

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
ANDRÉ FILLIPPE FARIAS DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE DA APLICABILIDADE DO DIAGRAMA ESPAÇO-TEMPO
NO PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO DE UMA PONTE DO
PROJETO EXPRESSWAY – SUAPE**

**Recife
2013**

ANDRÉ FILLIPPE FARIAS DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DA APLICABILIDADE DO DIAGRAMA ESPAÇO-TEMPO
NO PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO DE UMA PONTE DO
PROJETO EXPRESSWAY – SUAPE**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro de Tecnologia e
Geociências da Universidade Federal
de Pernambuco para obtenção da
Graduação em Engenharia Civil**

**Orientador: Professor João Joaquim
Guimarães Recena**

**Recife
2013**

Catálogo na fonte
Bibliotecária: Rosineide Mesquita Gonçalves Luz / CRB4-1361 (BCTG)

O48a Oliveira, André Fillippe Farias de.

Análise da aplicabilidade do Diagrama Espaço-Tempo no planejamento da construção de uma ponte do Projeto Expressway-Suape / André Fillippe Farias de Oliveira. – Recife: O Autor, 2013.

32p., il., figs., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. João Joaquim Guimarães Recena.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Civil, 2013.

Inclui Referências, Apêndices e Anexos.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha vida, que há quase seis anos é de dificuldades e renúncias em prol de um sonho que agora se realiza.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Aparecida, que foi uma guerreira ao me criar sozinha, mesmo com todas as dificuldades, tendo como horizonte a única saída digna às crianças de famílias humildes: a educação.

Ao meu irmão, Marcos, que é um homem exemplar, no qual eu tenho certeza absoluta que a qualquer momento da minha vida posso me apoiar.

Ao amor da minha vida, Juliana, que está comigo desde o dia em que soube o resultado do vestibular. Passou junto comigo por todas as fases boas e ruins, sempre com um sorriso no rosto e uma palavra de segurança a oferecer. Às vezes, confiou na minha capacidade mais do que eu mesmo. Foi, é e sempre será o meu ponto de equilíbrio.

Aos meus amigos e demais familiares, pela paciência com a qual aturaram meu stress quando presente e a falta de contato quando ausente.

Aos meus colegas de curso, que, como em um exército, reconheceram que as dificuldades eram muito grandes e não me deixaram enfrentá-las sozinhos. Por vezes convivi com eles mais que com a família. Sempre ofereceram apoio e a certeza de que éramos mais fortes juntos.

Ao professor João Recena, que, mesmo com tantas outras preocupações e tantos outros compromissos importantes, sempre que solicitado, pacientemente me orientou, não só no desenvolvimento deste trabalho como em outros problemas e me auxiliou com a sua experiência de pai dedicado e engenheiro bem sucedido que é. Um professor que não trata aluno como um simples número merece meu respeito.

À Odebrecht Infraestrutura, nas pessoas dos engenheiros Rodolfo Buniac, Aline Souza, Fernando Vieira, Clovis Melo e Jeferson Britto, que me ofereceram todo o apoio necessário com o fornecimento de dados, experiências anteriores, entrevistas e reuniões para o desenvolvimento deste trabalho e o meu desenvolvimento como profissional.

A todas as outras pessoas que não são mencionadas aqui, mas que podem ter a certeza de que me lembro de toda e qualquer influência que tiveram em minha vida. Influência que, direta ou indiretamente, contribuiu para que eu tivesse sabedoria suficiente para desenvolver este trabalho.

RESUMO

A técnica da linha de balanço ou diagrama tempo-caminho é uma técnica desenvolvida para planejar projetos cujas atividades devem ser lineares e com características repetitivas. Seu uso é amplamente difundido, mas não possui características detalhadas como o gráfico de Gantt. Dentro desta temática, surgem gráficos elaborados com o mesmo intuito, porém dispendo de uma base diferenciada de dados e retornando outras informações mantendo a razão lógica inicial. Destaca-se, portanto, o uso do diagrama espaço-tempo como forma de obter relação lógica semelhante à linha de balanço preservando suas características iniciais, diferenciando-se pelo visual e dados de retorno. Este trabalho teve como objetivo a avaliação das características e peculiaridades do diagrama espaço-tempo em sua aplicação no planejamento de uma ponte nas obras do Consórcio Expressway. Observou-se que, para as demandas do projeto, o diagrama se comportou bem frente ao nível de informações requerido. Mesmo se tratando de uma construção que conta com elementos em dois sentidos, a aplicação do método em seu objetivo teórico forneceu um nível razoável de detalhes em comparação com o diagrama clássico e mostrou-se igualmente eficiente frente às expectativas. Este trabalho também fez uma análise comparativa com outros exemplos reais tendo a finalidade de encontrar fatores relevantes que motivassem a viabilidade do método.

Palavras-chave: Linha de balanço. Diagrama. Tempo-caminho. Gantt. Espaço-tempo.

ABSTRACT

The Line of Balance or path-time diagram is a technique developed to plan projects whose activities must be linear and show repetitive characteristics. Its use is widespread, but lacks features such as Gantt chart. Within this theme, there are charts created with the same purpose, but providing a differentiated data basis and other information returning keeping the initial rationale. It should be noted, therefore, the use of space-time diagram so as to obtain the logical link similar to the line of balance maintaining its initial characteristics, differentiated by visual and feedback data. This study aimed to evaluate the characteristics and peculiarities of the path-time diagram in their application in the planning of a bridge in the works of the Consórcio Expressway. It was observed that, for the demands of the project, the diagram behaved well against the level of information required. Moreover, it was found that, because it is a construct that has vertical and horizontal elements, the application of the method in its theoretical goal provided a lower level of detail compared to the classic diagram, although equally efficient. This study also made a comparative analysis with other real examples with the purpose of finding relevant factors that justified the feasibility of the method.

Keywords: Line of balance. Diagram. Path-time. Gantt. Space-time.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Cronograma de Barras de uma obra rodoviária	13
Figura 02 – Reordenamento por atividades e suas repetições	13
Figura 03 – Arranjo Geral da Obra e detalhe da ponte sobre o Rio Novo	18
Figura 04 – Diagrama Unifilar	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Planejamento em fases da obra	19
---	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
1.1 MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO OU DIAGRAMA TEMPO-CAMINHO	12
1.2 SEQUÊNCIA LÓGICA	14
1.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS	14
1.4 COMPARATIVO	15
1.5 PRODUTIVIDADE	16
2 ESTUDO DE CASO	18
2.1 DADOS DO CONTRATO	18
2.2 DESCRIÇÃO GERAL DA OBRA	18
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
3.1 COMPARATIVO ENTRE CASOS REAIS	20
4 CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS	23
APÊNDICE A – DIAGRAMA TEMPO-CAMINHO DA PONTE SOBRE O RIO NOVO	24
ANEXO A – CRONOGRAMA GANTT DA PONTE SOBRE O RIO NOVO	25
ANEXO B – DIAGRAMA TEMPO-CAMINHO DA PONTE SOBRE O RIACHO SÃO JOSÉ	26
ANEXO C – DIAGRAMA TEMPO-CAMINHO DA PONTE SOBRE O RIACHO SÃO CRISTOVÃO	27
ANEXO D – DIAGRAMA TEMPO-CAMINHO DA PONTE SOBRE O RIACHO MILAGRES	28
ANEXO E – DIAGRAMA TEMPO-CAMINHO DA PONTE SOBRE O RIO FORMIGA	29

ANEXO F – DIAGRAMA TEMPO-CAMINHO DA PONTE SOBRE O RIO JABOATÃO, RESERVA DO PAIVA	30
ANEXO G – DIAGRAMA TEMPO-CAMINHO DA BR-101, LOTE 7, CABO DE SANTO AGOSTINHO – RIBEIRÃO	31
ANEXO H – CRONOGRAMA DE BARRAS SIMPLIFICADO DA BR-101, LOTE 7, CABO DE SANTO AGOSTINHO - RIBEIRÃO .	32

INTRODUÇÃO

As fases históricas da construção civil, de forma geral, no Brasil são bem definidas e possuem características intimamente ligadas aos respectivos contextos das épocas. Desde a década de 40, com a necessidade e o investimento maciço do estado na industrialização do país, passando pelo regime militar na década de 70 e seu olhar voltado para a problemática habitacional; décadas de 80 e 90 com a redemocratização, nova constituição e um contexto socioeconômico que elevou os padrões de exigência do mercado culminando em uma maior ênfase na qualidade do produto final; e por fim, chegando aos anos 2000 com o aquecimento da economia, o aumento do poder aquisitivo das classes sociais de rendas mais baixas e a necessidade da retomada dos grandes investimentos na infraestrutura nacional mediante o desejo da sustentação do crescimento frente ao cenário mundial de crise econômica, sem contar nos grandes eventos globais realizados no país, como Copa do Mundo FIFA e Olimpíadas. Em todas essas passagens históricas, se fez necessário o aumento da tecnologia em um ritmo compatível com o avanço socioeconômico de forma a garantir as demandas e exigências do mercado e mesmo sendo um país com alguns domínios de excelência, como a tecnologia do concreto, por exemplo, a produtividade ganhou destaque significativo devido à alta competitividade do mercado e também às respostas econômicas das políticas de longo prazo.

A produção é alvo de muitos estudos em todo o mundo devido ao alto número de variáveis, dos mais diversos tipos, áreas e relevâncias que influenciam no resultado final de todo e qualquer processo e a consequente garantia de sua funcionalidade frente às exigências e expectativas prévias. Na engenharia civil, embora muitos dos processos de execução das obras estejam informatizados e mecanizados, parcelas significativas da produção dependem de fatores humanos e naturais, que fogem ao controle técnico tão almejado pelos especialistas. Em um mercado competitivo, o destaque se dá à harmonia apresentada na interface entre custo, prazo e segurança, sendo o planejamento a maior arma para o estabelecimento do sucesso de um projeto. Quanto mais exata a definição dos limites dessa interface, maior é a probabilidade de satisfação com seu resultado final. Portanto, se faz necessário o uso de técnicas que minimizem a margem de erro em um planejamento.

A tríade custo, prazo e segurança pode ser desequilibrada de acordo com a demanda e suas prioridades. Nos últimos anos, no Brasil, por exemplo, houve uma demanda muito grande por prazos precisos em grandes obras para a realização da Copa do Mundo FIFA de Futebol, o que exigiu um planejamento rigoroso no tocante ao cronograma. Tal planejamento leva em consideração vários fatores de difícil controle, além de direcionar decisões gerenciais de alto risco associado. As técnicas mais difundidas para a elaboração do cronograma são os diagramas de rede PERT/CPM e o gráfico de Gantt. Este último fornece dados detalhados e apresenta uma importante parte do planejamento em sua rede de informações, porém, sua elaboração ainda requer muito tempo, que em algumas oportunidades, pode ser um entrave ao pouco tempo disposto para uma tomada de decisão dentro do ciclo PDCA. Tendo em vista essa necessidade, surge o diagrama Tempo-Caminho ou Linha de Balanço, do termo inglês Line of Balance (LOB), como alternativa para uma visualização rápida e acompanhamento efetivo da produtividade.

Muitas obras com características repetitivas também contam com a linearidade, mas nem todas são assim. Para não excluir determinadas obras do processo de planejamento baseado em linha de balanço, surgiram algumas variantes do diagrama, tais como o diagrama espaço-tempo, que pode representar pontes, por exemplo. A ponte é uma obra de arte que não pode ser esquecida no planejamento de uma estrada ou deve ter um nível de planejamento satisfatório quando projetada em separado. A representação de uma obra que não conta com uma linearidade pelo diagrama espaço-tempo configura-se em um desafio. Tendo em vista a escassez de material literário a respeito do assunto e a maior difusão da técnica nos últimos anos, este desafio será colocado em ação em um estudo de caso do planejamento da ponte sobre o Rio Novo, em Ipojuca, parte constante das obras de Implantação e Requalificação de Vias internas ao Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros – SUAPE – EXPRESSWAY.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO OU DIAGRAMA TEMPO-CAMINHO

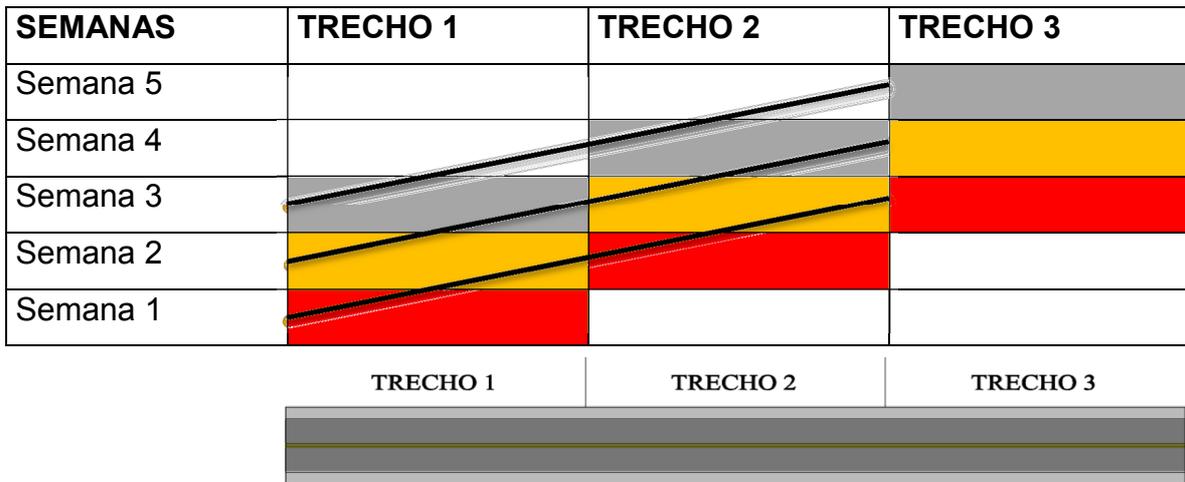
Sob a necessidade de garantir eficiência mediante as demandas exigidas de um processo produtivo, foram estudadas técnicas alternativas aos métodos de rede, como o PERT/CPM, de forma a agilizar a aplicação do PDCA com o acompanhamento (previsto x realizado), e a tomada de decisões em meio a tantas outras atividades da fase de execução. Surgiu então a técnica da Linha de Balanço. Criada pela Goodyear na década de 40 e aperfeiçoada pela Marinha Americana durante a Segunda Guerra Mundial, a Linha de Balanço ou Diagrama Tempo-caminho é uma técnica de planejamento desenvolvida para projetos que apresentam característica repetitiva de execução. Por ser separada em unidades de repetição bem definidas, os pacotes de atividades correspondentes podem ter seu desenvolvimento representado por linhas em um gráfico de tempo versus progresso. A declividade destas linhas, por sua vez, representa a produtividade da atividade (MATTOS, 2010).

Em uma análise detalhada, os métodos de rede, como PERT/CPM, por exemplo, não são tão adequados a projetos de características repetitivas, uma vez que as atividades, mesmo que idênticas, não apresentam mesma produtividade (ARDITI, ONUR e KANGSUK, 2002 apud MATTOS, 2010). A técnica da Linha de Balanço, portanto, serviria como uma ferramenta eficiente de controle.

Nas figuras a seguir, será demonstrada a diferença entre os dois métodos em uma obra rodoviária, grosso modo, que apresenta características de repetitividade (pode ser subdividida em unidades bem definidas de repetição, como trechos, quilômetros, por exemplo), a fim de esclarecer em quais ocasiões cada uma terá desempenho satisfatório:

ATIVIDADES	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
SUB-BASE					
Trecho 1					
Trecho 2					
Trecho 3					
BASE					
Trecho 1					
Trecho 2					
Trecho 3					
REVESTIMENTO					
Trecho 1					
Trecho 2					
Trecho 3					

Figura 01 – Cronograma de Barras de uma obra rodoviária.



	SUB-BASE
	BASE
	REVESTIMENTO

Figura 02 – Reordenamento por atividades e suas repetições.

Portanto, percebe-se que o foco da Linha de Balanço é a produtividade e não apenas a duração da atividade. Apenas por se falar em produtividade, abre-se uma nova discussão no tocante à exatidão de tais parâmetros, o que será explorado mais à frente.

No exemplo anterior, a técnica foi utilizada em uma obra rodoviária, porém, como dito anteriormente, é aplicável em diversas obras com características lineares e/ou repetitivas, tais como edifícios com pavimento tipo, redes de água ou esgoto, adutoras, túneis, gasoduto/oleoduto, obras em pré-moldado, conjuntos habitacionais, etc, apenas observando se há linearidade para variação ou não da distribuição temporal do diagrama.

1.2 SEQUÊNCIA LÓGICA

Uma sequência lógica é observada na elaboração de tal representação gráfica. Primeiramente, observa-se a demanda do planejamento dentro da tríade custo-prazo-segurança (prazo pré-fixado, recursos escassos, soluções técnicas seguras), depois aplica-se a duração do serviço mediante produtividade pré-estabelecida de uma equipe segundo métodos e índices fora do mérito de discussão neste momento. Aplica-se em visão gráfica tais dados obtidos e será observado ou não o cruzamento de algumas atividades devido às diferentes produtividades apresentadas, sejam elas interdependentes ou não. Com as demandas e os recursos dispostos para o projeto, realiza-se o balanceamento das atividades, dispondo mais equipes ou ajustando prazo, sempre observando as relações de dependência entre as unidades.

Na sequência descrita anteriormente, percebe-se que todas as etapas são idênticas à elaboração de um gráfico de rede PERT/CPM com a ordem lógica a critério do planejador fazendo surgir algumas perguntas: se o objetivo é o mesmo do Gantt, qual a real utilização do diagrama tempo-caminho? Quais as vantagens perante o outro método mais difundido? Quais são as incertezas associadas?

Tais dúvidas poderão ser elucidadas a seguir.

1.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Sem discutir as características relativas a outros métodos e sim a demanda de quem executa um projeto, a primeira e mais óbvia desvantagem é a impossibilidade da utilização do método em todos os tipos de obra, uma vez que, como já citado, o método só é eficiente em obras com características de linearidade e/ou repetição. O nível de detalhe também é um entrave à difusão do método,

servindo apenas como recurso gráfico para acompanhamento das atividades, dispondo de poucos dados acerca dos recursos aplicados, embora estes estejam implícitos na construção do diagrama. A ausência de softwares específicos é uma desvantagem sob o ponto de vista do trabalho associado à sua elaboração.

As vantagens são a obtenção de uma percepção sistemática da obra, um maior controle no balanceamento dos recursos aplicados em uma visão macro, detecção de falhas de lógica do diagrama de redes e avaliação de impactos na produtividade em função de eventos não esperados (MELLO, Peter. *Diagrama Tempo x Caminho*. Em: <http://www.thespiderteam.com/infospider/arquivos/strl_artigos_diagrama_tempo_caminho.pdf>. Acesso em: 06 Junho 2013.). Outra vantagem é a possibilidade de divisão e visualização de frentes de serviço, opostas ou não, que possibilitam maior controle na execução de obras como estradas, pontes em balanço sucessivo e edifícios altos. Uma vantagem chama atenção e é o mais relevante item na sua utilização: o acompanhamento do previsto versus realizado. Diz Mattos (2010, p.399), “esse tipo de controle é visualmente atraente, fácil de ser implementado e pode ser usado em reuniões com as equipes de campo. Recomenda-se que ele fique em local visível, de preferência na parede do escritório da obra.”

Tanto o aspecto visual quanto o técnico são visualizados rapidamente. A depender do tipo de diagrama tempo-caminho, as inclinações das retas que representam os avanços das atividades ou distribuições temporais de projeções espaciais fornecem, com cálculos simples, as produtividades previstas, as realizadas e as possíveis projeções para a implantação de um PDCA eficiente.

1.4 COMPARATIVO

Em uma rápida comparação, observa-se que o Gantt é um gráfico que tem como unidade de medida apenas o tempo e é um método difundido, generalizado e amplamente utilizado como padrão na indústria em representação de planejamento de atividades. Conta com variações na escala temporal e o nível de detalhes é grande, com disposições de custos e recursos aplicados. Uma simples medida de prioridade é representada como caminho crítico, que oferece uma visão global do projeto, entretanto, há uma dificuldade na identificação de gargalos lógicos e descontinuidades nas atividades. Este método conta com um vasto leque de

softwares específicos para a construção de tal diagrama e outros softwares de suporte para uma rápida elaboração de EAP, por exemplo.

Já o gráfico de linha de balanço é baseado na produtividade e tem como unidades de medida o tempo e o espaço, sendo uma obra linear separada em pacotes de repetição, isto é, o foco do diagrama é na atividade e nos seus respectivos locais distribuídos no tempo, visualizando-se melhor as falhas lógicas e as descontinuidades que por ventura ocorram. O método também facilita o balanceamento de recursos tendo em vista a otimização da aplicação e possibilita a reação imediata nas decisões acerca da evolução ou involução da execução do projeto com ênfase na proatividade.

Com isso, espera-se, portanto, que os dois métodos sejam complementares, uma vez que apresentam características indispensáveis à boa prática do planejamento e há uma impossibilidade funcional de unir tais métodos em um só.

1.5 PRODUTIVIDADE

A técnica da linha de balanço considera uma produtividade linear representando-se, portanto, com retas ou espaços preenchidos no diagrama. Vários autores debatem a respeito desse tema de forma a buscar uma maior precisão na otimização da utilização dos recursos, uma vez que tal balanceamento é a chave para um planejamento eficiente.

Vários fatores podem influenciar na produtividade, sejam eles internos ou externos ao processo. Se tratando de fatores externos existem alguns exemplos como interrupções por ordem natural, atraso no fornecimento de insumos, epidemias ou quebra de equipamentos, etc. Nos fatores internos existem exemplos ligados ao trabalhador em uma visão sociológica, considerando aspectos regionais e princípios como o Taylorismo, que, segundo Chiavenato (1979 apud ICHIHARA, Jorge de Araújo. *A Base Filosófica da Linha de Balanço*. Em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T3105.PDF>. Acesso em: 02 Junho 2013.), “o homem deveria produzir como uma máquina ou robô, uma vez que Taylor procurava, sem conhecer devidamente o organismo humano, conseguir o rendimento máximo, quando deveria conseguir o rendimento ótimo”; passando também por outras teorias como a Teoria XY de McGregor.

Tendo em vista tais aspectos, se consideraria a produtividade não como uma reta, e sim uma curva, na qual uma mão-de-obra pouco ou não qualificada alcançaria um rendimento satisfatório com as repetições sucessivas. Ou talvez a motivação pessoal pelo fim do projeto aumentaria a produtividade da equipe. Necessita-se estimar uma produtividade linear, que não necessariamente precisa ser constante, de forma a garantir a eficácia do método. Por isso, grandes empresas adotam sistemas que compilam dados obtidos nos projetos em execução e os agrupam de forma a filtrá-los por fatores isolados, como aspectos regionais, por exemplo. Com um trato estatístico adequado, esses dados podem chegar ao mais próximo possível da exatidão na estimativa da produtividade de um novo projeto com características semelhantes aumentando a eficiência do planejamento.

De qualquer forma, fugindo dos méritos da sociologia, serão adotadas produtividades lineares, baseadas em índices de banco de dados próprio da empresa e experiências anteriores do corpo técnico, considerando pertinente margem de erro, no estudo de caso deste trabalho.

2 ESTUDO DE CASO

2.1 DADOS DO CONTRATO

Cliente: Concessionária Rota do Atlântico S.A (CRA)

Obra: Complexo Viário e Logístico de SUAPE – EXPRESSWAY

Construtor: Consórcio Expressway (CEW) – Odebrecht/OAS

Escopo: execução das obras de requalificação das vias existentes e das vias em construção e a implantação de novas vias para o Complexo Viário e Logístico de SUAPE – EXPRESSWAY, bem como as obras de Apoio Operacional para concessão de rodovia.

Regime de Contratação: EPC Turnkey com preço global;

2.2 DESCRIÇÃO GERAL DA OBRA

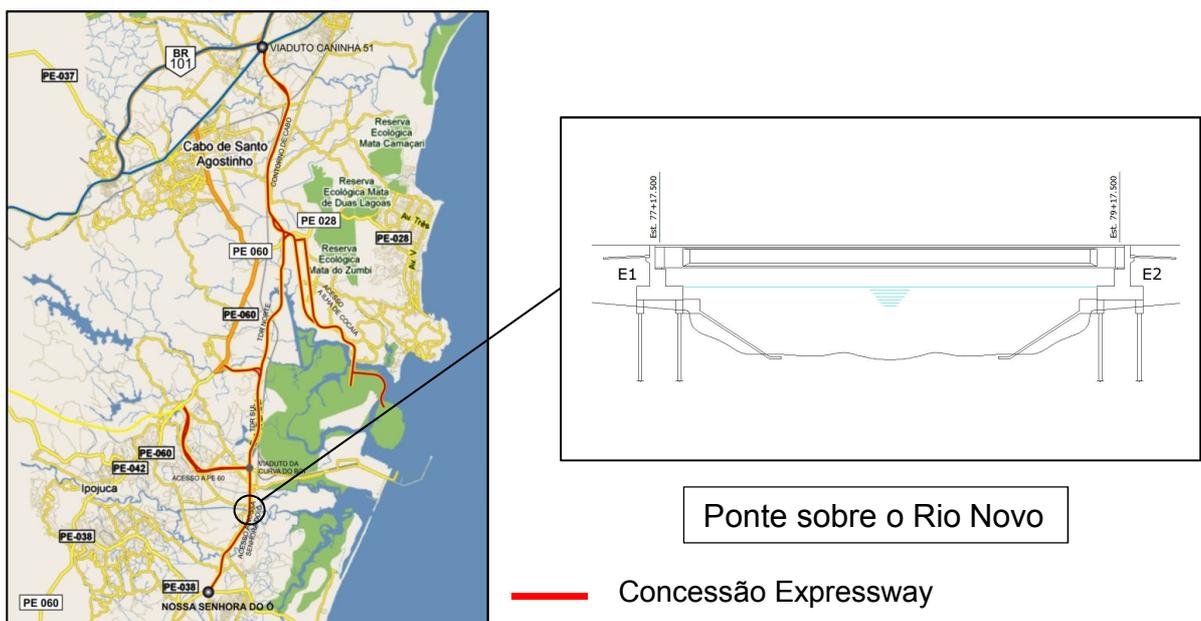


Figura 03 – Arranjo Geral da Obra e detalhe da ponte sobre o Rio Novo.

A ponte objeto de estudo fica em um trecho de implantação de via entre o distrito de Nossa Senhora do Ó, Ipojuca, e a Curva do Boi, no complexo industrial de SUAPE.

O planejamento das fases da obra pode ser observado na tabela a seguir:

Tabela 01 – Planejamento em fases da obra.

FASE 1* - 1° ao 6° mês		FASE 2* - 7° ao 18° mês		FASE 3* - 19° ao 24° mês	
Plano de Ataque Contratual	Plano de Ataque (Realizado)	Plano de Ataque Contratual	Plano de Ataque (Cenário Atual)	Plano de Ataque Contratual	Plano de Ataque (Cenário Atual)
<p>1. Requalificação das vias existentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TDR Sul - TDR Norte - Curva do Boi a PE-60 <p>2. Construção das Praças de Pedágio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PP2 - PP3 - PP4 <p>3. Construção do SAU Provisório</p> <p>4. Início da construção das edificações de operações e apoio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SAU - PRE - SEDE / CCO 	<p>1. Requalificação das vias existentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TDR Sul - TDR Norte - Curva do Boi a PE-60 <p>2. Construção das Praças de Pedágio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PP4 <p>3. Construção do SAU Provisório</p> <p>4. Início da construção das edificações de operações e apoio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SEDE / CCO <p>5. Início da construção da Via de Interligação a Nossa Senhora do Ó</p>	<p>1. Complexo viário Dom Helder</p> <p>2. Requalificação da via de acesso a Ilha de Cocaia</p> <p>3. Adequação do cruzamento da PE-28 com a TDR - Norte</p> <p>4. Viaduto da Curva do Boi</p> <p>5. Construção da praça de pedágio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PP1 <p>6. Conclusão da construção das edificações de operação e apoio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SAU - PRE - Edifício da Administração/CCO <p>7. Plataformas de pesagem moveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Balança 01 - Balança 02 <p>8. Continuação da construção da via de Interligação a Nossa Senhora do Ó</p>	<p>1. Complexo viário Dom Helder</p> <p>2. Viaduto da curva do boi</p> <p>3. Início da construção das edificações de operações e apoio: 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - SAU - PRE <p>4. Continuação da Construção das Praças de Pedágio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PP4 <p>5. Início da construção das praças de pedágio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PP1 - PP2 - PP3 - PP5 <p>6. Conclusão da construção das edificações de operação e apoio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SAU - PRE - Edifício da Administração/CCO 	<p>1. Conclusão da construção da via de acesso a Nossa Senhora do Ó</p> <p>2. Construção da praça de pedágio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PP5 <p>3. Plataformas de pesagem moveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Balança 03 - Balança 04 	<p>1. Conclusão da construção da via de acesso a Nossa Senhora do Ó</p> <p>2. Conclusão das praças de pedágio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PP1 - PP2 - PP3 - PP4 - PP5 <p>3. Plataformas de pesagem moveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Balança 01 - Balança 02 - Balança 03 - Balança 04

As obras acima dispostas podem ser representadas conforme se observa a seguir:

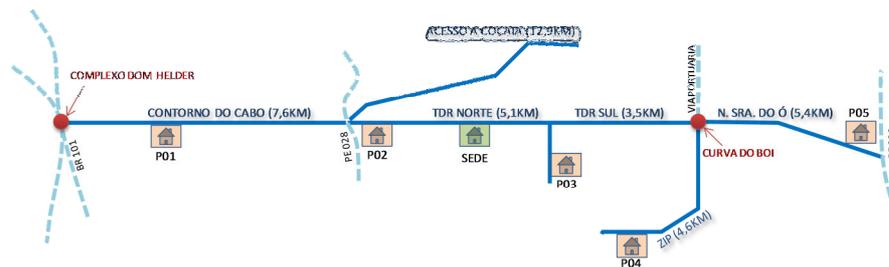


Figura 04 – Diagrama Unifilar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diagrama espaço-tempo resultante da análise do planejamento referente à ponte sobre o Rio Novo em Nossa Senhora do Ó, Ipojuca, está disposto no Apêndice A (p. 24) deste trabalho e foi obtido mediante estudo do gráfico de Gantt constante no Anexo A (p. 25), cedido pelo engenheiro responsável pela obra e aplicado às práticas do dia-a-dia da execução. Segundo depoimento do engenheiro residente Fernando Vieira, constatou-se uma maior dinâmica na prática do PDCA (com a melhora na transmissão de informações em níveis de organograma inferiores e superiores, tanto para encarregados quanto para gerentes), que já vinha ocorrendo com relativa eficiência, porém, carecia de uma otimização temporal para tratamento de tais dados.

Conforme observado em resultado demonstrado no Apêndice A, observando a metodologia construtiva da obra, optou-se por separar as etapas de fabricação e montagem dos elementos estruturais, uma vez que parte desses elementos são pré-moldados. Como neste caso não há unidade de repetição definida devido às diversas características intrínsecas ao tipo de obra e já discutidas anteriormente, elaborou-se um modelo alternativo ao gráfico de linha de balanço, seguindo outros modelos bem sucedidos como o da ponte sobre o Rio Jaboatão, na Reserva do Paiva (ver Anexo F, p. 30), que preservam a maioria das características peculiares ao método da linha de balanço e atendem às expectativas da mesma forma. Neste modelo, ao invés da representação da produtividade através de linhas, utilizou-se a representação com espaços correspondentes preenchidos, com isso, constatou-se que as atividades continuam com uma interface de simples visualização lógica, o que proporcionou proveitosas discussões acerca da sequência planejada.

3.1 COMPARATIVO ENTRE CASOS REAIS

Com o intuito de ter um parâmetro para avaliar a qualidade do material resultante (vide Apêndice A), foram tomados exemplos de outras obras, semelhantes ou não, para um breve comparativo tendo em vista a eficiência do método. Algumas dessas obras serão mantidas em sigilo, porém, com exemplos bem definidos e pertinentes.

As pontes dos riachos São José, São Cristovão e Milagres e do Rio Formiga (vide Anexos B, C, D e E, p. 26, 27, 28 e 29) possuem o diagrama tempo-caminho em um molde que se assemelha ao proposto na ponte objeto de estudo, porém são constatadas algumas diferenças, seja devido ao método em si, seja devido a outros fatores, como o método construtivo, por exemplo. Observa-se também que nesses casos não há uma rigurosidade estabelecida na obediência às projeções do desenho que representa a ponte, que, embora continue compreensível, perde força característica ao embasamento teórico do método. Em comparação à ponte objeto de estudo: todas as outras pontes possuem um número maior de vãos; nas pontes dos riachos São José, São Cristovão e Milagres as vigas são fabricadas “in loco” e, conseqüentemente, passa a existir um sistema de escoramento; o lançamento das vigas da ponte do Rio Formiga é feito por um sistema diferente do utilizado pela ponte objeto de estudo, onde se utiliza um sistema de trilhos e fischietis. Todas as peculiaridades aqui exploradas e mais as que não foram citadas, obviamente influenciam na sequência construtiva, mesmo que em um nível pouco relevante, porém, percebe-se que em todos os exemplos utilizados, seria possível elaborar um tempo caminho diferente, uma vez que, com mais de um vão, já existiria uma unidade de repetição definida.

Observando a ponte localizada na Reserva do Paiva sobre o Rio Jaboatão (vide Anexo F, p. 30), constata-se várias peculiaridades, a começar pelo método construtivo (balanços sucessivos). Sendo assim, torna-se possível separá-la em unidades de repetição bem definidas e menores que os vãos, pois é segmentada. Comprova-se, portanto, que o nível de detalhe de um diagrama tempo-caminho não só é função do tipo de obra, como também é do processo construtivo. Apesar do tipo diferente de obra, o diagrama tempo-caminho da ponte sobre o Rio Novo segue o mesmo formato, fugindo do diagrama clássico, conforme se observa no exemplo da obra de duplicação e requalificação da BR-101, lote 07, entre as cidades do Cabo de Santo Agostinho e Ribeirão em Pernambuco (vide Anexo G, p. 31). Também está disposto o respectivo cronograma de barras simplificado (vide Anexo H, p. 32), a título de acompanhamento para esclarecimentos de possíveis gargalos lógicos. Neste último exemplo, observa-se claramente que, por se tratar de uma obra estritamente linear (excetuando-se as obras de arte especiais, dentre elas, justamente, pontes), pode-se estabelecer uma escala definida em ambos os eixos, possibilitando a extração de mais dados e de forma mais simples, além de dar a

opção do planejamento em mais frentes de serviço, uma das principais características vantajosas discutidas na fundamentação teórica.

4 CONCLUSÕES

Com base nas experiências acompanhadas em campo (relatadas pelo Engenheiro Responsável de Produção do Consórcio Expressway), nos outros casos estudados e tipos de diagramas analisados, chega-se à conclusão de que a utilização do diagrama espaço-tempo é satisfatória e não pode ser de forma isolada, pois, mesmo que este contenha vários níveis de informações, ainda não alcançará o nível de um gráfico de Gantt. Principalmente no caso estudado, onde, baseado em constatações próprias e depoimentos de profissionais diretamente ligados à execução da obra, enfatiza-se a extrema importância em sua utilização como meio de “clareamento” do planejamento, uma vez que a possibilidade de identificação de conflitos lógicos é notória, facilitando a comunicação interna nos mais diversos níveis do organograma da obra.

Uma das dificuldades encontradas na elaboração do diagrama objeto de estudo foi o método construtivo, fator contornado pela divisão dos procedimentos executivos em fabricação de elementos estruturais pré-moldados, montagem ou execução de componentes “in loco” e elementos para auxílio da montagem. Desta forma alternativa, o diagrama elaborado ganhou níveis de detalhe satisfatórios e foi amplamente apoiado e aprovado em sua utilização para o acompanhamento. Seguindo estes moldes, mesmo não sendo um diagrama do tipo clássico, chega-se à conclusão de que o diagrama espaço-tempo da ponte sobre o Rio Novo atende às expectativas dentro do que foi proposto, não deixando de respeitar e obedecer a fundamentação teórica.

REFERÊNCIAS

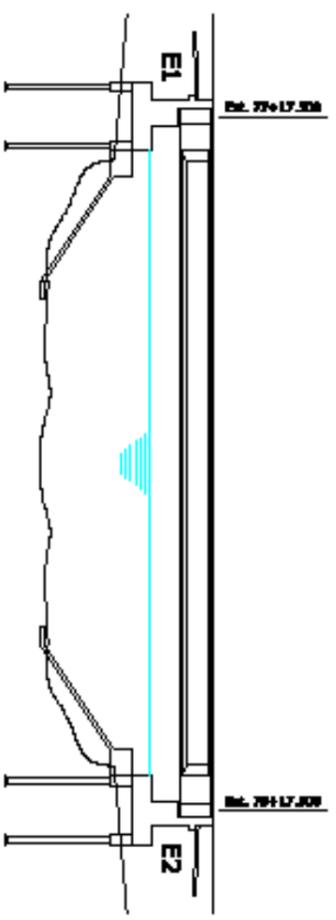
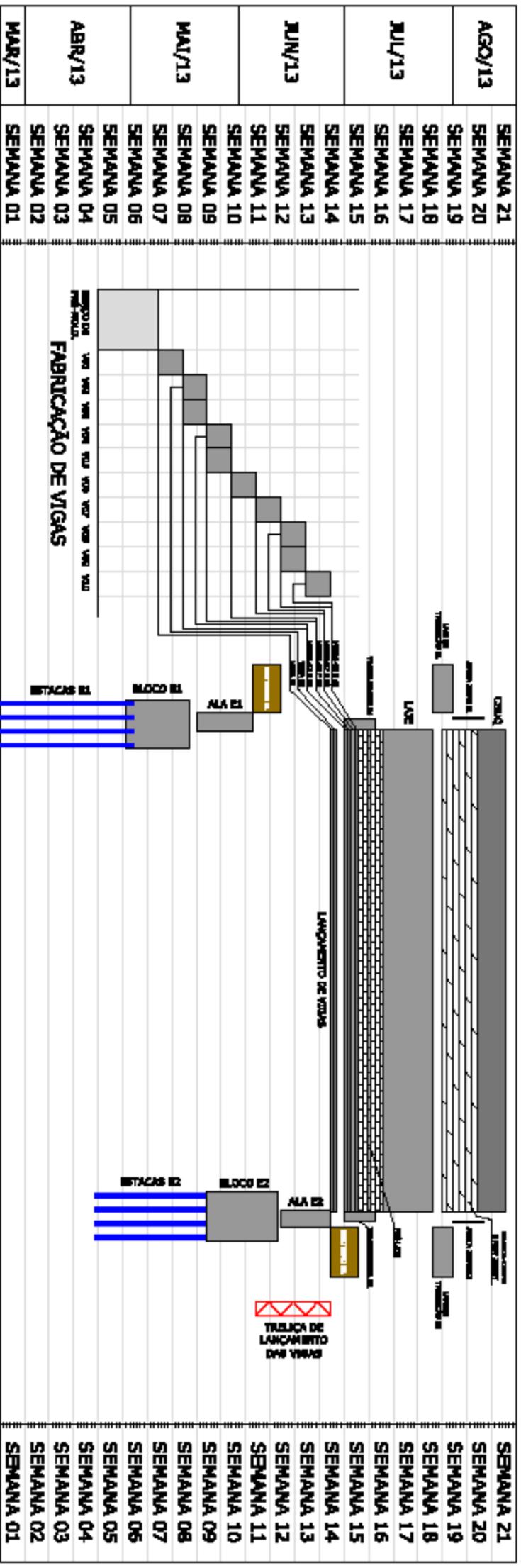
MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: PINI, 2010. 420 p.

ICHIHARA, J. de A. **A base filosófica da linha de balanço**. Trabalho didático (pós-graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T3105.PDF>. Acesso em 02 jun. 2013.

MELLO, P. **Diagrama tempo x caminho**. 2010. 5 p. Artigo – The spider team / PMI, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.thespiderteam.com/infospider/arquivos/strl_artigos_diagrama_tempo_caminho.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2013.

**APÊNDICE A – DIAGRAMA ESPAÇO-TEMPO DA PONTE SOBRE O
RIO NOVO**

CONSORCIO EXPRESSWAY
DIAGRAMA TEMPO x CAMINHO - PONTE SOBRE O RIO NOVO
INÍCIO EM 25/03/2013



**ANEXO A – CRONOGRAMA GANTT DA PONTE SOBRE O RIO
NOVO**

Id	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Predecessoras	18/Mar/13 19/Abr/13 20/Mai/13 21/Jun/13 22/Jul/13 23/Ago/13												
						S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q
1	PONTE RIO NOVO	104 dias?	Seg 25/03/13	Qui 15/08/13		[Barra de projeto]												
2						[Barra de projeto]												
3	INFRAESTRUTURA	56,88 dias?	Seg 25/03/13	Ter 11/06/13		[Barra de projeto]												
4	Cravação de estacas	35,88 dias	Seg 25/03/13	Seg 13/05/13		[Barra de projeto]												
5	✓ Encontro 1	20,88 dias	Seg 25/03/13	Seg 22/04/13		[Barra de projeto]												
6	Encontro 2	15 dias	Dom 21/04/13	Seg 13/05/13	5	[Barra de projeto]												
7	Prova de carga	20 dias	Qua 17/04/13	Qua 15/05/13		[Barra de projeto]												
8	✓ Encontro 1	0 dias	Qua 17/04/13	Qua 17/04/13	5	[Barra de projeto]												
9	Encontro 2	2 dias	Seg 13/05/13	Qua 15/05/13	6	[Barra de projeto]												
10	Encamisamento	22 dias	Seg 22/04/13	Qua 22/05/13		[Barra de projeto]												
11	Encontro 1	7 dias	Seg 22/04/13	Qua 01/05/13		[Barra de projeto]												
12	Solda	5 dias	Seg 22/04/13	Seg 29/04/13	5	[Barra de projeto]												
13	Armação	2 dias	Seg 29/04/13	Qua 01/05/13	12	[Barra de projeto]												
14	Encontro 2	7 dias	Seg 13/05/13	Qua 22/05/13		[Barra de projeto]												
15	Solda	5 dias	Seg 13/05/13	Seg 20/05/13	6	[Barra de projeto]												
16	Armação	2 dias	Seg 20/05/13	Qua 22/05/13	15	[Barra de projeto]												
17	Concreto magro	18 dias?	Ter 30/04/13	Sex 24/05/13		[Barra de projeto]												
18	Bloco E1	1 dia?	Ter 30/04/13	Qua 01/05/13	12TI+1 dia	[Barra de projeto]												
19	Bloco E2	1 dia?	Qui 23/05/13	Sex 24/05/13	16TI+1 dia	[Barra de projeto]												
20	Armação	25 dias	Qua 01/05/13	Qua 05/06/13		[Barra de projeto]												
21	Bloco+Partida do Encontro E1	8 dias	Qua 01/05/13	Seg 13/05/13	18	[Barra de projeto]												
22	Bloco+Partida do Encontro E2	8 dias	Sex 24/05/13	Qua 05/06/13	19	[Barra de projeto]												
23	Formas+Escoramentos+Andaimes	20 dias	Seg 13/05/13	Seg 10/06/13		[Barra de projeto]												
24	Bloco E1	3 dias	Seg 13/05/13	Qui 16/05/13	21	[Barra de projeto]												
25	Bloco E2	3 dias	Qua 05/06/13	Seg 10/06/13	22	[Barra de projeto]												
26	Concreto	18 dias?	Qui 16/05/13	Ter 11/06/13		[Barra de projeto]												
27	Bloco E1	1 dia?	Qui 16/05/13	Sex 17/05/13	24	[Barra de projeto]												
28	Bloco E2	1 dia?	Seg 10/06/13	Ter 11/06/13	25	[Barra de projeto]												
29	MESOESTRUTURA	28 dias?	Seg 20/05/13	Qui 27/06/13		[Barra de projeto]												
30	Armação	22 dias	Seg 20/05/13	Qua 19/06/13		[Barra de projeto]												
31	Encontro E1	5 dias	Seg 20/05/13	Seg 27/05/13	27TI+1 dia	[Barra de projeto]												
32	Encontro E2	5 dias	Qua 12/06/13	Qua 19/06/13	28TI+1 dia	[Barra de projeto]												
33	Formas	21 dias	Seg 27/05/13	Ter 25/06/13		[Barra de projeto]												
34	Encontro E1	4 dias	Seg 27/05/13	Sex 31/05/13	31	[Barra de projeto]												
35	Encontro E2	4 dias	Qua 19/06/13	Ter 25/06/13	32	[Barra de projeto]												
36	Concreto	18 dias?	Sex 31/05/13	Qua 26/06/13		[Barra de projeto]												
37	Encontro E1+ Consoles	1 dia?	Sex 31/05/13	Seg 03/06/13	34	[Barra de projeto]												
38	Encontro E2 + Consoles	1 dia?	Ter 25/06/13	Qua 26/06/13	35	[Barra de projeto]												
39	Retirada Andaimes	18 dias?	Seg 03/06/13	Qui 27/06/13		[Barra de projeto]												
40	Encontro E1	1 dia?	Seg 03/06/13	Ter 04/06/13	37	[Barra de projeto]												
41	Encontro E2	1 dia?	Qua 26/06/13	Qui 27/06/13	38	[Barra de projeto]												
42	Reaterro compactado	23 dias	Ter 04/06/13	Sex 05/07/13		[Barra de projeto]												
43	Encontro E1	6 dias	Ter 04/06/13	Qua 12/06/13	40	[Barra de projeto]												
44	Encontro E2	6 dias	Qui 27/06/13	Sex 05/07/13	41	[Barra de projeto]												
45	LINHA DE LANÇAMENTO ENTRE ENCONTROS	22,88 dias	Qui 06/06/13	Seg 08/07/13		[Barra de projeto]												
46	Reaterro compactado	8 dias	Qua 26/06/13	Seg 08/07/13	38	[Barra de projeto]												
47	Montagem	8 dias	Qui 06/06/13	Ter 18/06/13	65IT-2 dias	[Barra de projeto]												
48	PATIO DE FABRICAÇÃO DE VIGAS	13 dias	Seg 22/04/13	Qua 08/05/13		[Barra de projeto]												
49	Escavação	4 dias	Seg 22/04/13	Qui 25/04/13		[Barra de projeto]												
50	Magro	1 dia	Sex 26/04/13	Sex 26/04/13	49	[Barra de projeto]												
51	Armação	3 dias	Seg 29/04/13	Qua 01/05/13	50	[Barra de projeto]												
52	Formas	3 dias	Qui 02/05/13	Seg 06/05/13	51	[Barra de projeto]												
53	Concreto	2 dias	Ter 07/05/13	Qua 08/05/13	52	[Barra de projeto]												
54	VIGAS	71 dias?	Qui 09/05/13	Qui 15/08/13		[Barra de projeto]												
55	Pré-moldado	35 dias	Qui 09/05/13	Qua 26/06/13		[Barra de projeto]												
56	Viga 1 (Armação+Forma+Concreto+Protensão Parcial)	5 dias	Qui 09/05/13	Qua 15/05/13	53	[Barra de projeto]												

Projeto: CRONOGRAMA PONTE RIO
Data: Qua 05/06/13

Tarefa		Resumo do projeto		Etapa Inativa		Acúmulo de Resumo Manual		Andamento	
Divisão		Tarefas externas		Resumo Inativo		Resumo Manual		Data limite	
Etapa		Etapa externa		Tarefa Manual		Somente início			
Resumo		Tarefa Inativa		Somente duração		Somente término			

Id	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Predecessoras	M=08/Abr/1329/Abr/1320/Maio/1310/Jun/1301/Jul/1322/Jul/1312/Ago/13																
						S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D
57	Viga 2 (Armação+Forma+Concreto+Protensão Parcial	5 dias	Qui 16/05/13	Qua 22/05/13	56																	
58	Viga 3 (Armação+Forma+Concreto+Protensão Parcial	5 dias	Qui 16/05/13	Qua 22/05/13	56																	
59	Viga 4 (Armação+Forma+Concreto+Protensão Parcial	5 dias	Qui 23/05/13	Qua 29/05/13	58																	
60	Viga 5 (Armação+Forma+Concreto+Protensão Parcial	5 dias	Qui 23/05/13	Qua 29/05/13	58																	
61	Viga 6 (Armação+Forma+Concreto+Protensão Parcial	5 dias	Qui 30/05/13	Qua 05/06/13	60																	
62	Viga 7 (Armação+Forma+Concreto+Protensão Parcial	5 dias	Qui 06/06/13	Qua 12/06/13	61																	
63	Viga 8 (Armação+Forma+Concreto+Protensão Parcial	5 dias	Qui 13/06/13	Qua 19/06/13	62																	
64	Viga 9 (Armação+Forma+Concreto+Protensão Parcial	5 dias	Qui 13/06/13	Qua 19/06/13	62																	
65	Viga 10 (Armação+Forma+Concreto+Protensão Parcial	5 dias	Qui 20/06/13	Qua 26/06/13	64																	
66	LANÇAMENTO	6 dias?	Qui 27/06/13	Qui 04/07/13																		
67	V1	1 dia?	Qui 27/06/13	Qui 27/06/13	65																	
68	V2	1 dia?	Sex 28/06/13	Sex 28/06/13	67																	
69	V3	1 dia?	Seg 01/07/13	Seg 01/07/13	68																	
70	V4	1 dia?	Seg 01/07/13	Seg 01/07/13	68																	
71	V5	1 dia?	Ter 02/07/13	Ter 02/07/13	69																	
72	V6	1 dia?	Ter 02/07/13	Ter 02/07/13	70																	
73	V7	1 dia?	Qua 03/07/13	Qua 03/07/13	71																	
74	V8	1 dia?	Qua 03/07/13	Qua 03/07/13	72																	
75	V9	1 dia?	Qui 04/07/13	Qui 04/07/13	73																	
76	V10	1 dia?	Qui 04/07/13	Qui 04/07/13	74																	
77	SUPERESTRUTURA	28 dias	Seg 01/07/13	Qua 07/08/13																		
78	Transversinas	7 dias	Seg 01/07/13	Ter 09/07/13	67TI+1 dia																	
79	Pré-lajes	5 dias	Sex 05/07/13	Qui 11/07/13	78TI-3 dias																	
80	Laje	10 dias	Sex 12/07/13	Qui 25/07/13	79																	
81	Guarda-roda e New Jersey	8 dias	Seg 29/07/13	Qua 07/08/13	80TI+1 dia																	
82	OBRAS COMPLEMENTARES	15 dias	Sex 26/07/13	Qui 15/08/13																		
83	Laje de transição	4 dias	Sex 26/07/13	Qua 31/07/13	80																	
84	Execução de Junta Jeene	7 dias	Qui 01/08/13	Sex 09/08/13	83																	
85	CBUQ	6 dias	Qui 08/08/13	Qui 15/08/13	81																	
86																						
87	PONTE RIO IPOJUCA	93 dias?	Seg 18/02/13	Qua 26/06/13																		
88																						
89	INFRAESTRUTURA	38 dias?	Seg 18/02/13	Qua 10/04/13																		
90	Cravação de estacas	21,88 dias	Seg 18/02/13	Ter 19/03/13																		
91	Encontro 1	8,88 dias	Seg 18/02/13	Qui 28/02/13																		
92	Encontro 2	10,88 dias	Ter 05/03/13	Ter 19/03/13	91																	
93	Prova de carga	13,13 dias	Sex 01/03/13	Qua 20/03/13																		
94	Encontro 1	0,88 dias	Sex 01/03/13	Sex 01/03/13	91																	
95	Encontro 2	2 hrs	Seg 18/03/13	Qua 20/03/13	92																	
96	Encamisamento	17,88 dias?	Qui 28/02/13	Seg 25/03/13																		
97	Encontro 1	8,88 dias?	Qui 28/02/13	Ter 12/03/13																		
98	Solda	7 dias	Qui 28/02/13	Seg 11/03/13	91																	
99	Armação	0,92 dias	Ter 05/03/13	Seg 11/03/13	98																	
100	Concreto	3 dias?	Qui 07/03/13	Ter 12/03/13	99																	
101	Encontro 2	5,88 dias?	Sáb 16/03/13	Seg 25/03/13																		
102	Solda	3 dias	Sáb 16/03/13	Sex 22/03/13	92																	
103	Armação	0 dias	Sex 22/03/13	Sex 22/03/13	102																	
104	Concreto	1 dia?	Sex 22/03/13	Seg 25/03/13	103																	
105	Concreto magro	10,88 dias?	Seg 11/03/13	Seg 25/03/13																		
106	Bloco E1	1,88 dias	Seg 11/03/13	Ter 12/03/13	100																	
107	Bloco E2	0 dias?	Seg 25/03/13	Seg 25/03/13	104																	
108	Armação	21 dias	Qua 13/03/13	Qua 10/04/13																		
109	Bloco+Partida do Encontro E1	4,88 dias	Qua 13/03/13	Ter 19/03/13	106																	
110	Bloco+Partida do Encontro E2	8 dias	Seg 01/04/13	Qua 10/04/13	107																	
111	Formas+Escoramentos+Andaimes	13,13 dias	Ter 19/03/13	Sáb 06/04/13																		
112	Bloco E1	3 dias	Ter 19/03/13	Sex 22/03/13	109																	

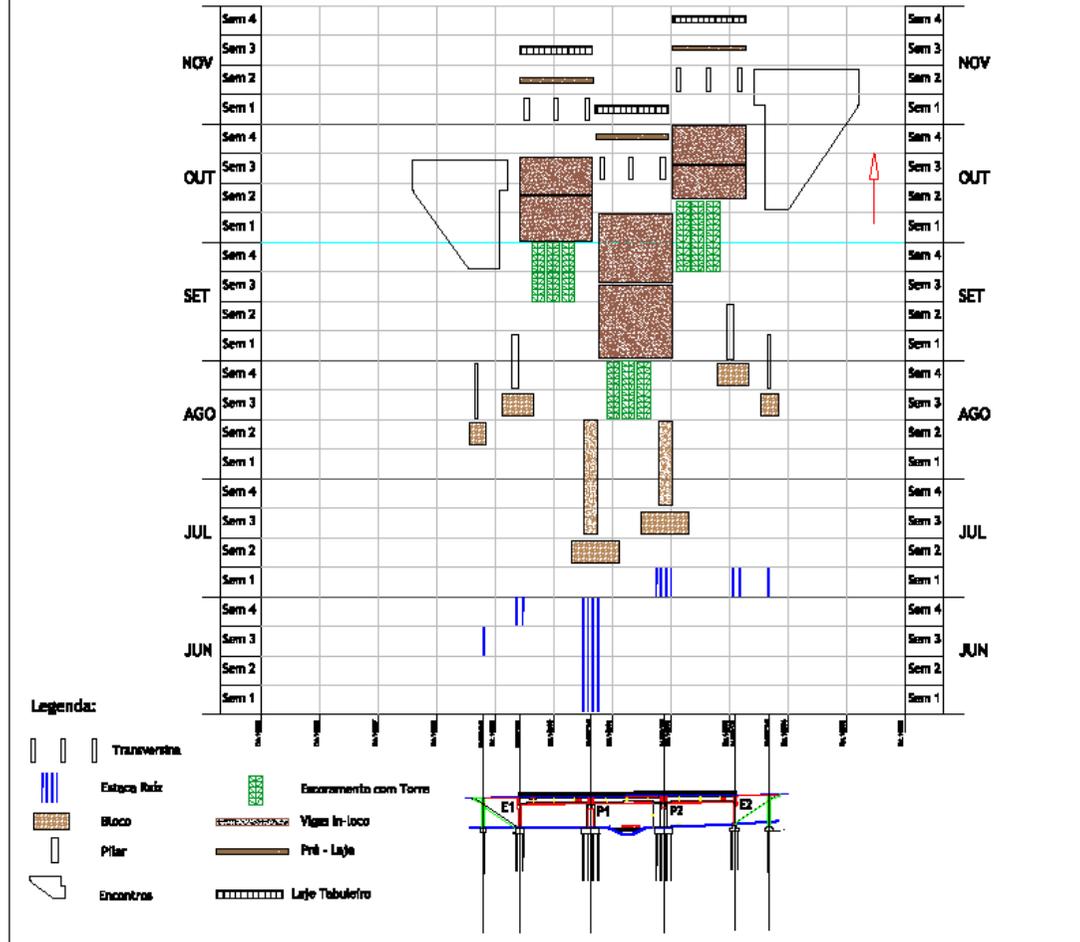
Projeto: CRONOGRAMA PONTE RIO
Data: Qua 05/06/13

Tarefa		Resumo do projeto		Etapa Inativa		Acúmulo de Resumo Manual		Andamento	
Divisão		Tarefas externas		Resumo Inativo		Resumo Manual		Data limite	
Etapa		Etapa externa		Tarefa Manual		Somente início			
Resumo		Tarefa Inativa		Somente duração		Somente término			

**ANEXO B – DIAGRAMA ESPAÇO-TEMPO DA PONTE SOBRE O
RIACHO SÃO JOSÉ**

Riacho São José

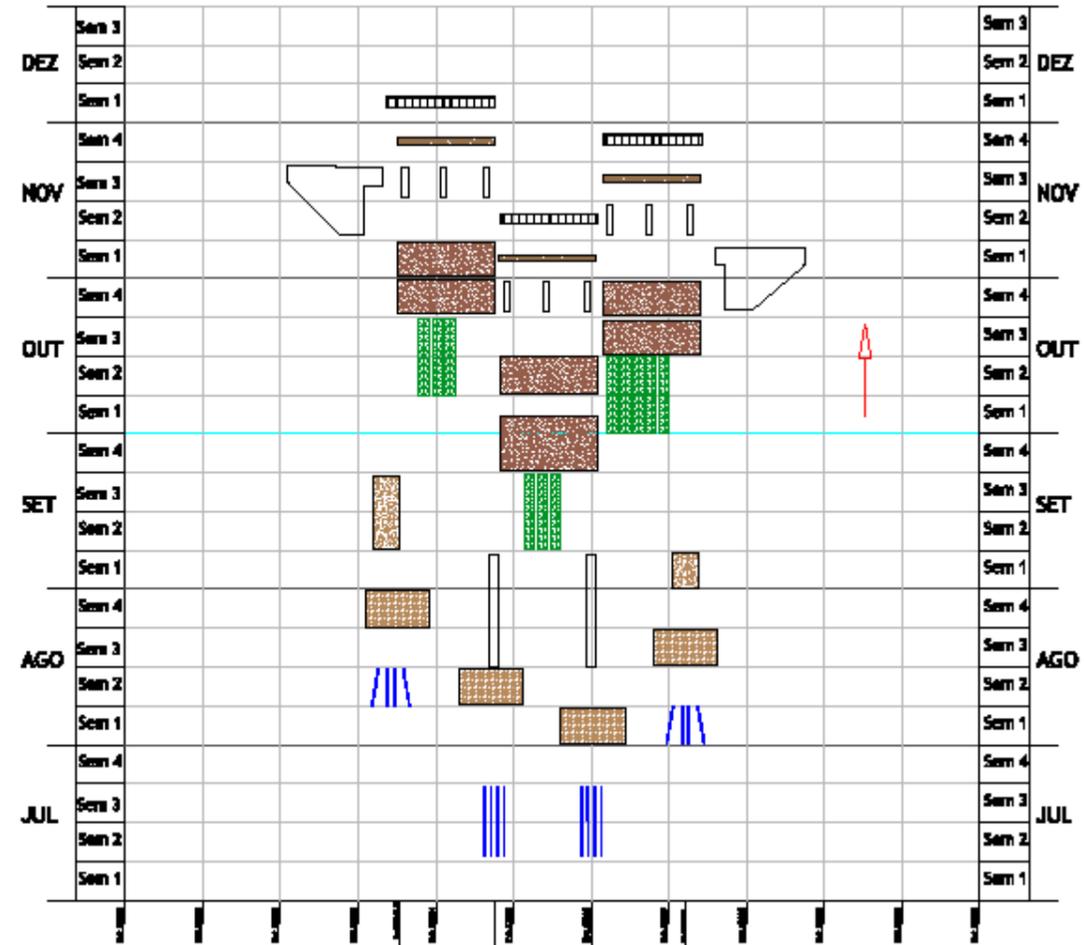
Revisão: 04/OUT



**ANEXO C – DIAGRAMA ESPAÇO-TEMPO DA PONTE SOBRE O
RIACHO SÃO CRISTOVÃO**

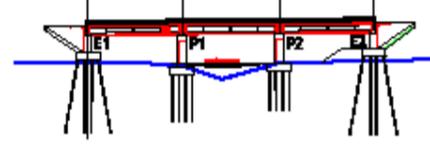
Riacho São Cristovão

Revisão: 04/OUT



Legenda:

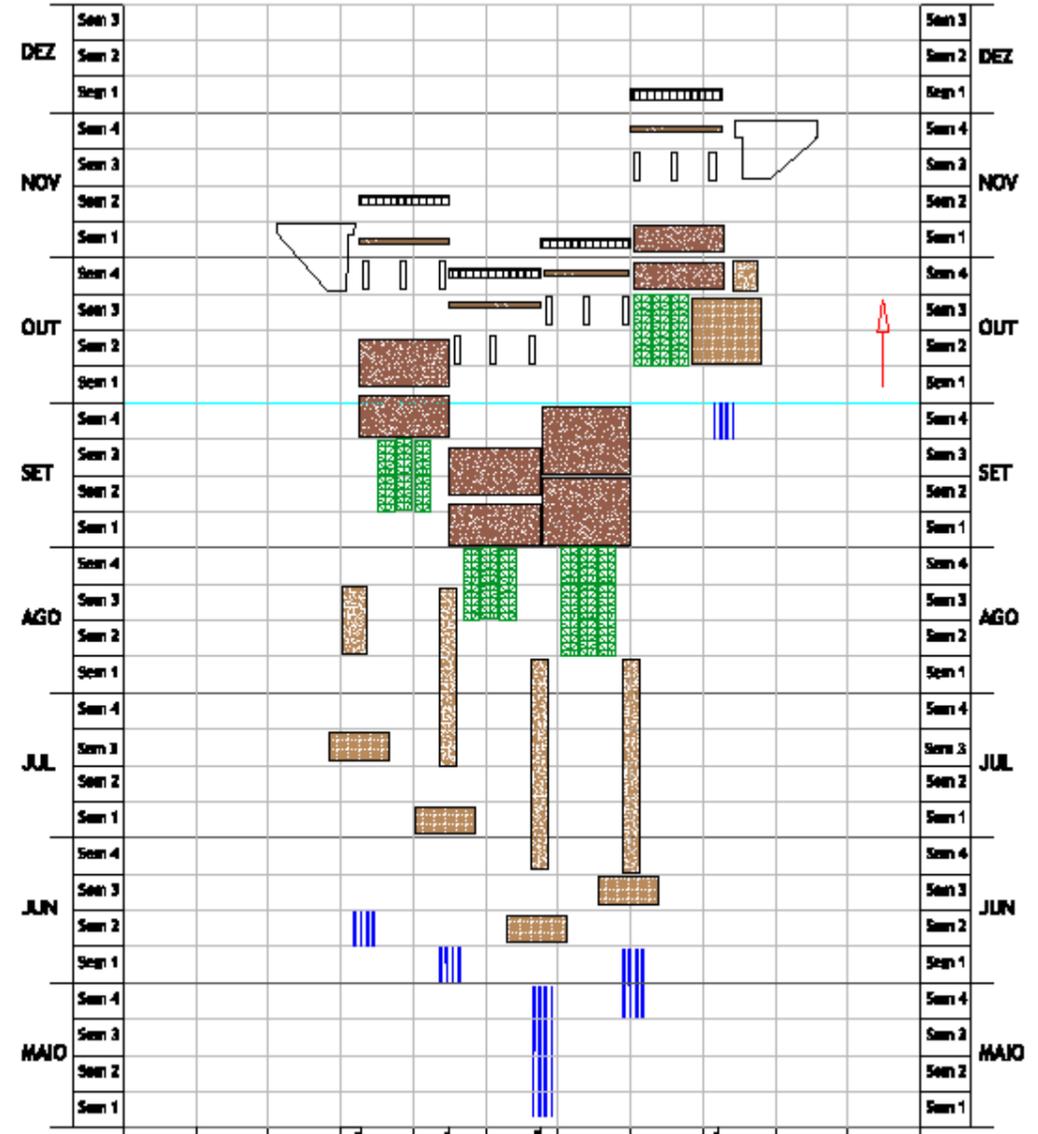
- Transversaria
- Estaca Raiz
- Bloco
- Pilar
- Encontro
- Ecoramento com Torre
- Vigas In-Loce
- Pré-Laje
- Laje Tabuleiro



**ANEXO D – DIAGRAMA ESPAÇO-TEMPO DA PONTE SOBRE O
RIACHO MILAGRES**

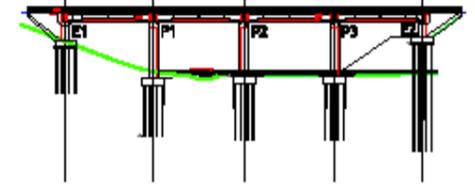
Riacho Milagres

Revisão: 04/OUT



Legenda:

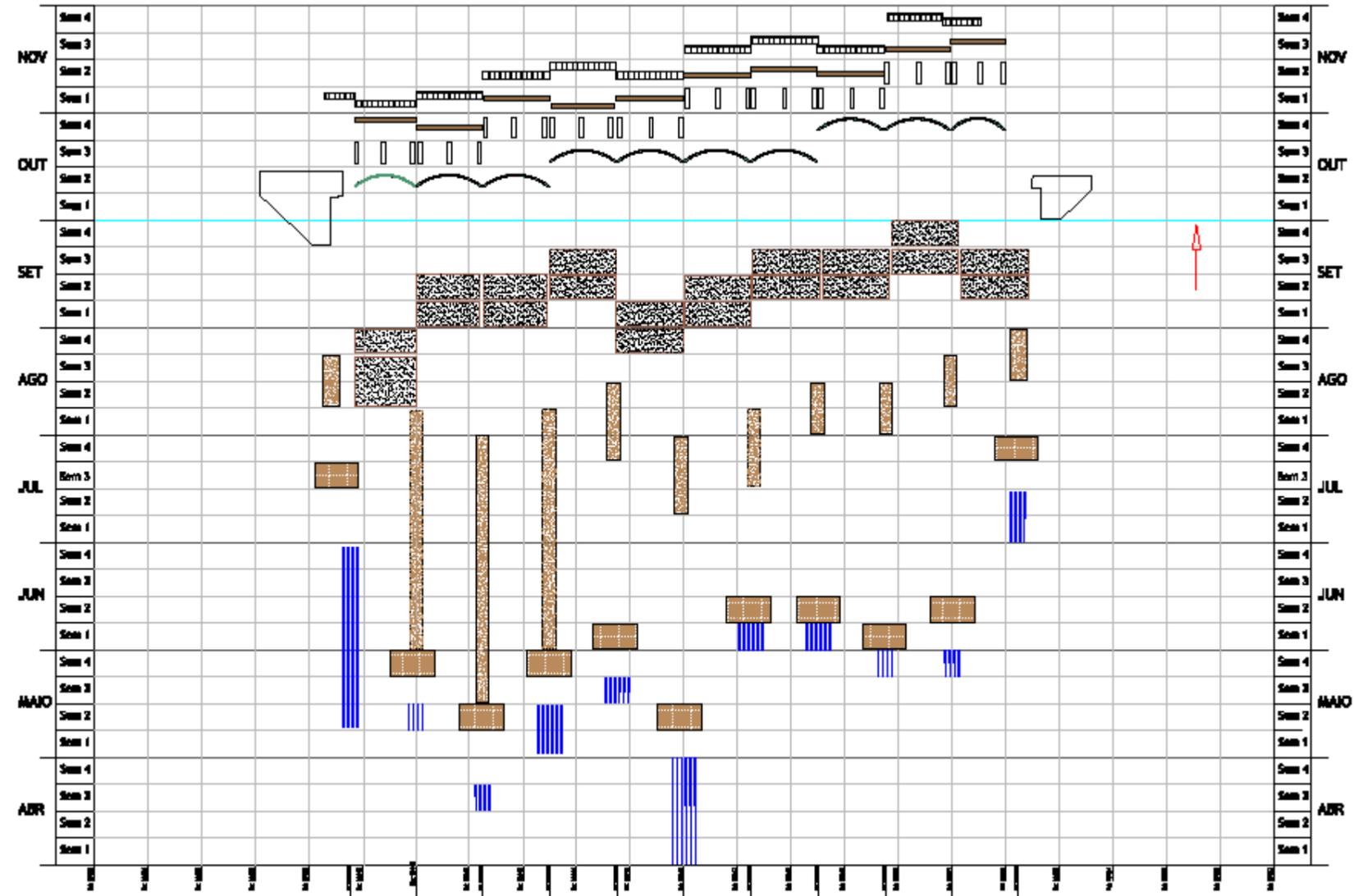
- Transversal
- Estaca Raiz
- Bloco
- Pilar
- Encontro
- Encoramento com Torre
- Vigas In-Loco
- Pré - Laje
- Laje Tabuleiro



**ANEXO E – DIAGRAMA TEMPO-CAMINHO DA PONTE SOBRE O
RIO FORMIGA**

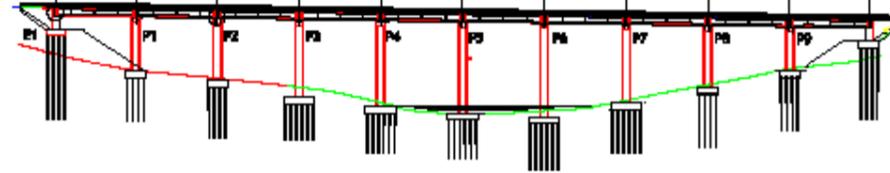
Rio Formiga

Revisão: 04/OUT



Legenda:

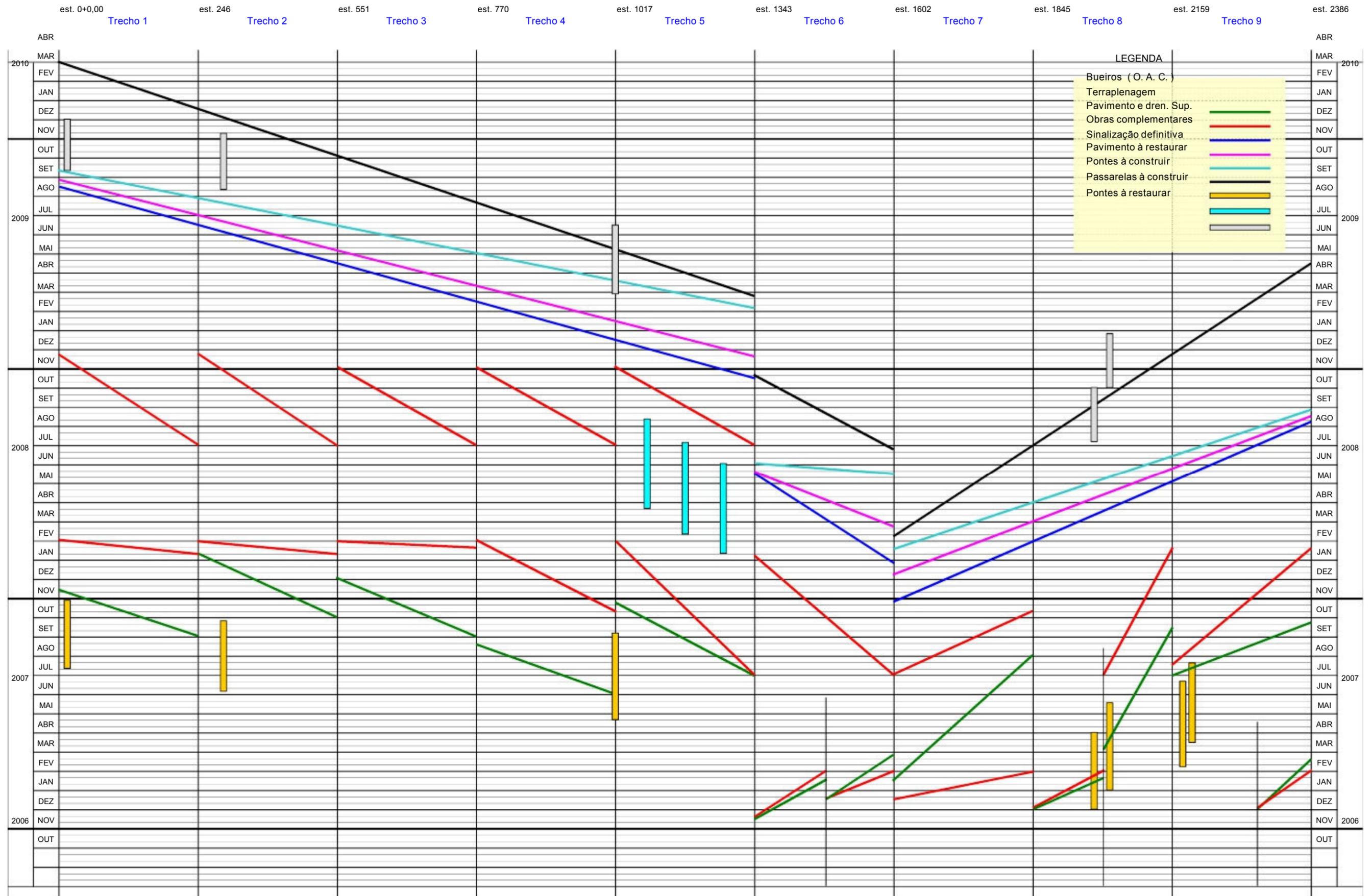
- Estaca Balc
- Muro
- Pilar
- Encontro
- Transversitas
- Fabricação de Vigas
- Suspensão de vigas
- Pré-Laje
- Laje Tabuleiro



**ANEXO F – DIAGRAMA ESPAÇO-TEMPO DA PONTE SOBRE O RIO
JABOATÃO, RESERVA DO PAIVA**

**ANEXO G – DIAGRAMA DE LINHA DE BALANÇO DA BR-101, LOTE
7, CABO DE SANTO AGOSTINHO – RIBEIRÃO**

DUPLICAÇÃO E RESTAURAÇÃO DA BR-101 / PE - LOTE 07 - CABO / RIBEIRÃO
DIAGRAMA TEMPO x CAMINHO



**ANEXO H – CRONOGRAMA DE BARRAS SIMPLIFICADO DA BR-
101, LOTE 7, CABO DE SANTO AGOSTINHO – RIBEIRÃO**

