fornecer respostas sólidas a essas perguntas. As técnicas podem ser agrupadas em técnicas não baseadas em Método de Caminho Crítico (CPM) e técnicas baseadas em CPM. Elas têm sido relatadas por diferentes autores na literatura usando nomes diferentes, sendo as técnicas mais comuns: "*As Planned vs As-built (APvsAB)*", "*Impacted As Planned (IAP)*", "*Time Impact Analysis (TIA)*", "*Collapsed As-Built (CAB)*" e "*Contemporaneous Period schedule Analysis (CPA)*".

¹ Técnicas de Análise de Desvios (Avanços e/ou Atrasos)

3. Estudo de Caso (exemplo)

Para avaliar criticamente a primeira técnica **APvsAB**, propomos uma rede de precedência e um conjunto de eventos para desenvolvimento do cenário. O projeto simplificado envolve a construção de uma pequena garagem e um drive-in, como mostrado no diagrama de rede da Figura 1, adotado de Pilcher (*Principles of Construction Management*, 3rd ed).

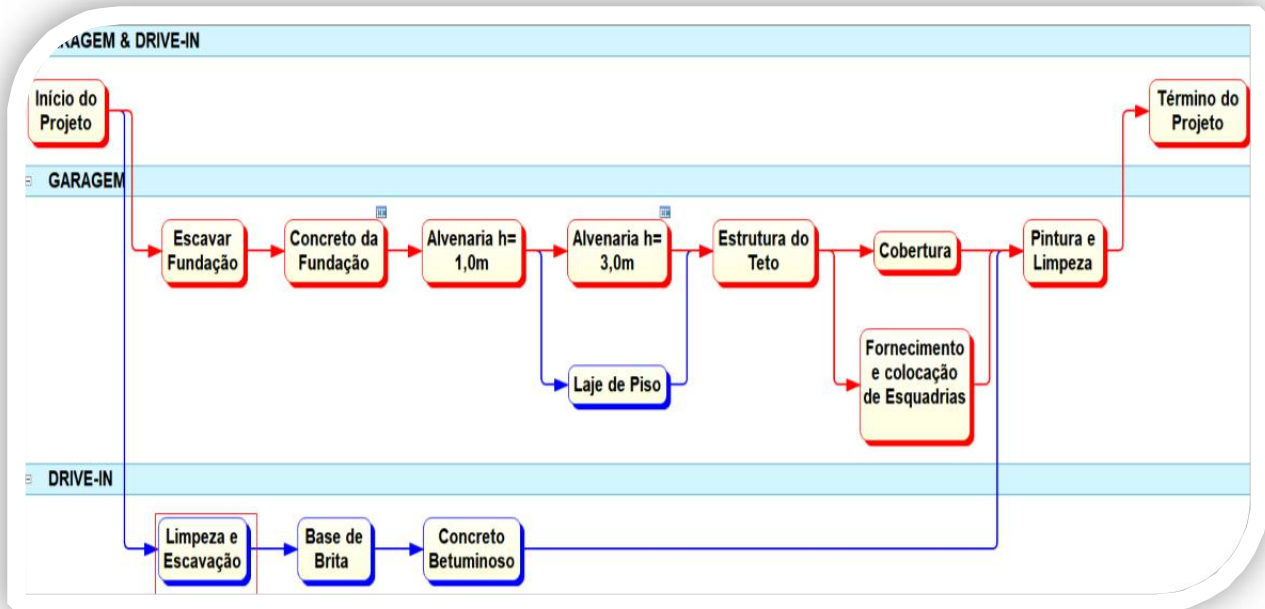


Figura 1 – Rede de Precedência com CC identificado

O cronograma como planejado deste projeto (em formato de gráfico de barras para clareza) é mostrado na Figura 2, indicando uma duração total do projeto de 40 dias corridos. O caminho crítico como planejado (**AP**), indicado em barras vermelhas, tem início no item G.1 da WBS e término no item G.9.

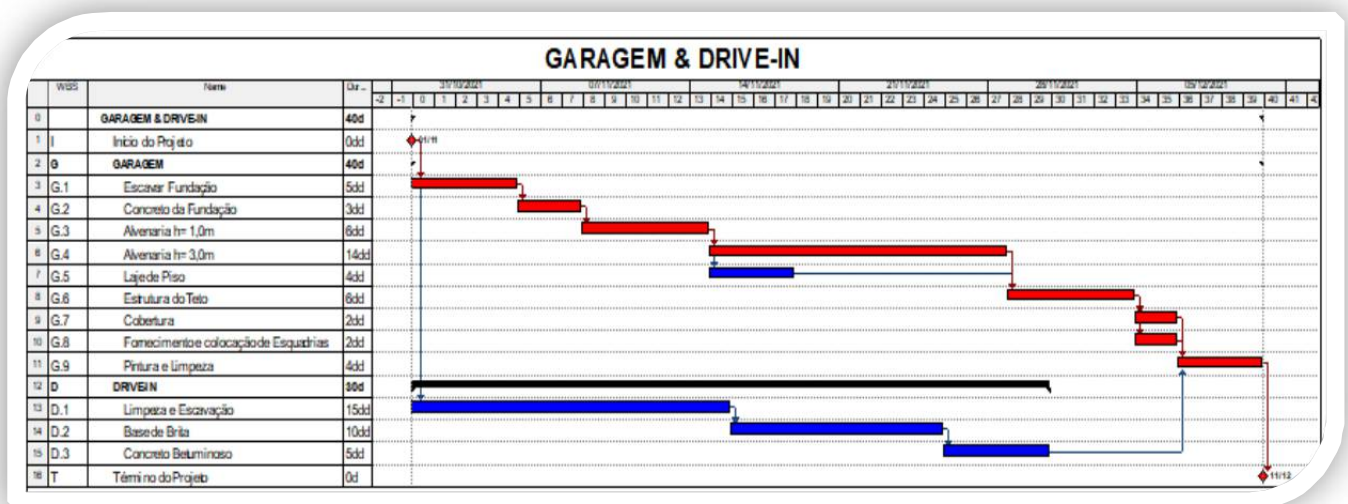





Figura 2 – Diagrama de Barras com durações e CC identificado em vermelho (40 dias)

O projeto começou como previsto, mas o progresso foi afetado por três tipos principais de eventos de atraso: (1) **ANN** - Eventos para os quais o contratado assume os riscos dos custos e as consequências dos tempos envolvidos, que muitas vezes são categorizados como “Atrasos Não Escusável-Não Compensável”; (2) **AEC** - Eventos para os quais o contratado tem direito a extensões de tempo e recuperação de custo extra consequente sobre o “Atraso Escusável Compensável”; e, finalmente, (3) **AEN** - Aqueles eventos para os quais nenhuma parte tem controle sobre ou carrega os riscos envolvidos, (por exemplo: tempo, greves), que muitas vezes são denominados como “Atrasos Escusável Não Compensável”.

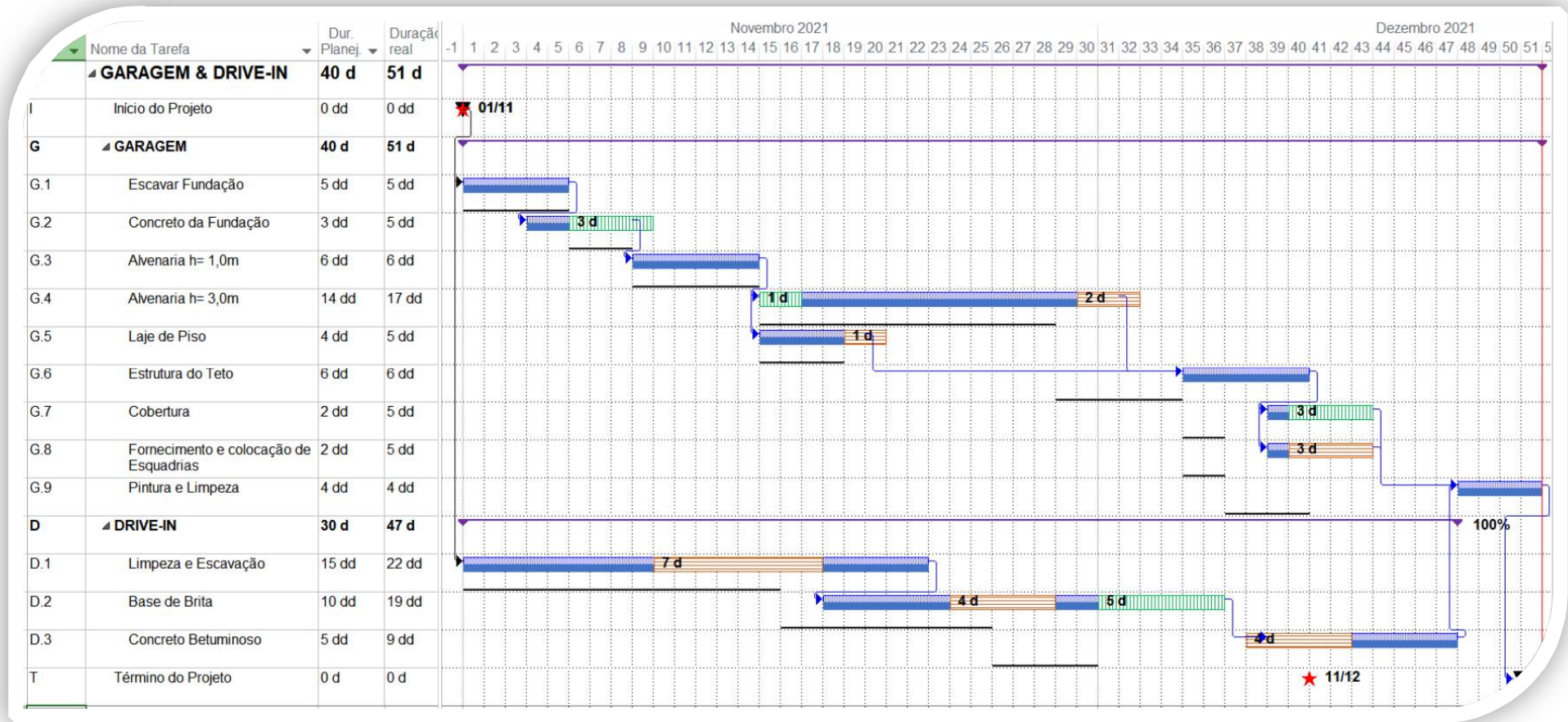
A Tabela 1 abaixo define os cenários de atraso encontrados no projeto hipotético. O cronograma executado, que inclui todos os atrasos ocorridos durante a construção do projeto, teve duração total de 51 dias e novο caminho crítico ao longo das atividades de drive-in (ver Figura 3). Para distinguir entre os vários desvios, atrasos AEC são indicados em faixas horizontais vermelhas ; atrasos ANN em verticais verdes .e; atrasos AEN em faixas diagonais cinza . Além dos atrasos, também houve mudanças na sequência planejada entre algumas atividades. O cronograma executado, portanto, mostra a lógica início-término com antecipação de 2 dias entre as duas primeiras atividades da garagem (G1 e G2), em vez da relação término-início planejada originalmente. Existe uma lógica semelhante com uma antecipação de 3 dias entre as duas primeiras atividades do drive-in (D1 e D2).




Na Figura 3 abaixo apresentamos o cronograma final impactado pelos diversos eventos (ANN; AEC e ANN/AEC), onde os mesmo resultaram em um acréscimo de 11 dias ao cronograma original, levando o projeto para ser concluído em 51 dias corridos.

Tabela 1- Datas de Início e Término dos eventos do Projeto

DATAS DE INÍCIO E TÉRMINO - AP vs AB										
GARAGEM & DRIVE-IN				Como Planejado - AP		Como Executado - AB		Variações (I e T)		Causa do Desvio
ID Nº	ST ID	Descrição	Crítica ?	Início Tarde (IT)	Término Tarde (TT)	Início Real (IR)	Término Real (TR)	I (IR - IT)	T (TR - TT)	
0	RS	GARAGEM & DRIVE-IN	Sim	01/11/2021	11/12/2021	01/11/21	22/12/21		11	
1	IP	Início do Projeto	Sim	01/11/2021	01/11/2021	01/11/21	01/11/21	0	0	
2	RS	GARAGEM	Sim	01/11/2021	11/12/2021	01/11/21	22/12/21	0	11	
3		Escavar Fundação	Sim	01/11/2021	06/11/2021	01/11/21	06/11/21	0	0	
4	AT	Concreto da Fundação	Sim	06/11/2021	09/11/2021	04/11/21	09/11/21	-2	0	O empreiteiro teve um problema de MO, então demorou 3 dias extras para concluir a atividade G2.
5		Alvenaria h= 1,0m	Sim	09/11/2021	15/11/2021	09/11/21	15/11/21	0	0	
6	AT	Alvenaria h= 3,0m	Sim	15/11/2021	29/11/2021	15/11/21	02/12/21	0	3	A atividade G4 não começou imediatamente após a conclusão de sua predecessora, conforme planejado, devido ao atraso de 1 dia do fornecedor de tijolos da contratada.
7	AT	Laje de Piso	Sim	15/11/2021	19/11/2021	15/11/21	20/11/21	0	1	A empreiteira avisou o proprietário sobre a necessidade de aumentar a espessura da laje. Essa mudança exigiu 1 dia extra para ser realizada.
8		Estrutura do Teto	Sim	29/11/2021	05/12/2021	05/12/21	11/12/21	6	6	
9	AT	Cobertura	Sim	05/12/2021	07/12/2021	09/12/21	14/12/21	4	7	O empreiteiro demorou mais 3 dias para concluir a atividade
10	AT	Fornecimento e colocação de Esquadrias	Sim	05/12/2021	07/12/2021	09/12/21	14/12/21	4	7	O proprietário mudou de idéia sobre o tipo de porta usada para a garagem, então ordenou que o empreiteiro fizesse alterações. Isso causou 3 dias extras de trabalho.
11		Pintura e Limpeza	Sim	07/12/2021	11/12/2021	18/12/21	22/12/21	11	11	
12	RS	DRIVE-IN	Sim	01/11/2021	01/12/2021	01/11/21	18/12/21	0	17	
13	AT	Limpeza e Escavação	Sim	01/11/2021	16/11/2021	01/11/21	23/11/21	0	7	A contratada encontrou condições de solo adversas
14	AT	Base de Brita	Sim	16/11/2021	26/11/2021	18/11/21	07/12/21	2	11	Após 5 dias de trabalho na atividade D2, o proprietário suspendeu os trabalhos por 3 dias, pois estava sendo tomada uma decisão sobre a adequação do material da base.
15	AT	Concreto Betuminoso	Sim	26/11/2021	01/12/2021	09/12/21	18/12/21	13	17	Houve um atraso de 4 dias por parte do proprietário em disponibilizar para o contratante um equipamento fornecido pelo proprietário para a atividade D3
16	FP	Término do Projeto	Não	11/12/2021	11/12/2021	21/12/21	21/12/21	10	10	

Figura 3 – Cronograma impactado (51 dias corridos de execução)



- ANN-Não Escusável Não Compensável 
- AEC-Escusável e Compensável 
- AEN-Escusável e Não Compensável 

4. Análise das TAD's

4.1. Conforme Planejado vs Conforme Construído (APvsAB)

Sob este método, todos os eventos de atrasos (AEC, AEN e ANN) encontrados no projeto são retratados no cronograma conforme construído (AB). A diferença entre as datas de conclusão planejadas (linha de base) e conforme construída (término real) é o tempo para o qual o requerente solicitará indenização, em princípio 11 dias. O caminho crítico deve ser determinado uma vez no como planejado (AP) e novamente no cronograma como construído (AB). Esta técnica, através do diagrama de barras e da tabela dos eventos nos auxiliam na identificação e cronologia dos atrasos, pois ambos mostram o efeito líquido de todos os atrasos alegados. Nesta abordagem apresentamos na Tabela 2 a alocação da responsabilidade dos atrasos entre o contratante e o contratado.

- 1) Soma dos atrasos causados pelo contratado (**ANN**) = $\sum ANN_i = 3 + 1 + 5 + 3 = 12$ dias (ver Tabela 2);
- 2) Soma dos atrasos causados pelo contratante (**AEC**) = $\sum AEC_i = 7 + 1 + 4 + 2 + 4 + 3 = 21$ dias (ver Tabela 2).

A partir destas desterminações, poderemos considerar que o atraso conjunto devido a ambas as partes é de 12 dias, ou seja, o somatório de ANN/AEC. Portanto, atrasos no projeto líquido para os quais o contratante é responsável = $21 - 12 = 9$ dias

A partir das Figuras 2 e 3, o atraso total líquido do projeto = $51 - 40 = 11$ dias, o saldo é de responsabilidade do contratado, que é $11 - 9 = 2$ dias.

4.1.1. Considerações na Aplicação da Técnica (APvsAB)

Para aplicação desta TAD, será requerido o plano base, representado pelo cronograma do projeto com a linha de base original e as devidas validações das fontes (AP), em conformidade com os protocolos propostos pela AACE - PR – Nº 29R-03. A AACE propõe ainda, em seu protocolo aprimorado (MIP 3.1), os seguintes requisitos, não se limitando a estes: i) Medições diárias dos atrasos; ii) identificação dos caminhos críticos e quase críticos; iii) identificação e quantificação de atrasos concorrentes (ANN/AEC); iv) identificação e quantificação dos atrasos (ANN; AEC e AEN) e; v) Identificação e quantificação de mitigações e acelerações.

Esta TAD é adequada para projetos com as seguintes características, segundo a AACE:

- a. Projetos curtos com mínimas alterações na lógica da rede;
- b. Pode ser utilizada com cronogramas rudimentares;
- c. Atividades executadas devem ser estreitamente relacionadas com a linha de base;
- d. Dados executados utilizados devem ser precisos e validados.

Ainda, segundo alguns autores (Zack, J.G., Stumpf, G.R e Lucas, D.E.), esta TAD ignora a dinâmica do CC e quaisquer mudanças na rede. Não foi o caso do nosso estudo de caso, uma vez que o CC final foi completamente diferente do inicial, respeitando a dinâmica das atualizações e das predecessoras, sem contudo invalidar o resultado.

Tabela 2 – Análise do Atraso do Cronograma - AP vs AB

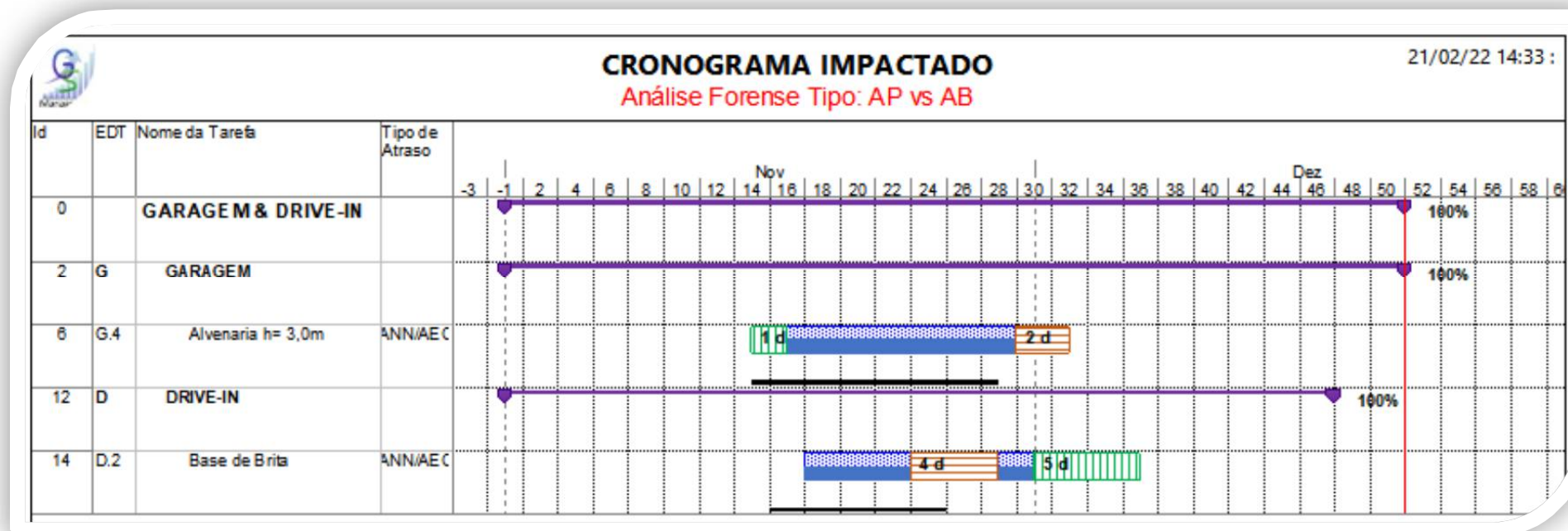
ANÁLISE DE ATRASO DO CRONOGRAMA - AP vs AB																
Tipos de Atrasos				Datas e Durações			Observações				Resumo dos Atrasos					
ANN	Atraso Não-Escusável e Não-Compensável (Contratado)				Início:	Término:	Duração:	Efeito Líq.:	Considera apenas os Desvios Críticos			Σ AEC	21	AT Projeto	11	
AEN	Atraso Escusável e Não-Compensável (Neuro -Tempo/Greve)			Planejado	1/11/21	11/12/21	40	ST	Status	AT	Atraso	Σ ANN	12	Contratante	9	
AEC	Atraso Escusável e Compensável (Contratante)			Realizado	01/11/21	22/12/21	51	AC	Aceleraçã	SP	Suspensão	Contratante	9	Contratado	2	
ID	ST	GARAGEM & DRIVE-IN		Variação em Dias		Atrasos	Desvios/Atrasos Críticos				Desvios Não Críticos			Efeito Líquido		
Nº	ID	Descrição	Critica ?	Eventos	Data de Término		AEN	ANN	AEC	-AC	AEN	ANN	AEC	-AC	EL= +AT - AC	
TOTAIS =>								12	21						21	EDT
0	RS	GARAGEM & DRIVE-IN				Sim										
1	IP	Início do Projeto		0	0	Sim		0	0						0	I
2	RS	GARAGEM			11	Sim										G
3		Escavar Fundação		0	0	Sim		0	0						0	G.1
4	AT	Concreto da Fundação		3	0	Sim		3	0	ANN					3	G.2
5		Alvenaria h= 1,0m		0	0	Sim		0	0						0	G.3
6	AT	Alvenaria h= 3,0m		3	3	Sim		1	2	ANN/AEC					0	G.4
7	AT	Laje de Piso		1	1	Sim		0	1	AEC					1	G.5
8		Estrutura do Teto		0	6	Sim		0	0						0	G.6
9	AT	Cobertura		3	7	Sim		3	0	ANN					3	G.7
10	AT	Fornecimento e colocação de Esquadria		3	7	Sim		0	3	AEC					3	G.8
11		Pintura e Limpeza		0	11	Sim		0	0						0	G.9
12	RS	DRIVE-IN			17	Sim										D
13	AT	Limpeza e Escavação		7	7	Sim		0	7	AEC					7	D.1
14	AT	Base de Brita		9	11	Sim		5	4	ANN/AEC					0	D.2
15	AT	Concreto Betuminoso		4	17	Sim		0	4	AEC					4	D.3

Resumo dos Atrasos: Contratado (ANN): 12 d; Contratante (AEC): 21 d; Conjunto (ANN/AEC): 12 d; Projeto: 11 d.

Atraso Líquido dos Eventos: 21 d – 12 d= 9 dias (Responsabilidade do Contratante) e Responsabilidade do Contratado: 11d -9d= 2 dias.

Tabela 3 – Atraso Conjunto (ANN/AEC)

ID Nº	ST ID	GARAGEM & DRIVE-IN Descrição	Crítica ?	Variação em Dias		Atrasos ↻	Desvios/Atrasos Críticos				Desvios Não Críticos				Efeito Líquido EL= +AT - AC	EDT
				Eventos	Data de Término		AEN	ANN	AEC	-AC	AEN	ANN	AEC	-AC		
						TOTAIS =>		6	6					0		
6	AT	Alvenaria h= 3,0m	Sim	1		ANN/AEC	1	2						3	G.4	
14	AT	Base de Brita	Sim	9	11	ANN/AEC	5	4						9	D.2	
														0		



- ANN-Não Escusável Não Compensável
- AEC-Escusável e Compensável
- AEN-Escusável e Não Compensável

Tabela 5 – Atraso Não Escusável e Não Compensável (ANN)

GARAGEM & DRIVE-IN			Variação em Dias		Atrasos	Desvios/Atrasos Críticos				Desvios Não Críticos				Efeito Líquido		
ID Nº	ST ID	Descrição	Crítica ?	Eventos	Data de Término	↻	AEN	ANN	AEC	-AC	AEN	ANN	AEC	-AC	EL= +AT - AC	
TOTAIS =>								6	0						6	EDT
4	AT	Concreto da Fundação	Sim	3		ANN		3	0						3	G.2
9	AT	Cobertura	Sim	3	7	ANN		3	0						3	G.7

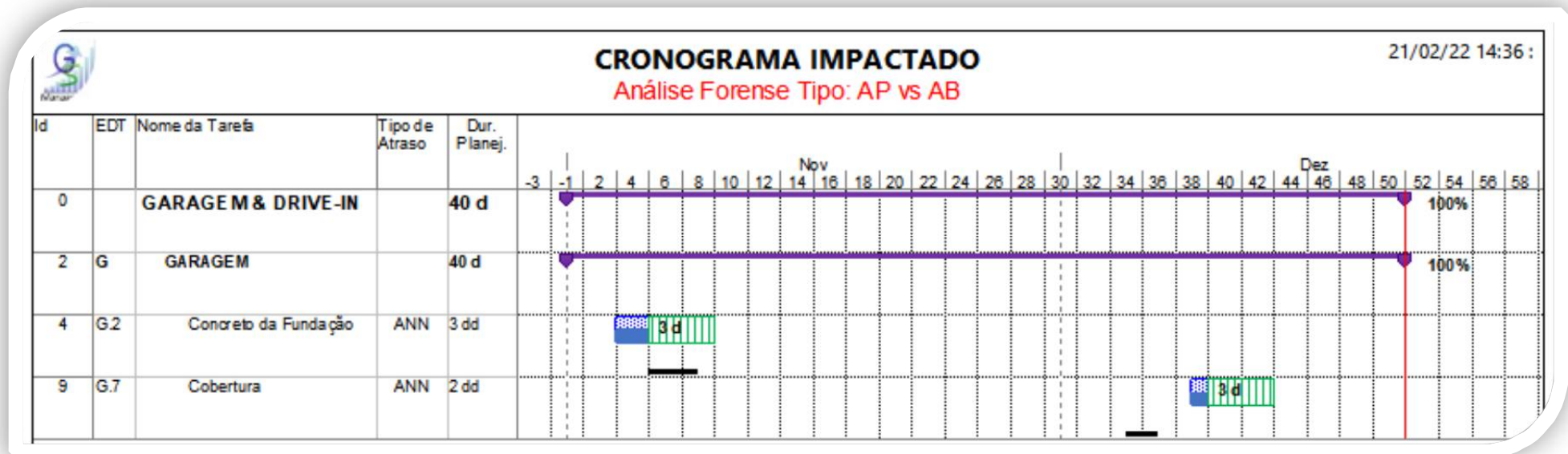
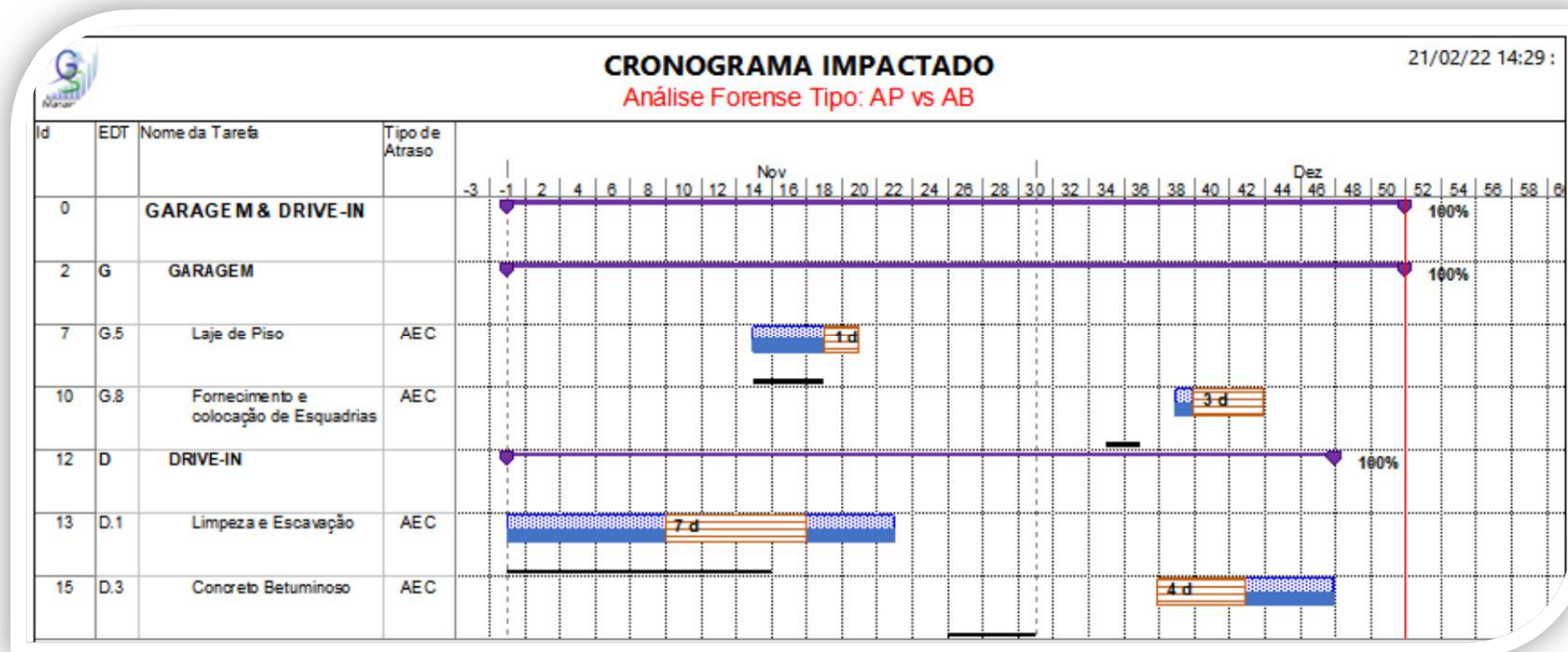


Tabela 4 – Atraso Escusável e Compensável (AEC)

ID Nº	ST ID	GARAGEM & DRIVE-IN Descrição	Crítica ?	Variação em Dias		Atrasos	Desvios/Atrasos Críticos				Desvios Não Críticos				Efeito Líquido EL= +AT - AC	EDT
				Eventos	Data de Término		AEN	ANN	AEC	-AC	AEN	ANN	AEC	-AC		
TOTAIS =>								0	15						15	EDT
7	AT	Laje de Piso	Sim	0		AEC		0	1						1	G.5
10	AT	Fornecimento e colocação de	Sim	3	7	AEC		0	3						3	G.8
13	AT	Limpeza e Escavação	Sim	7	7	AEC		0	7						7	D.1
15	AT	Concreto Betuminoso	Sim	4	17	AEC		0	4						4	D.3



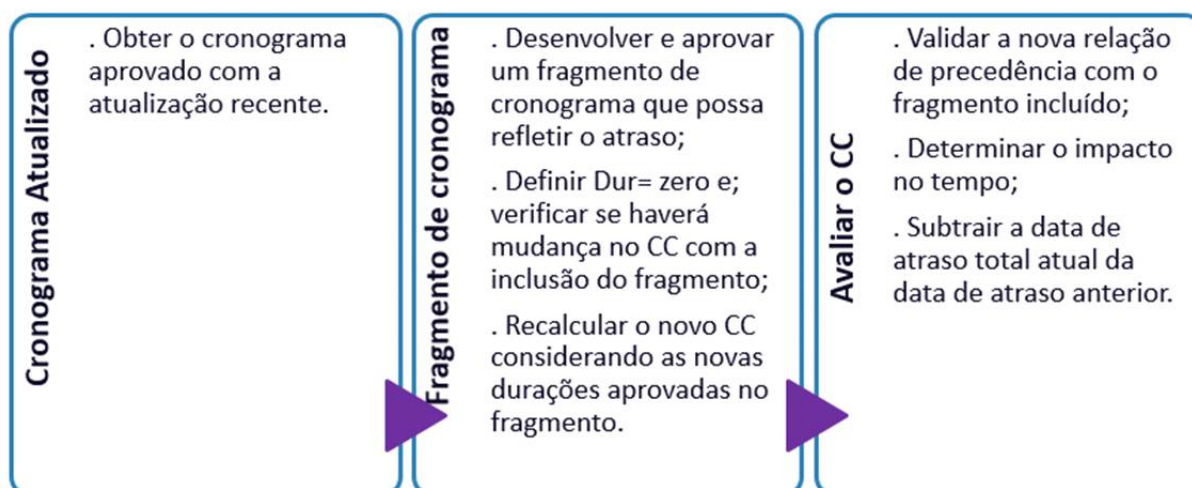
4.2. Análise de Impacto no Tempo (TIA)

Acréscimos de Escopo em projetos são desagradáveis, mas inevitáveis. Sempre que ocorrer uma mudança, a Contratada e o Contratante devem avaliar o impacto no cronograma e, se for o caso, ajustar o contrato, em conformidade com os termos iniciais do mesmo.

O método mais comum, na Indústria da Construção, para determinar o impacto dos desvios quando há mudança no Escopo e/ou um evento não planejado, em cronogramas, é denominado **TIA** (*Time Impact Analysis*). Este método possui as seguintes características: i) tipo de análise Causa-Efeito; ii) impacto do atraso com a perspectiva voltada para o futuro (prospectivamente); iii) em tempo quase real (contemporaneamente); iv) visa facilitar um ajuste pontual no contrato, antes que o trabalho seja completamente efetuado. Como resultado da aplicação da **TIA**, você projetará a nova data de término do seu projeto.

Segundo a prática recomendada da AACE Internacional Nº 52R-06, este método deve ser desenvolvido em oito etapas. Na Figura 4 apresentamos um diagrama simplificado envolvendo as etapas requeridas para determinação da **TIA**.

Figura 4 – Diagrama do processo simplificado, adaptado da AACE



4.2.1. Considerações na Aplicação da Técnica (TIA)

A **TIA** é uma técnica útil para analisar cronograma complexos e determinar atrasos simultâneos. A AACE recomenda que os intervalos de análises sejam mais curtos. Essa técnica não considera os atrasos concorrentes. Entretanto, o contratante poderá produzir a análise concorrente a partir de sua própria perspectiva e negociar um consenso com o contratado.

Restrições não exigidas contratualmente e não incluídas na linha de base do cronograma não devem ser incluídas na análise. Portanto, restrições não contratuais devem ser removidas e restrições contratuais devem ser reduzidas para que se tornem menos restritivas. A atualização do cronograma original resultante não deve ser usada para nenhum outro fim que não seja a **TIA** em questão. As atualizações do cronograma devem atender os pontos 9, 11 e 12 do DCMA².

Adiante detalhamos cada um dos passos utilizando o cronograma modelo do exemplo inicial.

² 14 Point Assessment for Project Schedule -DCMA

Passo 1 - Cronograma Atualizado – O cronograma atualizado e aprovado é uma das principais entradas para desenvolvimento da TIA, conforme **Figura 5**. Até a data de **Status**, o cronograma projeta uma duração de término de 51 dias, resultando em um atraso de 11 dias em relação a linha de base.

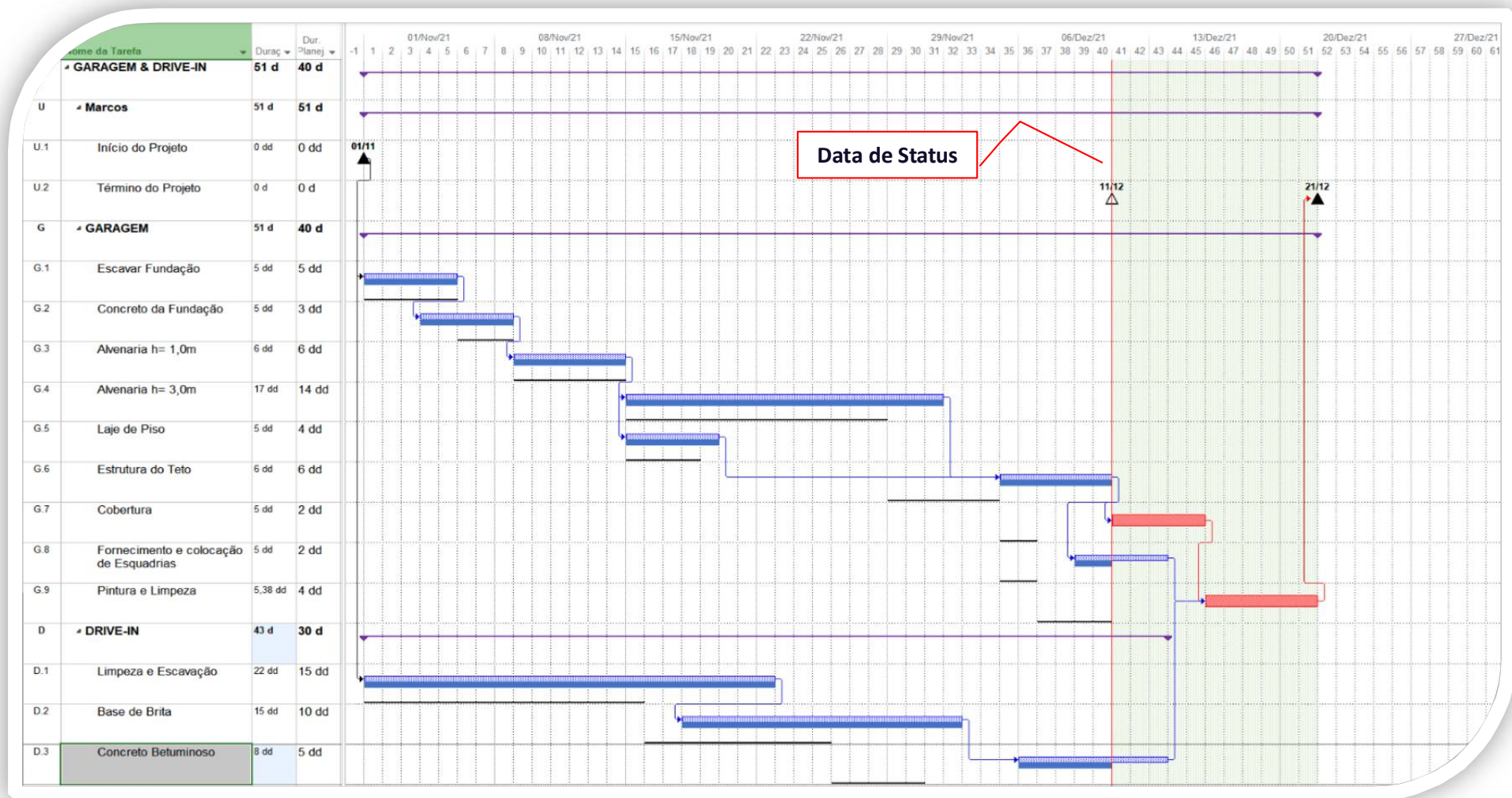


Figura 5 – Cronograma atualizado com identificação do(s) atraso(s) até a data (área hachurada verde) e linha de base 1 (preta)

Passo 2- Fragmento de Cronograma – Acrescentamos os serviços, fora do Escopo, de drenagem, com duração zero, para avaliar possíveis mudanças em datas no cronograma atualizado, conforme apresentado na Figura 6, onde se verifica que não houve impacto após o acréscimo do fragmento.

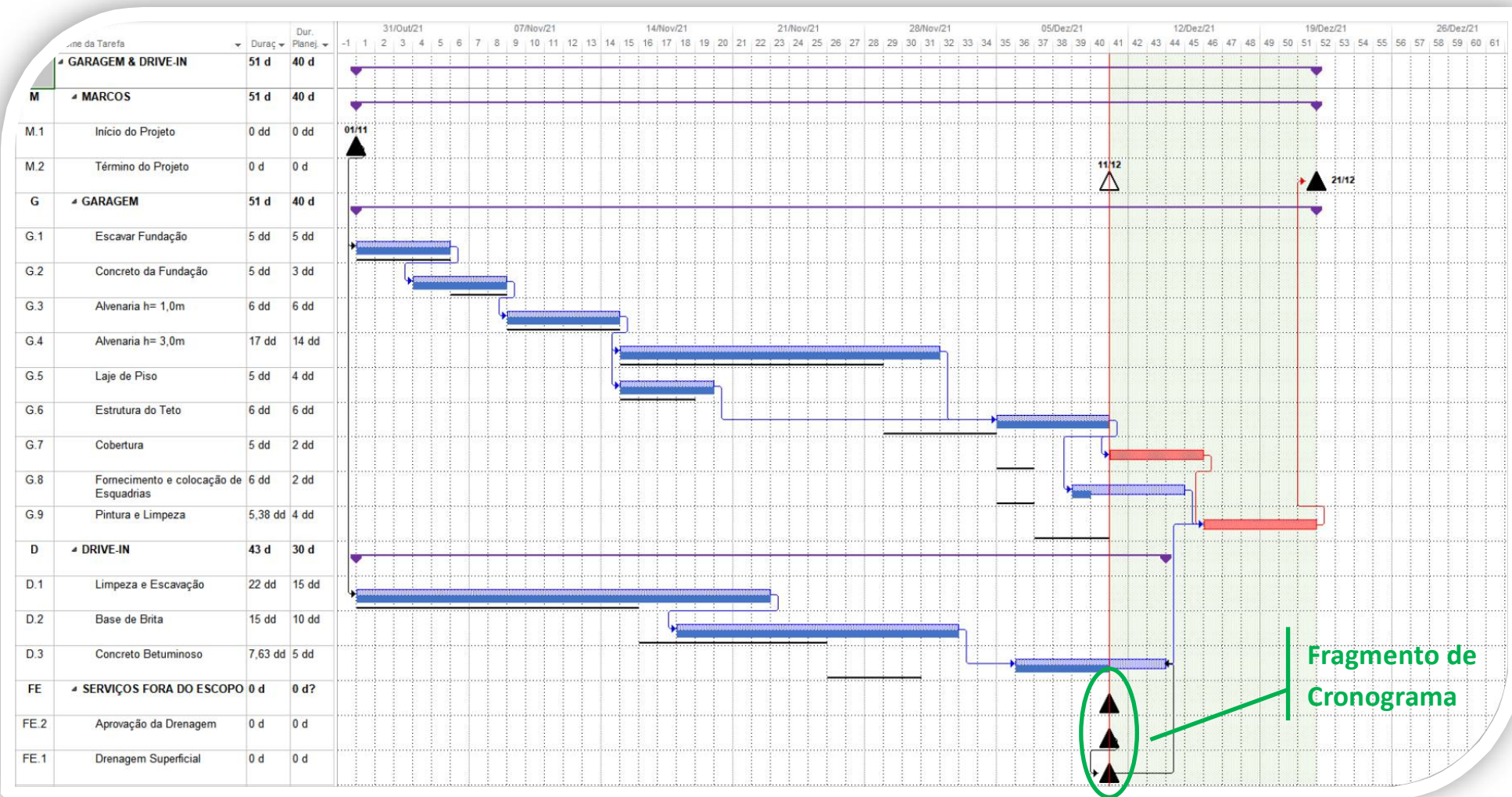


Figura 6 – Cronograma atualizado acrescido dos “Serviços Fora do Escopo”, sem alterações nas datas de término das atividades restantes.

Passo 3 - Avaliar o CC – Após a validação das predecessoras e determinação do impacto no tempo, conclui-se que, apesar do serviço fora de escopo ter uma duração de 10 dias corridos, o projeto foi impactado em somente 8 dias, resultando em 18 dias de atraso, conforme identificação na Figura 7.

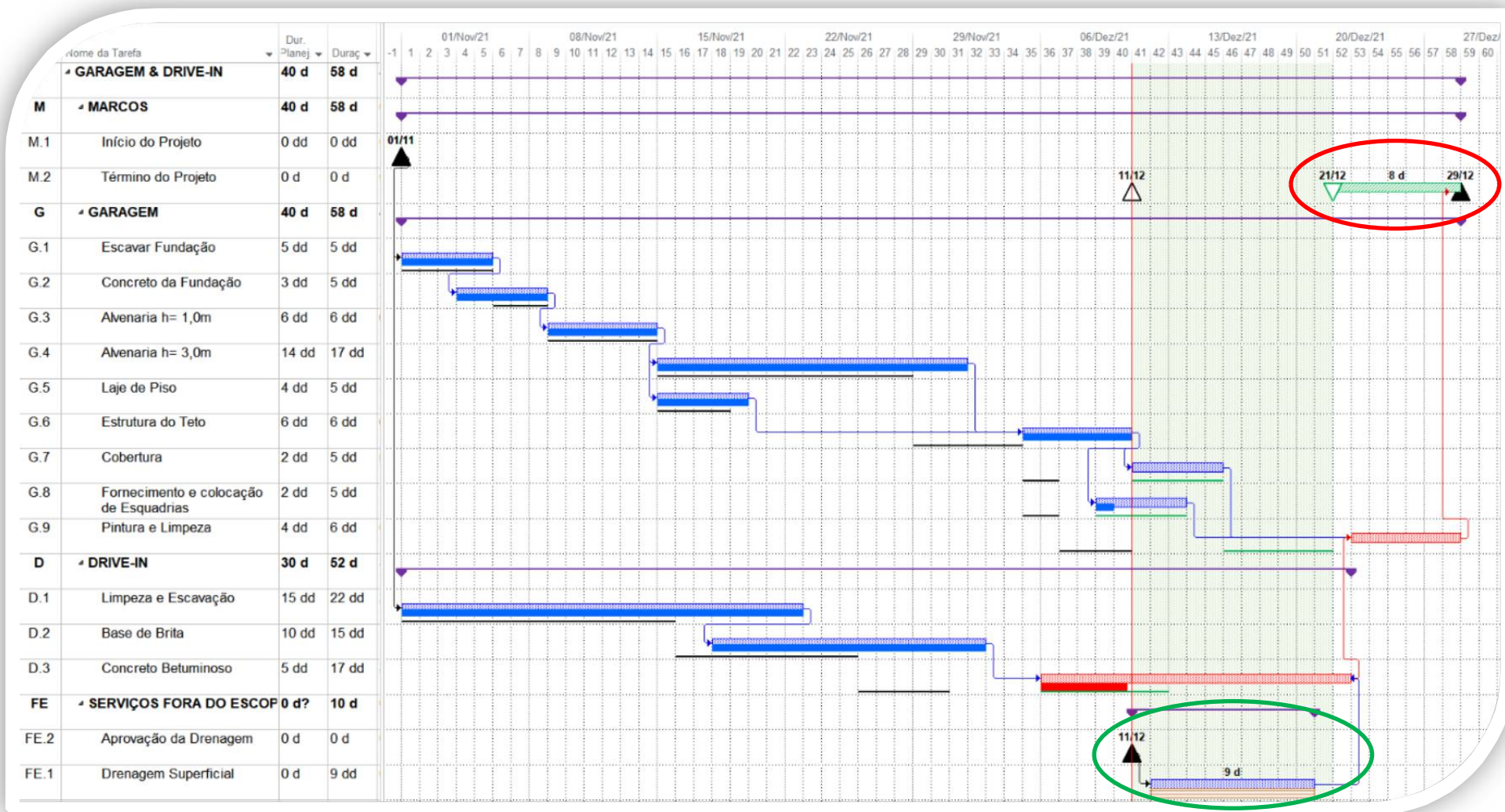


Figura 7 – Cronograma final com a inclusão do fragmento com 10 dias de duração, iniciando um dia após a aprovação

Resumo da Análise do(s) Atraso(s) – O impacto total no cronograma foi de 18 dias (AT Projeto), sendo 9 dias por conta do contratante e 9 dias por conta do contratado.

Aálise de Impacto no Tempo - TIA

Tipos de Atrasos		Datas e Durações			Resumo dos Atrasos				Observações		
ANN	Atraso Não-Escusável e Não-Compensável (Contratado)		Início:	Término:	Duração:	Σ AEC	9	AT Projeto	18	Efeito Líq.: Considera apenas os Desvios Críticos	
AEN	Atraso Escusável e Não-Compensável (Neuro -Tempo/Greve)	Planejada	1/11/21	11/12/21	40	Σ ANN	9	Contratante	9	ST - Status	AT - Atraso
AEC	Atraso Escusável e Compensável (Contratante)	Atual	1/11/21	29/12/21	58	Conjunto	0	Contratado	9	AC - Aceleração	SP - Suspensão

GARAGEM & DRIVE-IN				Variação em Dias		Tipo	Desvios/Atrasos Críticos				Desvios Não Críticos				Efeito Líquido	EDT
ID N°	ST ID	Descrição	Crítica ?	Eventos	Data de Término		AEN	ANN	AEC	-AC	AEN	ANN	AEC	-AC	EL= +AT - AC	
TOTAIS =>								9	9						18	
18	FE	SERVIÇOS FORA DO ESCOPO	Não	0		AEC		0				0			0	J1
19	FE.2	Aprovação da Drenagem	Não	0		AEC		0				0			0	FE.2
20	FE.1	Drenagem Superficial	Não	9		AEC		0	9			9			9	FE.1
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0
															0	0

Resumo dos Atrasos: Contratado (ANN): 9 d; Contratante (AEC): 9 d; Conjunto (ANN/AEC): 0 d; Projeto: 18 d.

Atraso Líquido dos Eventos: 18 d – 9 d = 9 dias (Responsabilidade do Contratante) e; Responsabilidade do Contratado: 9d.