

CAPÍTULO III

Descrição Detalhada do Empreendimento de Construção de ponte sobre o rio Negro

III.1 - Introdução

Antes de se executar uma boa obra existe sempre um bom projeto. Seguindo as diretrizes governamentais, a SEINF contratou pessoal especializado para elaborar o projeto básico para este empreendimento, apresentado e discutido publicamente em diversas oportunidades. O projeto prevê a ligação por ponte entre a Ponta do Ouvidor (Bairro da Compensa) à Ilha do Iranduba (Ponta do Pepeta), seguindo dois critérios primordiais: de menor distância entre as margens e o de menor saturação do sistema viário atual de Manaus.

Contudo, a presente proposta passou antes pela análise de diversas outras possibilidades de travessia e em qualquer das alternativas estudadas foram consideradas algumas premissas básicas: o projeto teria de apresentar o menor impacto junto ao meio ambiente e as propriedades existentes e deveria considerar aspectos relacionados à navegação fluvial (gabarito de navegação) existente no local.

O estudo preliminar feito pela SEINF passou pela consulta a vários órgãos controladores da navegação da bacia Amazônica, como a Capitania Fluvial da Amazônia Ocidental, a Praticagem dos Rios Ocidentais da Amazônia (PROA), a Diretoria de Infra-Estrutura Aquaviária do Ministério dos Transportes. Esta última, baseada em normas da ABNT, recomendou alguns critérios básicos para o projeto: que a ponte tivesse altura mínima livre vertical de 28 metros acima do nível máximo da enchente decenal, com vão livre horizontal de no mínimo 224 metros, para o caso de um único vão, ou de 118,8 metros para proposta com dois vãos. Esta preocupação dos técnicos envolvidos na concepção do projeto estava relacionada ao acesso de transatlânticos de Manaus até a região do arquipélago de Anavilhanas, fato recorrente nos últimos cinco anos.

A projeção do empreendimento considerou também o transporte de veículos efetuados pelas balsas coordenados pela SNPH até o ano de 2003, estimando-se que no final do ano de 2007, cerca de 420 mil veículos/ano atravessariam o rio Negro por sistema de balsa. Isto equivale a uma média diária superior a mil veículos/dia e que, com a ponte em operação este volume de tráfego cresceria dez (10) vezes saltando para 4 milhões de veículos/ano, admitindo uma taxa de aumento de 20% nos cinco primeiros anos de operação da ponte e, posteriormente assumindo uma taxa de desenvolvimento do Amazonas, na ordem de 2,63%, no final de 2032, o total de veículos que atravessariam a ponte seria de aproximadamente 17 milhões de veículos/ano.

O planejamento da obra antes de contratar empresa habilitada para a construção levou em conta também as garantias de prazo e recursos para a sua execução. Para tanto, o Governo encaminhou à Assembleia Legislativa do Estado do Amazonas pedido de autorização para contratar junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES financiamento inicial de 400 milhões de reais para construção da ponte sobre o rio Negro, o qual foi aprovado na seção do dia 11 de julho de 2007.

No projeto básico a concepção final da ponte será de concreto protendido, com extensão de 3,55km, largura de 21,40metros, sendo constituída de dois vãos centrais estaiados de 200m, altura livre dos vãos de 55 metros, torre central em formato de diamante com 182 metros de altura e dois trechos de ponte corrente, com largura padrão de 20,70 metros, com vãos isostáticos de 45 metros. Em ambos os trechos as fundações serão em estacas protendidas pré-fabricadas. A previsão do

prazo para que a obra seja concluída de forma eficiente e rápida está estimada em 30 meses. Completam a obra a intervenção em trecho urbano de Manaus e também na ilha do Iranduba, como será visto a seguir.

III.2 – Localização do Empreendimento

Localização: O empreendimento estende-se e localiza-se em três subáreas distintas a **primeira** em contexto nitidamente urbano, desde a Ponta do Ouvidor até a Avenida Brasil, nas imediações do Hospital da Criança da Zona Oeste, Bairro da Compensa, no Município de Manaus; a **segunda**, num contexto muito menos urbanizado, no Município de Iranduba, mais especificamente, ao longo do trecho inicial do ramal do Brito, no Distrito de Cacau Pirêra, desde o seu cruzamento com a AM-070 até a Ponta do Pepeta, na ilha de Iranduba localizada na margem esquerda do rio Negro; e a **terceira** a área aquática, superficial e subaquosa do trecho do rio Negro onde deverá ser feita a construção da ponte propriamente dita.

A localização geral do empreendimento é apresentada no Anexo III.1, em escala de 1:10.000, onde pode ser vista a sua espacialização em relação a divisão político administrativa do Estado do Amazonas e aos principais pontos referenciais.

III.2 – Maquete Digital

A prévia visualização do empreendimento e obviamente a visão em perspectiva da ponte sobre o rio Negro é mostrada na Maquete Digital anexada a este estudo, em formato eletrônico (Anexo III.2).

III.4 - Opções Locacionais

Não são poucas as idéias e projetos virtuais de construção de pontes sobre o rio Negro e Amazonas. A mais comum delas seria a construção de ponte para fazer a ligação da cidade de Manaus com a BR-319, na região do Careiro da Várzea, e por consequência teórica, alcançar a propalada integração física por via rodoviária do Estado do Amazonas com o restante do território brasileiro. Outro conjunto de possibilidades vislumbraria a construção de ligação por ponte das sedes municipais mais próximas de Manaus, em especial as localizadas no interflúvio (mesopotâmia) dos rios Negro e Solimões, como Iranduba, Manacapuru e Novo Airão, não eliminando a possibilidade futura de ligação com a BR-319, através de transposição do rio Solimões.

Desde o ano de 2002 a população residente no município de Iranduba vem discutindo esta última possibilidade, chegando, inclusive, a apresentar projeto indicando a sua locação espacial e a realizar, catalisada pela Câmara Municipal e pelo Conselho de cidadão de Iranduba, mais de oito (8) audiências públicas para discutir o assunto.

Neste contexto de pressão popular favorável ao empreendimento, no ano de 2003 o Governo do Estado do Amazonas, através da SEINF, tomou a iniciativa de estudar tecnicamente o assunto, chegando a conceber algumas possibilidades de traçado e opções locacionais (Anexo III.3).

Na primeira alternativa (opção 1), seria feita a ligação entre o atual terminal portuário de São Raimundo (travessia da Balsa) a região da olaria situada as margens do rio Negro, em Cacau Pirêra. Tal alternativa incluiria um percurso total de 5.025m de extensão e da presença de trecho de cerca de 700m de pista elevada em função da variação do nível das águas do rio Negro, entre o período de vazante e a cheia, em terreno alagadiço. Desnecessário mencionar o elevado custo deste tipo de obra. Somam-se a esta possibilidade estudada a coincidência/interferência com o ponto de lançamento dos dutos do Gasoduto Coari-Manaus na área de Cacau Pirêra e o seu paralelismo com o projeto da Manaus Energia de instalação de cabos de transmissão de energia e de passagem de fibra ótica de comunicação.

A segunda alternativa analisada (opção 2) previa um traçado para a ligação por ponte entre a área da Ponta do Curuana e novamente na região da olaria, numa extensão de 4.818m, reduzindo o percurso em cerca de 220m da opção anterior, porém mantendo as mesmas características da opção anterior.

A terceira alternativa (opção 3) tem o mesmo ponto inicial estabelecido na Ponta do Curuana e se estenderia até a Ponta do Pepeta num total de 3.533m. A quarta e última alternativa (opção 4), ligaria a Ponta do Ouvidor a Ponta do Pepeta, com 3.505 metros de extensão

Após estas simulações locais e com base em dois critérios básicos, o de menor percurso entre as duas margens e menor intervenção na malha viária existente tanto na zona urbana quanto na margem esquerda do rio Negro, chegou-se a conclusão que a melhor proposta seria a opção 4. Obviamente que outros motivos inerentes a esta escolha também foram considerados, incluindo aí o menor custo operacional na construção, aproveitamento de vias já existentes em ambas as margens do rio Negro, interligação com a malha viária urbana pré-existente e a sua propriedade de continuidade de fluxo em vias de grande porte já implantadas na zona urbana, além de menor grau de intervenção nas propriedades domiciliares, industriais e comerciais existentes, assim como na existência de áreas sem a presença obras e serviços públicos ou de iniciativas imobiliárias particulares e privadas, sejam elas em andamento ou planejadas.

III.4 - Experiência da Empresa Responsável pela elaboração do Projeto

Além de ser uma empresa com atuação contínua em diversas atividades da engenharia, a Geométrica apresenta padrão de trabalho diferenciado. A postura técnica e ética da Geométrica no trato de seus clientes proporciona uma confiança mútua, responsável por relações de trabalho harmônicas e profícuas. A segurança gerada por essa melhor interação possibilita o exercício saudável da criatividade tanto de sua equipe como de seus clientes.

Dentre as atividades desenvolvidas pela Empresa Geométrica Engenharia Ltda. ao longo de seus anos de atuação, destacam-se as suas principais obras e a sua forma de compreender cada um de seus processos e nuances. No desenvolvimento das diversas modalidades de infra-estrutura, preliminarmente ao detalhamento dos projetos, a Geométrica propõe a elaboração de estudos de concepção visando à obtenção da melhor e mais adequada alternativa técnica-funcional de projeto, planos diretores, assessoria técnica, gerenciamentos, projetos de engenharia e supervisão.

Sempre que se faz necessária uma visão de conjunto de um futuro empreendimento ou infra-estrutura, a Geométrica dispõe de especialistas aptos a desenvolver planos diretores que prevejam e hierarquizem todas as intervenções necessárias, custos, cronogramas de implantação e equacionamento de interfaces. Quando o cliente necessita de análises técnicas, estudos de alternativas e quaisquer outros tipos de consultoria, a Geométrica oferece, por dispor de equipe técnica permanente, de forma objetiva, rápida e segura a experiência de seus profissionais na busca das melhores soluções. Se a opção do cliente é um trabalho de gerenciamento completo de determinado empreendimento, a Geométrica dispõe de equipe e de metodologia que permitem o acompanhamento de todas as etapas do processo, desde a elaboração dos projetos até a contratação e entrega final das obras.

Nas suas áreas de atuação, a Geométrica dispõe de equipe multidisciplinar de reconhecida experiência para a elaboração de projetos de engenharia, em todas as suas fases, dentro da melhor técnica e com apurado padrão ético de trabalho. Para garantir uma melhor implantação física de projetos, a Geométrica dispõe de equipe especializada para supervisionar todas as etapas construtivas da obra, a fim de propiciar maior fidelidade ao projeto aprovado e os menores custos de implantação. Sua atuação se dá nas áreas de habitação, infra-estrutura urbana, transportes, trabalhos especiais, indústrias e edificações e saneamento.

No que concerne às atividades de engenharia relativas à infra-estrutura urbana, a Geométrica possui sólida experiência no desenvolvimento de estudos, projetos e gerenciamento de obras. Na elaboração de trabalhos referentes a uma determinada especialidade, seus clientes sempre poderão contar com soluções integradas e coerentes com os sistemas gerais de infra-estrutura dos seus municípios. É preocupação constante da Geométrica a busca de soluções, que apesar de localizadas e específicas, contribuam para a melhoria e o equacionamento da infra-estrutura urbana de forma integrada e geral. Maiores detalhes sobre a experiência e áreas de atuação da empresa podem ser encontrados em: <http://www.geometrica.com.br/>.

Dentre as experiências e projetos conduzidos pela Geométrica, destacam-se:

- Projeto Executivo de implantação da Avenida Transguarulhense com extensão de 3.280m, no trecho entre as ruas Visconde de Cairu, José Pedro da Silva e Teixeira Mendes.
- Projeto Básico Viário do prolongamento da Avenida Radial Leste (Arthur Alvim até Guaianazes), EIA - RIMA, e Licenciamento Ambiental numa extensão de 12km
- Estudos e Projetos Funcional e Básico do Terminal de Integração de Ônibus do Sistema de Transporte Coletivo do Município de Belém com área de 14.301m².
- Projeto Executivo, EIA - RIMA e Licenciamento Ambiental da Duplicação das Rodovias SP-342, km 172,90 ao km 201,3 e da SP-346, km 201,3 ao km 206 no trecho Mogi Guaçu-Espírito Santo do Pinhal. Extensão total da duplicação: 33,1 km.
- Projeto Executivo de viaduto com extensão de 200m sobre a Rodovia Anhanguera (SP-330) km 127, e adequação do sistema viário de entorno, na cidade de Americana.
- Projeto Executivo Viário sob o rio Pinheiros, pista bairro-centro, com extensão de 1.250m.
- Projeto Executivo Viário do Túnel sob o rio Pinheiros, pista centro-bairro, com extensão de 2.320m.
- Projeto Executivo Viário do Túnel sob o Parque do Ibirapuera, pista centro-bairro, com extensão de 1.662m.
- Anteprojeto e Projetos Básico e Executivo Viário do Complexo João Jorge Saad, com extensão de 4.562m.
- Projeto Executivo Viário do Túnel sob a Avenida Santo Amaro, pista centro-bairro e bairro-centro, com extensão de 3.900m.
- Projeto Executivo de Redes Públicas de Água e Esgoto e Rede de Combate a Incêndio para o Conjunto Habitacional Parque do Gato, localizado às margens da Foz do rio Tamandateí, na Avenida Presidente Castelo Branco, próximo à Marginal Tietê.
- Projetos Básico e Executivo do Sistema de Abastecimento de Água do Município de Mauá, incluindo reservatórios, adutoras e elevatórias.

III.5 – Aspectos Gerais da Tecnologia Construtiva

O projeto da ponte sobre o rio Negro foi concebido dentro das mais avançadas técnicas da engenharia mundial. A ponte terá um trecho estaiado de 400m, quando estiver pronta, serão 71 vãos, igualmente divididos pelas margens do rio Negro. No trecho central e gabarito de navegação com 55m acima do nível de cheia decenal máximo, permitindo, assim, a continuação da passagem de transatlânticos.

A partir do entendimento do comportamento, minimização e formas de combate à fadiga, e com a introdução de materiais exaustivamente ensaiados, a construção de Pontes Estaiadas foi retomada na década de 40 por Dischinger (engenheiro alemão que propôs diversas alternativas de pontes estaiadas sobre o rio Reno no pós-guerra, em 1949).

Todas as novas pontes executadas nos últimos 20 anos com vãos livres acima de 150 metros são do tipo estaiado. No passado recente, para vencer vãos consideravelmente grandes e que permitissem gabarito suficiente para a navegação de longo curso e transatlânticos, tinha-se a opção

de pontes pênses, porém todos os vãos maiores são de aço, dificilmente adaptadas ao uso simultâneo com o concreto.

No caso das pontes estaiadas, o grande número de estais faz com que a viga contínua formada pelo tabuleiro seja de vãos relativamente pequenos, podendo assim ser projetada com cargas permanentes e esforços muito menores do que o tabuleiro das pênses. Os estais diferem dos cabos das pontes pênses por serem quase retos, e muito mais curtos. Sua seção transversal pode ser pequena porque as cargas aplicadas aos estais são muito menores do que as solicitações dos cabos das pontes pênses quer por serem em maior número, quer por serem curtos, quer por receberem tabuleiros mais leves. Os esforços horizontais causados pelo vento são combatidos tanto pelo tabuleiro como pelos estais, o que não acontece nas pontes pênses.

No caso de pontes estaiadas existe, ainda, a facilidade da troca de cabos em consequência de eventual corrosão ou acidentes, pois a tensão de trabalho do aço nos cabos é sempre menor do que nas peças protendidas, justamente por causa da fadiga. Se um cabo precisar ser trocado, ele pode ser desativado e substituído por outro; o acréscimo de tensão nos cabos vizinhos ainda estará dentro de limites aceitáveis. Com a protensão do novo cabo com a mesma força que existia antes da troca, é restaurada a situação primitiva.

Fritz Leonhart, um dos maiores projetistas de pontes estaiadas da Alemanha, em palestra realizada no Brasil em 1989 comenta: *“... os conhecimentos adquiridos ao longo da experiência com a execução e ensaios aerodinâmicos levaram à conclusão, favorável às pontes estaiadas, de que é impossível se chegar à ressonância no caso de cabos múltiplos. Os ensaios mostraram que assim que começam a aumentar as amplitudes das oscilações, o modo de vibração se interrompe por causa da diferença da frequência natural dos cabos. Os cabos entrando em vibração provocam uma espécie de freio, impedindo o desenvolvimento de elevadas oscilações do tabuleiro. A ponte estaiada com cabos múltiplos não pode oscilar com modos de ordem baixa e também o tabuleiro não consegue se mover com oscilações combinadas de flexão e torção. Com estais ao longo das bordas laterais da ponte, oscilações de torção são quase impossíveis. As oscilações de flexão são de frequência elevada, resultando amplitudes pequenas. A forma aerodinâmica do tabuleiro não é tão importante como nas pontes pênses*”

As pontes estaiadas somente puderam ser projetadas com o advento do computador. As pontes pênses, com um só cabo, são simples de ser calculadas com uma só incógnita; nas estaiadas, cada estai que se acrescenta modifica a estrutura e acrescenta uma incógnita hiperestática a mais, exigindo inversão de matrizes com grande número de linhas, somente realizáveis na prática com computadores.

Durante a elaboração do projeto básico para ponte sobre o rio Negro, a empresa Geométrica fez as seguintes considerações ao comparar os dois tipos de empreendimento:

a) No caso de **Ponte estaiada**

- Utiliza-se um menor número de pilares no leito do rio, implicando menor intervenção no rio Negro;
- Utiliza-se um menor número de estacas tubadas a cravar no rio, implicando menor intervenção no rio;
- Evita-se a cravação de estacas na região da calha de navegação onde a profundidade do rio é maior;
- É necessário um menor número de juntas e de aparelhos de apoio para grelha pré-moldada;
- Uso de uma tecnologia avançada para ponte estaiada, conseqüentemente a absorção de nova tecnologia pela engenharia local;
- O projeto incorpora beleza e estética arquitetônica marcante, servindo como cartão postal da região.

b) no caso de **Ponte convencional**

- Utiliza-se menor volume de concreto utilizado
- Utiliza-se menor peso de armadura de aço utilizado
- A obra tem menor custo, em torno de 25% com relação à ponte estaiada.

c) no caso de **Ponte pênsil**

- Nas pontes pênsis o esforço suportado por um cabo parabólico extenso que se alonga muito, faz com que o tabuleiro trabalhe como uma viga em apoios elásticos, com grandes variações de flechas e momentos fletores;
- Para suportar os efeitos de ventos, se faz necessário um aumento da rigidez do tabuleiro, incrementando as cargas permanentes, onerando toda a obra;
- Está cada vez mais em desuso;

A diferença fundamental para a escolha entre uma ponte estaiada e uma ponte convencional está na quantidade de pilares utilizados em cada uma delas. No caso de uma ponte estaiada, a região, a dimensão da calha de navegação do rio é fator muito importante, pois a ponte estaiada vence a distância com vãos grandes de 131,20m a 340,0m. O mesmo trecho numa ponte convencional teria pilares a cada 84,00m, aumentando assim a execução de 07 pilares a mais do que na opção de ponte estaiada. Na região fora do canal de navegação, as duas alternativas teriam o mesmo aspecto arquitetônico e estrutural com espaçamento de vãos de 84,00m e método construtivo em comum.

No aspecto da intervenção na geometria do rio Negro, a solução da ponte estaiada tem menor agressividade física no leito do rio, devido a menor número de pilares a serem executados, além do que a obra projetada atende a todas as normas brasileiras vigentes, considerando o trânsito de veículos da classe TB-45.

Exemplos de Pontes Estaiadas no Mundo

A construção de pontes estaiadas tem se tornado muito comum em todo o mundo. Primeiramente pelo domínio tecnológico cada vez mais seguro e depois pela beleza arquitetônica inigualável. A tecnologia construtiva empregada neste tipo de ponte permite que elas sejam implantadas em diferentes ambientes e tipos de terrenos, seja no mar, em canais estuários ou em grandes rios. Para efeito de exemplificação serão descritas algumas destas construções em outros países e também outros exemplos em território brasileiro.

A ponte da Normandia, na França

Situada na foz do rio Sena, entre Honfleur e Le Havre esta ponte representou um grande avanço tecnológico para a construção de pontes estaiadas. Concluída em 1995 com 856 m de vão central, superou em 326 m o recorde anterior de vão de uma ponte estaiada, o da ponte Skarnsundet (Noruega).

Desde o início do projeto, sabia-se que o tráfego marítimo existente no rio Sena exigiria uma ponte com um vão de pelo menos 800 m. Como, até aquele momento, não havia nenhuma experiência em ponte estaiada com vão deste comprimento, grande parte dos engenheiros da empresa responsável pelo projeto da ponte consideravam que ela deveria ser uma ponte pênsil. Prevaleceu, entretanto, a opinião de construção de ponte estaiada pela economia que este tipo traria na instalação dos cabos e por não demandar maciços investimentos em ancoragem.

Os cabos de uma ponte estaiada podem apresentar vibrações indesejáveis produzidas pelo vento intenso, pela água da chuva que corre pelos estais e também por pessoas caminhando pela ponte. Para diminuir estas vibrações, os estais da ponte da Normandia foram colocados em um tubo cilíndrico de polietileno de alta densidade em cuja superfície foram feitas ranhuras helicoidais a fim de impedir que a água da chuva pudesse formar uma tormenta ao escorrer pelos cabos. Apesar

desta providência, mesmo na ausência de chuvas e com ventos fracos, os estais mais longos da ponte apresentaram vibrações excessivas, o que exigiu que cabos adicionais ligando os estais fossem colocados para diminuir suas vibrações. Estes cabos foram colocados por alpinistas aptos a realizar este trabalho. Além disso, entre os seis estais mais longos, de cada um dos lados dos pilares, e o tabuleiro foram colocados amortecedores com até 44 cm de comprimento para diminuir as vibrações.

Depois de pronta, a ponte da Normandia foi submetida a três testes reais, como ainda é o costume francês. No primeiro, observou-se o deslocamento vertical do tabuleiro na condição de seus 320 m centrais estarem com suas quatro faixas ocupadas por 80 caminhões totalmente carregados. No segundo teste, a parte central do tabuleiro foi amarrada com um cabo a um barco ancorado sob a ponte. Este cabo foi tracionado até romper e, conseqüentemente, provocar uma vibração vertical do piso, analisada pelos engenheiros. Já no último teste, o tabuleiro foi deslocado horizontalmente por um barco e, posteriormente, solto para que, desta vez, a vibração transversal pudesse ser analisada. No dia 20 de janeiro de 1995, após ter sido aprovada nos testes, a ponte da Normandia foi oficialmente aberta ao tráfego.

Tabela III.1 - Ficha Técnica da Ponte da Normandia (França)

Ficha Técnica	
Nome	Pont de Normandie
Sistema estrutural	Ponte estaiada
Função	Ponte rodoviária
Localização	Na foz do rio Sena entre Le Havre e Honfleur, França
Época da construção	1989 -1995
Projeto	Michel Virlogeux - SETRA (Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes) Charles Lavigne
Execução	Bouygues, Campenon Bernard
Dimensões	Comprimento total: 2.141 m Vão central: 856 m Altura das torres: 215 m Altura do tabuleiro: 3 m Altura do tabuleiro sobre a água: 60 m
Material	Aço e concreto protendido

Ponte sobre o rio Cooper, nos Estados Unidos

Esta construção visa substituição de duas pontes antigas existentes no rio Cooper, em Charleston e Mount Pleasant, na Carolina do Sul (EUA). A nova ponte fará a ligação entre estas duas áreas municipais, com oito faixas para circulação rodoviária e uma de trânsito de pedestres e de bicicletas. A travessia terá um comprimento total de 4 km e será elaborada tendo em conta a preservação ambiental da região, predominantemente campestre. As torres de suporte serão apoiadas em ilhas de betão e erguer-se-ão a uma altitude aproximada de 147 metros.

A estrutura não só está localizada em um dos maiores pontos sísmicos da costa leste, como também enfrenta a constante ameaça de furacões de 300km/h. A estrutura principal irá acomodar oito pistas de tráfego, cada uma com quatro metros de largura, separadas por uma barreira central.

O tabuleiro está suspenso a 54 metros acima do nível do mar, por 128 cabos individuais pendurados paralelamente nas torres de suporte em forma de diamante.

Este tipo de ponte estaiada consiste em uma ou mais pilhas localizadas no meio da travessia com cabos sustentando o leito da estrada. Neste caso, cada um é capaz de suportar 500 toneladas. Para proteger os cabos das condições do tempo e da umidade, eles incluíram tubos de polímero de alta densidade.

Ilhas de barreiras de pedras foram construídas ao redor para dar suporte às torres e prevenir que embarcações vão de encontro à ponte. Zonas de dobradiças de plástico estão sendo construídas nas torres para dar flexibilidade durante um terremoto com uma magnitude de 8.0 na escala Richter. Além disso, um sistema de amortecimento foi desenvolvido para garantir que a estrutura suporte ventos de furacão. A ponte do rio Cooper foi desenvolvida para permanecer em operação durante os próximos 100 anos.

A ponte de Rion-Antirion, na Grécia.

Esta ponte é o produto de um projeto de construção de sete anos que resultará na ponte suspensa por cabos mais comprida do mundo. Com uma plataforma suspensa de 2.252m, a ponte de Rion-Antirion é caracterizada por quatro pilares, quando geralmente há somente dois trechos estaiados.

Localizada na extremidade ocidental do golfo de Corinto, na Grécia, a ponte ligará Peloponeso (no sul da Grécia) à península helênica. A ponte une também duas estradas principais: a intersecção da auto-estrada de Patras-Atenas-Tessalóia (que completa rede de auto-estradas européia) e a linha central ocidental da estrada de Kalamata-Patras-Igoumenitsa.

Os pilares da ponte são feitos de betão armado e erguem-se 160m acima do nível do mar. Por causa da elevada atividade sísmica na área, esta ponte requer o reforço do leito do mar através de 200 tubulações de aço ocas (para cada pilar) cobertas com cascalho. Com uma plataforma de 27,2m de largura, contém duas faixas de tráfego, mais uma faixa de segurança e uma passagem de pedestres em ambos os sentidos. Existirão ainda dois viadutos de aproximação, um com 392m no lado de Rion e o outro com 239m no lado de Antirion.

A ponte de Sutong, na China.

A ser edificada entre as cidades de Nantong e Changshu, no leste da província de Jiangsu, constituirá um ponto-chave na rede rodoviária da China. A ponte de Sutong, que cruza o rio Changjiang, terá diversos papéis: completará a rede "cervical" de estradas do país; melhorará a segurança para os veículos que cruzam o rio e diminuirá a pressão do tráfego crescente na região. A conclusão da ponte está programada para 2009, segundo as estimativas originais do projeto.

A ponte de Sutong ficará situada no trecho de Chengong do rio Changjiang, um rio com uma largura variável entre 6km e 14km, e uma profundidade máxima de aproximadamente 50m. A ponte apresentará uma extensão total de 13,2km. O tabuleiro central apresenta a altura de 62 metros, permitindo a passagem de navios com peso até 50 mil toneladas, sob quaisquer condições climáticas, numa extensão de 861 metros. Com uma estrada de seis faixas, a circulação na ponte far-se-á a uma velocidade máxima de 100 km/h.

Uma vez terminada, a ponte marcará quatro novos recordes do mundo para pontes estaiadas (suspensas por cabos): a sua extensão de 1,088m será a mais longa; a torre principal da ponte - com 306m de altura - será a mais elevada; os dois cais da fundação da ponte principal serão os mais profundos; e a parte estaiada será a mais longa do mundo numa ponte.

A Ponte Great Belt Bridge, Suécia/Dinamarca

A ponte foi construída e inaugurada em 2000 para ligar as cidades de Kastrup (Dinamarca) e Lernacken (Suécia), passando por duas pequenas ilhas do Estreito de Øresund. A obra possui

quatro pilares retos, com 240 metros acima do nível do mar, apoiados em bases de concreto também apoiados em pilares enterrados de 13 a 28 metros de profundidade. O maior vão livre estaiado é de 490 metros de extensão e 55 metros de altura em relação ao nível do mar para permitir a navegação sem restrições. De um modo geral, a ponte tem formato curvo, resultado da mudança gradual do ângulo de encaixe das juntas entre os vãos. O tráfego é rodo-ferroviário, associado a um complexo administrativo, aduana, saídas de emergência, cabines de pedágio, e o centro de controle de tráfego.

A técnica de pontes estaiadas, desenvolvida há séculos na Europa, apesar de antiga não se popularizou tanto quanto a das pontes pênséis. Acidentes lançavam dúvidas sobre sua segurança. Em meados do século passado, com o surgimento de novos aperfeiçoamentos tecnológicos, a confiança nesse tipo de estrutura foi finalmente recuperada, e as pontes voltaram a ser construídas em diversas partes do mundo, transformando-se até mesmo em atração turística.

Exemplos de Pontes Estaiadas no Brasil

No Brasil, a primeira ponte estaiada (com vão de 126 m) foi construída sobre o rio Pinheiros, em São Paulo, e inaugurada há apenas dois anos. Em seguida, veio a ponte sobre o rio Paranaíba, na fronteira de Minas Gerais com Mato Grosso do Sul, com 662 m de extensão e vão central de 350 m. Além da ponte sobre o rio Guamá, existem ainda projetos em desenvolvimento para São Paulo e Brasília.

Recente o empreendimento no Estado do Pará, no contexto maior da construção da Alça Viária, ligando a localidade de Marituba a Porto de Vila do Conde, está em andamento a construção de ponte sobre o rio Guamá, que terá dois pilares centrais retos, com dois trechos estaiados, numa extensão de 1.976,8 metros e largura de 12,40 metros. Dentre os objetivos da ponte está a integração dos municípios à região Metropolitana de Belém, a geração de empregos, a diminuição do custo dos transportes, a substituição dos atuais sistemas de balsa, a melhoria das condições de tráfego em Belém e a integração da Região Metropolitana de Belém as regiões sudeste e sul, no eixo da PA-150, em especial aos pólos urbanos de Marabá, Tucuruí, Parauapebas e Redenção.

Comparativamente com as demais pontes em território brasileiro, a ponte sobre o rio Negro, ligando Manaus a Iranduba, no Amazonas será única na região Amazônica com dimensões comparáveis e que superam em extensão muitos dos exemplos acima mencionados. Cada uma delas apresenta características que podem ser encontradas no projeto elaborado para a ponte sobre o rio Negro, mostrando claramente que a tecnologia construtiva é de ponta e vem sendo amplamente utilizada em todo o mundo. A tecnologia é tão avançada que permite a sua construção em ambientes bem adversos, com fortes ventos e furacões, clima muito frio, e até em áreas com intensa atividade sísmica, com terremotos. Ainda que aponte sobre o rio Negro não possua as mesmas formas arquitetônicas da ponte sobre o rio Guamá no Pará, outras semelhanças são bastante marcantes, principalmente no que se refere ao ambiente amazônico. Na Figura III. 1a e III.1.b podem ser vistas imagens comparativas destas pontes no mundo e no Brasil. De forma complementar, outras pontes construídas no Brasil foram pesquisadas para entender o processo de licenciamento ambiental e as principais questões associadas à sua construção.

III.6 – O PROJETO EXECUTIVO

Esta parte do Capítulo III está dedicada a apresentação da descrição técnica detalhada do Projeto de construção da ponte sobre o rio Negro. Como já mencionado anteriormente o projeto foi desenvolvido pela empresa Geométrica Engenharia e apresentado à CIAMA - Companhia de Desenvolvimento do Estado do Amazonas, órgão ligado a SEINF – Secretaria Estadual de Infra-Estrutura.

Trata-se de uma ponte com comprimento total de 3.505,00 m, composta por um trecho estaiado com comprimento de 400,00 m com largura de plataforma de 22,60 m e dois outros trechos de

acesso com comprimentos de 1.708,95m e 1.483,95m, com largura de plataforma de 20,70m (vide Anexo III.2 - Maquete Digital e Anexos III.3 a III.9 - Plantas diversas do empreendimento), totalizando uma área de tabuleiro de 75.133,03 m². A extensão total aproximada da obra de interligação entre da Cidade de Manaus e a AM-10 é de 12.1 km.

A seção transversal do trecho estaiado é constituída por dois passeios para pedestres com largura livre de 2,45 m cada, por pistas carroçáveis totalizando 16,50 m, abrigando quatro faixas de 3,50 m e duas faixas de segurança de 65 cm cada e um tachão para separação dos sentidos de tráfego. Finalmente, constituem o tabuleiro duas defensas intransponíveis de 0,40 m cada e duas muretas laterais de 0,20 m, totalizando 22,60 m de largura.

A seção transversal dos trechos de acesso é constituída por dois passeios para pedestres com largura de 1,50 m livre cada, por uma pista carroçável de 16,50 m, abrigando quatro faixas de 3,50 m e duas faixas de segurança de 65 cm cada, e ainda tachão para separação dos sentidos de tráfego. Por fim, constituem o tabuleiro duas defensas intransponíveis de 0,40 m cada e de duas muretas laterais de 0,20 m, totalizando 20,70m de largura total. As barreiras intransponíveis serão moldadas "in loco" após a concretagem e cura da laje do tabuleiro.

Para o desenvolvimento dos estudos e da concepção do projeto foram adotados os seguintes parâmetros:

Na ilha de Iranduba

Início : (AM-070)

Fim : (Início da Ponte)

Características:

- Velocidade (tronco) - 80 km/h
- Velocidade (retornos) - 60 km/h
- Raio Mínimo - 250 metros
- Superelevação máxima - 6.0 %
- Rampa Máxima - 1.0 %
- Rampa Mínima - 0,5 %

No trecho da Ponte

Características:

- Velocidade (tronco) - 100 km/h
- Raio Mínimo - 415 metros
- Superelevação máxima - 6.0 %
- Rampa Máxima - 3.0 %
- Rampa Mínima - 0,5 %

Em Manaus (Trecho Urbano)

Início: fim da ponte

Fim: malha urbana (Avenida Brasil)

Características:

- Velocidade (tronco) - 60 km/h
- Raio Mínimo - 280 metros
- Superelevação máxima - 4.0 %
- Rampa Máxima - 7.6 % (existente)
- Rampa Mínima - 0,5 %

O detalhamento, dados e informações de traçado da obra, em cada uma de suas fases, assim como para orientar a leitura dos itens que se seguem, podem ser vistos nos seguintes documentos:

Para a Fase de Planejamento:

Anexo III.1 – Planta de Localização do Empreendimento, na escala 1:10.000

Anexo III.2 – Maquete Digital da Obra

Anexo III.3 – Mapa de Estudo de Alternativas Locacionais

Para a Fase de Implementação:

Tabela III.2 – Quadro de Anexos ao Projeto da ponte sobre o rio Negro

Anexo III.4	Plantas 01 a 16 – Projeto Geométrico traçado em planta escala 1:1.000
Anexo III.5	Plantas 17 a 32 – Projeto Geométrico traçado em perfil escala 1:1.000 e Vertical 1:100
	Planta 33 – Seções Tipo
Anexo III.6	Plantas 01 a 06 – Projeto Básico de Formas (parte 1 a parte 6)
	Planta 07 – Passagem inferior em Manaus/Forma
	Planta 08 – Projeto Básico de Formas (parte 8)
	Planta 09 – Projeto Básico de Formas Tabuleiro Típico
	Planta 10 – Projeto Básico/Iluminação
	Planta 11 – Projeto Passagem Inferior Ponta do Pepeta – Forma
	Planta 12 – Projeto Passagem Inferior em Manaus – Forma
	Planta 13ª – Projeto Básico / Proteção do Pilares
	Planta 13B – Projeto Básico Balizamento e Sinalização de Rota
	Anexo III.7
Plantas 02 a 11 – Projeto de drenagem /traçado em planta	
Plantas 12 a 17 - Projeto de drenagem traçado em planta - Escala 1:1.000	
Plantas 18 a 21 – Projeto de drenagem/dispositivos	
Planta 22 - Projeto de drenagem /muro de ALA	
Planta 23 - Projeto de drenagem/ caixa coletora	
Planta 24 - Projeto de drenagem/ grelha pré-moldada	
Planta 25 - Projeto de drenagem/poço de visita	
Planta 26 - Projeto de drenagem/ boca de lobo simples e dupla	
Planta 27 - Projeto de drenagem/ boca de lobo tripla	
Planta 28 - Projeto de drenagem/boca de leão	
Planta 29 - Projeto de drenagem /boca de leão tripla	
Anexo III.8	Plantas 1 a 08 - Levantamento planialtimétrico cadastral/Escala 1:1.000
Anexo III.9	Plantas 1 a 4 - Projeto de Pavimentação – Traçado em planta Escala 1:2.000
	Planta 5 - Projeto de Pavimentação seções tipos e detalhes

III.6.1 - O Projeto do Empreendimento (ponte, acessos, passagens de nível, projeto urbanístico- geométrico, etc.)

O Projeto do empreendimento engloba vários sub-projetos integrados (vide tabela III.1): 1- Projeto geométrico do traçado em planta e perfil; 2- Projetos de Passagens Inferiores; 3 - Projeto Básico de Iluminação; 4 – Projeto de Proteção dos Pilares; 5- Projeto Básico de Balizamento e Sinalização de Rota; 6- Projeto de Drenagem; Levantamento Planialtimétrico Cadastral; 7- Projeto de Pavimentação e 8 – Outros dados relevantes.

A leitura de cada um dos itens que se seguem devem ser acompanhadas, portanto, dos respectivos anexos, conforme apresentados na Tabela III.2.

A Ponte e Trechos de Acesso (vide Anexos III.4, III.5 e III.6).

Longitudinalmente, os trechos de acesso são constituídos por 71 vãos, sendo o primeiro junto dos encontros medindo 43,95m e os demais medindo 45,0m. Em todos eles, a seção transversal é constituída por seis longarinas pré-moldadas (vigas) com 2,2m de altura, dispostas transversalmente com entre eixos de 3,60m e uma laje de espessura mínima de 24cm, obedecendo uma inclinação transversal (sobreelevação) de 2%. As vigas serão protendidas longitudinalmente com a utilização de aço CP-190RB. Nos apoios serão feitas transversinas com espessura de 40cm que interligarão essas longarinas que poderão ser utilizadas para o macaqueamento da superestrutura em caso de eventual troca de aparelhos de apoio.

As vigas serão lançadas com treliças do tipo “Sicel”, “Aspen” ou similar e se apoiarão em aparelhos de neoprene colocados previamente sobre calços de concreto específico e individual, um para cada aparelho.

A meso-estrutura do apoio 1 será composta por uma travessa de apoio com largura de 1,45m e 1,0m de altura, por duas abas e uma cortina que farão a contenção do aterro de acesso. Também sobre esta travessa serão executados calços de concreto, sob os aparelhos de neoprene para a inclinação transversal do tabuleiro. O “fck” (resistência característica de compressão do concreto) desta travessa, cortina e abas será igual ou superior a 25MPa.

Nos apoios 2 ao 7 e 71 ao 73, a meso-estrutura será composta por dois blocos sextavados com arestas iguais a 3,32m e 2,0m de altura , interligados por um travamento com seção de 1,20mx1,80m. Sobre os blocos sairão pilares circulares com seção vazada cujo diâmetro externo é igual a 2,60m e a espessura de parede de 0,30m, com alturas variando entre 5,16m e 28,43m. No topo desses pilares serão executadas as travessas, que além de interligar os pares de pilares servirão como apoio para as longarinas do tabuleiro (superestrutura). Sobre as travessas serão executados os calços para ajustar a inclinação transversal do tabuleiro. O concreto dos blocos terá $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$, e com $f_{ck} \geq 30\text{MPa}$ nos pilares, travessas, calços, pilaretes e vigota. Todos os elementos da meso-estrutura destes apoios serão executados em concreto armado.

Nos apoios 8 ao 10, 25 e 64 ao 70, a meso-estrutura será composta por dois blocos sextavados com arestas iguais a 3,32m e 2,0m de altura , interligados por um travamento com seção de 1,20mx1,80m. Sobre estes blocos sairão pilares circulares com seção vazada cujo diâmetro externo é igual a 2,60m e a espessura da parede de 0,30m, com altura variando entre 16,0m e 39,0m. No topo dos pilares serão executadas as travessas que, além de interligar os pares de pilares, servirão de apoio para as vigas. Sobre as travessas serão executados os calços para compensar a inclinação transversal do tabuleiro. Também, serão executados sobre estas travessas seis pilaretes (0,25mx0,80m), interligados por uma vigota com seção igual a 1,0mx0,50m. O concreto dos blocos terá $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$, e com $f_{ck} \geq 30\text{MPa}$ nos pilares, travessas, calços, pilaretes e vigota. Todos os elementos da meso-estrutura destes apoios serão executados em concreto armado.

Para os apoios 11 e 21 ao 24, a meso-estrutura será composta por dois blocos retangulares com dimensões em planta iguais a 9,0mx4,0m e 2,0m de altura, interligados por um travamento com seção de 1,20mx1,80m. Sobre os blocos sairão pilares circulares com seção vazada cujo diâmetro externo é igual a 2,60m e a espessura de parede de 0,30m, com altura variando entre 20,9m e 37,90m. No topo destes pilares serão executadas as travessas, que além de interligar os pares de pilares servirão como apoio para as longarinas. Sobre as travessas serão executados calços de concreto para ajustar a inclinação transversal do tabuleiro. O concreto dos blocos terá $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$, e com $f_{ck} \geq 30\text{MPa}$ nos pilares, travessas, calços, pilaretes e vigota. Todos os elementos da meso-estrutura destes apoios serão executados em concreto armado.

Nos apoios 12 ao 20, a meso-estrutura será composta por dois blocos triangulares com arestas iguais a 7,31m e 2,0m de altura, interligados por um travamento com seção de 1,20mx1,80m. Sobre estes blocos sairão pilares circulares com seção vazada cujo diâmetro externo é igual a 2,60m e a espessura da parede de 0,30m, com altura variando entre 16,0m e 32,20m. No topo dos pilares serão executadas as travessas que, além de interligar os pares de pilares, servirão de apoio para as vigas. Sobre as travessas serão executados os calços para compensar a inclinação transversal do tabuleiro. O concreto dos blocos terá $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$, e nos pilares, travessas, calços, pilaretes e vigota serão utilizados concreto com $f_{ck} \geq 30\text{MPa}$. Todos os elementos da meso-estrutura destes apoios serão executados em concreto armado.

Para os apoios 26 ao 32, 53 ao 57 e 63, a meso-estrutura será composta por dois blocos retangulares com dimensões em planta iguais a 5,6mx6,4m e 2,0m de altura, interligados por um travamento com seção de 1,20mx1,80m. Sobre os blocos sairão pilares circulares com seção vazada cujo diâmetro externo é igual a 3,30m e a espessura de parede de 0,30m, com altura variando entre 39,5m e 48,8m. No topo destes pilares serão executadas as travessas, que além de interligar os pares de pilares servirão como apoio para as longarinas. Sobre as travessas serão executados calços de concreto para ajustar a inclinação transversal do tabuleiro. O concreto dos blocos terá $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$, e nos pilares, travessas, calços, pilaretes e vigota será utilizado concreto com $f_{ck} \geq 30\text{MPa}$. Todos os elementos da meso-estrutura destes apoios serão executados em concreto armado.

Para os apoios 33 ao 38 e 42 ao 52, a meso-estrutura será composta por dois blocos retangulares com dimensões em planta iguais a 5,6mx6,4m e 2,0m de altura, interligados por um travamento com seção de 1,20mx1,80m. Sobre os blocos sairão pilares circulares com seção vazada cujo diâmetro externo é igual a 4,0m e a espessura de parede de 0,30m, com altura variando entre 49,7m e 59,0m. No topo destes pilares serão executadas as travessas, que além de interligar os pares de pilares servirão como apoio para as longarinas. Sobre as travessas serão executados calços de concreto para ajustar a inclinação transversal do tabuleiro. O concreto dos blocos terá $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$, e nos pilares, travessas, calços, pilaretes e vigotas será utilizado concreto com $f_{ck} \geq 30\text{MPa}$. Todos os elementos da meso-estrutura destes apoios serão executados em concreto armado.

Para os apoios 58 ao 60, a meso-estrutura será composta por dois blocos retangulares com dimensões em planta iguais a 9,0mx4,0m e 2,0m de altura, interligados por um travamento com seção de 1,20mx1,80m. Sobre os blocos sairão pilares circulares com seção vazada cujo diâmetro externo é igual a 3,30m e a espessura de parede de 0,30m, com altura variando entre 42,30m e 44,15m. No topo destes pilares serão executadas as travessas, que além de interligar os pares de pilares servirão como apoio para as longarinas. Sobre as travessas serão executados calços de concreto para ajustar a inclinação transversal do tabuleiro. O concreto dos blocos terá $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$, e nos pilares, travessas, calços, pilaretes e vigota será utilizado concreto com $f_{ck} \geq 30\text{MPa}$. Todos os elementos da meso-estrutura destes apoios serão executados em concreto armado.

Nos apoios 61 e 62, a meso-estrutura será composta por dois blocos triangulares com arestas iguais a 7,31m e 2,0m de altura, interligados por um travamento com seção de 1,20mx1,80m. Sobre estes blocos sairão pilares circulares com seção vazada cujo diâmetro externo é igual a 3,30m e a

espessura da parede de 0,30m, com altura variando entre 40,0m e 42,0m. No topo dos pilares serão executadas as travessas que, além de interligar os pares de pilares, servirão de apoio para as vigas. Sobre as travessas serão executados os calços para compensar a inclinação transversal do tabuleiro. O concreto dos blocos terá $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$, e com $f_{ck} \geq 30\text{MPa}$ nos pilares, travessas, calços, pilaretes e vigota. Todos os elementos da meso-estrutura destes apoios serão executados em concreto armado.

Por fim, no apoio 74, a meso-estrutura será composta por dois blocos retangulares com dimensões em planta iguais a 4,10mx4,80m com 1,70m de altura, interligados por um travamento com seção de 0,40mx1,40m. Sobre os blocos sairão os pilares retangulares com dimensões iguais 0,70mx1,40m e altura de 3,80m. No topo dos pilares será executada uma travessa que, além de interligá-los, servirá como apoio para as vigas. Sobre a travessa serão executados os calços de concreto para ajustar a inclinação transversal do tabuleiro. Também, ligadas à travessa têm-se duas abas e uma cortina, que farão a contenção do aterro de acesso. O f_{ck} (resistência característica de compressão do concreto) da travessa cortina e abas será igual ou superior a 25MPa.

A fundação da ponte será composta por:

- **estacas tipo hélice** contínua com diâmetro igual a 80 cm, cravadas em linha e interligadas pela travessa, no apoio 1;
- estacas tipo hélice contínua com diâmetro igual a 80 cm, dispostas em dois grupos de estacas interligadas pelos blocos, nos apoios 2 ao 7 e 71 ao 73;
- **estacas pré-moldadas** circulares vazadas com diâmetro externo igual a 80 cm com parede de 15 cm, dispostas em dois grupos de estacas interligadas pelos blocos, nos apoios 8 ao 10, 25 e 64 ao 70;
- **estacões escavados** circulares com diâmetro interno igual a 200 cm nos trechos em água e em solo, com camisa metálica cuja espessura é de 12.5mm. As estacas estão dispostas em dois grupos de estacões escavados interligados pelos blocos, nos apoios 11, 21 ao 24 e 58 ao 60;
- estacões escavados circulares com diâmetro interno igual a 200 cm nos trechos em água e em solo, com camisa metálica cuja espessura é de 12.5mm. As estacas estão dispostas em dois grupos de estacões interligadas pelos blocos, nos apoios 12 ao 20, 61 e 62;
- estacas pré-moldadas circulares vazadas com diâmetro externo igual a 80 cm com parede de 15 cm, dispostas em dois grupos de estacas interligadas pelos blocos de apoio, nos apoios 26 ao 32, 53 ao 57 e 63;
- **estacas pré-moldadas** circulares vazadas com diâmetro externo igual a 80 cm com parede de 15 cm, dispostas em dois grupos de estacas interligadas pelos blocos de apoio, nos apoios 33 ao 38 e 42 ao 52;
- estacas tipo hélice contínua com diâmetro igual a 80 cm, dispostas em dois grupos de estacas interligadas pelos blocos de apoio, no apoio 74.

As estacas hélice serão escavadas em solo, preenchidas com concreto com $f_{ck} \geq 20\text{MPa}$ e armadas com aço CA-50. As estacas pré-moldadas terão seção circular vazada com diâmetro externo igual a 80cm e parede de 15cm, e serão protendidas com cordoalhas de diâmetro igual a 12.7mm de aço CP-190RB, o concreto utilizado terá $f_{ck} \geq 35\text{MPa}$. Serão cravadas em trecho sobre lâmina d'água.

A infra-estrutura dos apoios 11, 21 ao 24, 58 ao 60, 12 ao 20, 61 e 62 será composta por estacões escavados com diâmetros iguais a 2,0m. Para a execução dos estacões escavados serão utilizadas camisas metálicas, as escavações e limpeza interna da estaca serão realizadas com material estabilizante e a concretagem do tipo "submersa". Para interligar os estacões escavados será executado o bloco já descrito na meso-estrutura.

O acesso aos encontros dos apoios 1 e 74 serão executados em aterro estabilizado com talude e bermas, além de protegido por grama e solo estabilizado (terra armada) respectivamente.

Trecho Estaiado

Longitudinalmente o trecho estaiado será constituído por 2 vãos com 200,0m cada um, perfazendo um total de 400,0m. Nestes dois vãos principais a seção transversal será constituída de duas longarinas laterais com 1,6m de altura localizadas nas bordas do tabuleiro e uma laje de interligação das longarinas com espessura igual a 31cm, obedecendo uma inclinação transversal de 2%. O tabuleiro será protendido longitudinal e transversalmente com a utilização de aço CP-190RB.

Os **vãos** serão constituídos em aduelas com comprimento aproximado de 7,0m moldadas com a utilização de duas treliças para execução em balanços sucessivos, que avançarão para a execução da aduela seguinte somente após concretagem e cura da aduela e da colocação e tensionamento de seus estais.

O **mastro** terá forma de diamante no seu trecho inferior de passagem pelo tabuleiro e será composto por quatro pilares quadrados com seção vazada e dimensões iguais a 4,0mx4,0m com paredes com espessura de 60cm; estes pilares convergem para uma laje de interligação com espessura de 1,50m, que será executada no nível 147,65 aproximadamente. A partir deste nível, o mastro sobe com uma seção retangular singular, vazada e com dimensões variando de 8,90mx8,90m a 3,0mx4,0m; deste trecho sairão os estais. No topo do mastro será executada uma laje de fechamento com espessura de 0,4m. Para execução do mastro serão utilizadas formas trepantes e concreto com $f_{ck} \geq 35\text{MPa}$.

O **estaiamento** será composto por dois planos verticais de estais ligando o tabuleiro ao mastro. Esse estaiamento será feito com utilização de aço CP-177RB galvanizado, engraxado e com proteção de PHDE.

A meso-estrutura dos apoios 39 e 41 será composta de blocos com dimensões iguais a 10,0mx25,0m e altura de 2,10m, deste bloco sairá um pilar retangular vazado com dimensões iguais a 21,2mx4,0m com paredes com espessura de 0,30m, dividido por dois septos com lâmina com espessura de 0,30m. As alturas dos pilares serão de aproximadamente de 59,8m e 61,5m. No topo destes pilares, será executada uma travessa de apoio na qual a superestrutura estaiada será engastada, e que servirá como apoio para as vigas pré-moldadas dos últimos vãos dos trechos de acesso. Os blocos, pilares e travessas serão executados em concreto armado. Serão utilizados $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$ e para os blocos $\geq 35\text{MPa}$ para os demais elementos.

No apoio 40, a meso-estrutura será composta de um bloco com dimensões iguais a 30,0mx33,0m e altura de 5,0m, deste bloco sobem quatro pilares retangulares vazados com dimensões iguais a 4,0mx4,0m com paredes com espessura de 0,60m. Estes pilares serão intertravados por vigas de concreto protendido e laje. As lajes serão executadas em concreto armado, o f_{ck} utilizado será $\geq 35\text{MPa}$.

A infra-estrutura dos apoios 39 e 41 será composta por estações escavados com diâmetros iguais a 2,00m. Para a execução dos estações escavados serão utilizadas camisas metálicas, as escavações e limpeza interna da estaca serão realizadas com material estabilizante e a concretagem do tipo "submersa". Os estações escavados serão armados e os comprimentos e demais detalhes das armaduras, definidos pelo projeto estrutural. Para interligar os estações, será executado o bloco já descrito na meso-estrutura.

No apoio 40 a infra-estrutura será composta por estações escavadas com diâmetros iguais a 2,00m conforme descrição acima. Também como nos apoios anteriores, para interligar os estações escavados será executado o bloco já descrito na meso-estrutura deste apoio.

O Projeto de DRENAGEM (Vide Anexo III.7 – Plantas diversas).

O projeto de drenagem do sistema viário é composto, no trecho da Ilha do Iranduba, por sarjeta de borda de plataforma de aterro para proteger as cristas dos taludes. Nos pontos em que houve a necessidade de esgotá-las, projetou-se descidas d'água tipo rápido ou tipo escada, com lançamento em dispositivos de amortecimento, a fim de evitar erosões. Para o canteiro central foram projetadas valetas triangulares com revestimento em concreto, que ao atingirem sua capacidade hidráulica ou nos pontos baixos do sistema viário serão esgotadas por bueiros de greide.

No início da obra, próximo a estaca 0+0,00m, projetou-se sarjetas de corte para escoar as águas oriundas dos laterais do terreno e das pistas. Este dispositivo foi utilizado também nas rotatórias, com esgotamento sendo efetuados por bueiros de greide.

Ao longo da parte estaiada da ponte, o escoamento das águas pluviais será efetuado através do buzínates previstos no projeto estrutural da mesma. O trecho entre a parte estaiada e a Avenida Brasil localiza-se em área urbana da cidade, assim, as vias foram projetadas com guias e sarjetas nas laterais, formando uma calha por onde se dará o escoamento superficial do caudal pluviométrico até o ponto em que a vazão contribuinte supere a capacidade hidráulica da pista ou haja inversão da declividade transversal do leito do sistema viário, então, a partir deste ponto, foi prevista rede de drenagem de águas pluviais.

A rede de drenagem no trecho urbano é composta por captações efetuadas através de bocas-de-lobo ou bocas-de-leão, poços de visita nos pontos de mudança de direção horizontal ou vertical, tubos de concreto diâmetro mínimo nos ramais de ligação de 0.50m, Ø0.60m nas linhas principais, descidas d'água em degraus nos trechos de grande desnível no terreno, bueiro simples celular de concreto e bueiro simples tubular de concreto nos pontos de travessia de talvegues sob as pistas.

O sistema viário é composto por duas pistas com canteiro no meio, a linha tronco da galeria foi projetada no canteiro central para ficar equidistante das captações projetadas nas laterais. Foram previstas redes de drenagem nas embocaduras das ruas que ficam ao longo do trecho. Estas redes captarão o volume pluviométrico contribuinte, evitando que causem transtornos ao sistema viário projetado.

Na estaca 473+10,00m, dimensionou-se tubulação de diâmetro 1,20m para esgotar as águas pluviais que escoam para o fundo de vale existente no lado esquerdo das pistas projetadas. Esta tubulação cruzará as pistas e fará o lançamento em canal trapezoidal de concreto de base=1,50m e altura=1,50m. Este canal terá extensão de 285,00m, e lançará na margem do rio Negro.

Na estaca 509+14.00m dimensionou-se bueiro simples celular de concreto/seção (4,50x1,50). Esta galeria esgotará as águas contribuintes no córrego existente neste ponto e efetuando sua travessia de um lado para outro das pistas.

Um pouco mais à frente, em direção à Avenida Brasil, no ponto baixo da estaca 529+6.00, o caminhamento da rede foi proposto através do terreno vazio paralelo à Pousada Beija Flor.

O Projeto de PAVIMENTAÇÃO (vide Anexo III.9)

O método utilizado para elaboração do projeto de pavimentação do sistema viário da Ponte Estaiada sobre o rio Negro, ligando a Ponta do Pepeta em Iranduba a Ponta do Ouvidor em Manaus, foi o do Departamento de Infra-Estrutura de Transportes – DNIT.

Para o dimensionamento do pavimento, o tráfego de veículos comerciais adotado para o sistema viário foi caracterizado por um número N de solicitações do eixo simples padrão igual 2x107.

Para a caracterização do subleito existente foram executadas sondagens a trado e retiradas amostras para realização da caracterização dos materiais do subleito e ensaios laboratoriais. O pavimento dimensionado é composto por uma camada de revestimento de concreto asfáltico sobre uma camada de base de brita graduada simples, assentada sobre a camada de sub-base estabilizada granulometricamente.

O Projeto de ILUMINAÇÃO (vide Anexo III.6 – Planta 10)

Como parte integrante do Projeto Geral do empreendimento da ponte sobre o rio Negro inclui-se o Projeto de Iluminação básica, onde são estabelecidos os parâmetros que serão utilizados: postes flangeados metros de altura, para uma ou duas luminárias, com projetores do tipo TP 242, TP 317, lâmpadas de vapor seco de sódio de 250W e caixas de inspeção. No mesmo projeto constam a planta de distribuição das luminárias ao longo de todo o empreendimento, as seções transversais de instalação dos postes na ponte propriamente dita e demais detalhes técnicos da iluminação.

O Projeto de PROTEÇÃO DOS PILARES (vide Anexo III.6 - Planta 13A).

No Projeto básico da ponte também está incluso o subprojeto que define os critérios técnicos para a instalação de protetores dos pilares contra o choque de embarcações. Os protetores serão flutuantes (enchimento de isopor de alta densidade) recobertos por chapas metálicas, de caráter flutuante, para acompanhar o regime de cheias e vazantes do rio Negro. Apresenta-se ainda o dimensionamento dos impactos e da reação de impacto.

Os projetos de iluminação, proteção dos pilares, associados com outros itens de segurança, como os sensores de aproximação, sinalização e células de medição de resistência dos materiais garantirão todos os aspectos referentes à segurança de navegação nas proximidades do empreendimento e de tráfego rodoviário eficaz e seguro.

Outras Especificações Técnicas de Serviços

Cortes

Os trabalhos executados em corte compreendem as escavações dos materiais constituintes do terreno natural ou de aterro até as cotas indicadas em projeto, incluindo aí o transporte do material escavado para obras onde será utilizado, e também para os depósitos e/ou “bota-foras”. As escavações em solo deverão ser executadas utilizando equipamentos mecânicos adequados às necessidades da obra, podendo ser complementadas com emprego de serviços manuais.

A escavação será precedida, conforme o local da execução dos serviços, de desmatamento, destocamento e limpeza com equipamentos adequados, complementados com emprego de serviços manuais e, eventualmente, de explosivos. Deverá ser removida eventual camada de solo orgânico, sendo em seguida armazenada em local apropriado para posterior utilização nos acabamentos dos “bota-foras” e aterros e/ou, como camada final para implantação da proteção vegetal. Constatada a conveniência técnica e econômica da reserva de materiais dos cortes para posterior utilização na execução dos aterros, o material deverá ser disposto em locais ou faixas indicados pela empreiteira e aprovados pela fiscalização, de forma a não serem prejudicadas as operações de terraplenagem.

Com relação à escavação de valas, a empreiteira deverá providenciar a pesquisa de interferências, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, cabos, postes ou outros elementos e estruturas existentes que estejam na área atingida pela escavação ou próximos a esta.

A empreiteira deverá manter livres as grelhas, tampões e bocas-de-lobo das redes de drenagem dos serviços públicos, junto às valas, não devendo estes componentes ser danificados ou entupidos. As obras específicas de proteção dos cortes, englobando proteção à vegetação, impermeabilização, obras de drenagem superficial e profunda, desmonte com explosivos, etc., deverão ser executadas de acordo com as especificações de projeto referentes a cada caso.

Aterros

A execução de aterros compactados deverá prever a utilização racional de equipamentos apropriados, atendendo às condições locais e à produtividade exigida.

Os solos a serem utilizados nos aterros projetados provirão de áreas de empréstimo ou de locais onde estejam sendo executados cortes, devendo ser indicados pela empreiteira e aprovados pela fiscalização, já no projeto executivo da obra.. Solos turfosos, argilas orgânicas e solos com matéria orgânica ou vegetal não poderão ser utilizados, devendo ser evitado também, o uso de solos com presença de material micáceo, bem como qualquer solo com índice de expansão maior do que 4%, determinado no ensaio de índice de suporte Califórnia (CBR), utilizando a energia normal de compactação.

Antes do lançamento de cada camada, o solo deverá ser escarificado com gradeamento, produzindo ranhuras ao longo de curvas de nível. O material deverá ser lançado (descarregado e espalhado) em toda a largura do aterro, em camadas de solo cuja espessura não exceda 25 centímetros antes de compactado. Essa espessura poderá ser alterada pela fiscalização em função das características do equipamento e do material empregado. Na execução do aterro, cada camada deverá ser lançada e compactada com uma sobrelargura de no mínimo 50 centímetros, medidos na horizontal, além dos alinhamentos de projeto. Essa sobrelargura deverá ser removida por ocasião dos serviços de acabamento do talude de aterro, anteriormente à implantação da proteção superficial. Ela visa evitar que junto à superfície do talude permaneçam materiais soltos ou solo insuficientemente compactado.

Todo o material de aterro deverá ser compactado por meio de rolos compactadores, com velocidade apropriada ao tipo de equipamento empregado e ao material a ser compactado.

Preparo do Subleito do Pavimento

O presente procedimento compreende as operações necessárias para execução do preparo do subleito do pavimento e sua regularização. Visa à obtenção da superfície final do subleito, obedecendo às condições geométricas caracterizadas pelo alinhamento, perfis e seções transversais do projeto envolvendo:

- terraplenagem
- compactação e homogeneização
- regularização

O preparo do subleito aqui considerado vale para os trabalhos de vias em solo. No caso de trechos em terrenos mais resistentes (saprolitos e rochas) ou sobre estruturas, pontes, viadutos, etc., deverão ser incorporadas no projeto as adequações necessárias. A terraplenagem do subleito, limitada lateralmente, no mínimo, pelo lado externo das escoras (bolas) das guias, consistirá em serviços de corte, carga, transporte, descarga e aterro, assim como substituição de materiais instáveis, por materiais apropriados, de acordo com o projeto do pavimento.

Nos aterros, os solos a serem utilizados deverão ter características uniformes e possuir qualidades iguais ou superiores às do material previsto no projeto do pavimento. Em qualquer caso, não será admitida a utilização de solos turfosos, micáceos ou que tenham substâncias orgânicas.

Quando a elevação do greide se fizer em aterro inferior a 20cm de espessura, a superfície do leito existente deverá ser previamente escarificada, de maneira a garantir uma perfeita ligação com a camada subjacente. Os serviços de compactação deverão obedecer às seguintes operações:

- Determinação da massa específica aparente seca máxima e do teor de umidade ótima do material a ser compactado, obtida em ensaio de compactação na energia normal;
- Compactação do material mediante equipamentos adequados, como: rolo pé-de-carneiro (estático e/ou vibratório), dependendo das condições físicas da via e rolo compactador de chapa (estático ou vibratório) para selar;
- Controle da massa específica aparente seca máxima alcançada, a fim de comprovar se o material foi devidamente compactado a 100% em relação aos resultados do ensaio Proctor Normal.

Os serviços de compactação no caso de cortes em solo deverão atender os seguintes requisitos:

- A camada superficial do subleito deverá ser escarificada e destorroada numa espessura mínima de 15cm até que o solo apresente pelo menos 60% do total em peso, excluído o material graúdo, passando pela peneira de 4,8mm (nº 4);
- Caso o teor de umidade do material destorroado seja superior em 2% ao teor de umidade ótima, determinado pelos ensaios de compactação executados de acordo, proceder-se-á a aeração do mesmo com equipamento adequado até reduzi-lo àquele limite. Se o teor de umidade do solo destorroado for inferior em mais de 2% ao teor ótimo de umidade acima referido, será procedida a irrigação até alcançar aquele valor. Concomitantemente à irrigação deverá ser executada a homogeneização do material com grade de disco, a fim de garantir uniformidade de umidade;
- Material aerado ou umedecido e homogeneizado em toda a largura do leito deverá, após a compactação, ter uma espessura da ordem de 15 cm. No caso dos aterros deverão ser atendidos os seguintes requisitos:
 - O solo importado para o aterro será distribuído uniformemente sobre o subleito, devendo ser destorroado, nos casos de correção de umidade, até que pelo menos 60% do total em peso, excluído o material graúdo, passe na peneira de 4,8mm (nº 4);
 - Para o ajuste do teor de umidade do material destorroado, dever-se-á proceder como no item 2.2.1, alínea b);
 - O material aerado ou umedecido e homogeneizado será distribuído de forma regular e uniforme em toda a largura do leito, de tal forma que após a compactação, sua espessura esteja compreendida entre 10 e 15cm;
 - A execução das camadas com espessura superior a 15cm, só será permitida pela Fiscalização desde que se comprove que o equipamento empregado seja capaz de compactá-las em espessuras maiores, de modo a garantir a uniformidade do grau de compactação mínimo exigido em toda a profundidade da camada.

Compactação

A compactação deverá ser realizada através de equipamentos adequados ao tipo de solo, tais como: rolo pé-de-carneiro, pneumático ou vibratório devendo progredir das bordas para o centro nos trechos retos e da borda mais baixa para a mais alta nas curvas, paralelamente ao eixo a ser pavimentado;

Para auxiliar a compactação no caso em que não se tenha rolo de pressão variável em serviço, recomenda-se a passagem de caminhões carregados sobre as bordas, próximo às sarjetas. Esse procedimento permite identificar áreas mal-compactadas, que dariam problemas após a construção do pavimento, e dependerá de autorização da fiscalização.

Sugere-se o uso de compactadores tipo pé-de-carneiro, estático ou vibratório, quando o solo a ser compactado tenha características argilosas. No caso de solos siltosos e arenosos recomenda-se o uso de rolo pneumático e/ou vibratório.

Regularização

Concluída a compactação do subleito, a superfície deverá ser conformada com motoniveladora, de modo que assuma a forma determinada pela seção transversal e demais elementos do projeto.

O acabamento da superfície deverá ser obtido através de equipamentos tipo rolo pneumático de pressão variável e/ou rolo liso, até que se apresente lisa (sem sulcos) e isenta de partes soltas. Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento da melhoria do subleito, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da Empreiteira a responsabilidade desta conservação.

A melhoria do subleito não deve ser submetida à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a fiscalização poderá autorizá-la quando a seu critério, os danos que venham a ser causados à superfície acabada, não prejudiquem a qualidade da camada do pavimento que será construída sobre a melhoria em questão.

Guias e Sarjetas

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga dos materiais, assim como a mão-de-obra e equipamentos necessários à execução e ao controle de qualidade da execução de guias e sarjetas, de conformidade com as diretrizes apresentadas a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

Guias pré-moldadas são aquelas provenientes da pré-fabricação fora do canteiro de obras e sarjetas moldadas são aquelas provenientes do lançamento e acabamento do concreto em formas previamente preparadas, ambas assentes sobre uma base de concreto. As guias e sarjetas serão executadas com concreto composto por cimento Portland, areia e pedra britada. O concreto empregado na moldagem das guias e sarjetas, deverá possuir resistência mínima de 20,0 MPa, no ensaio de compressão simples, a 28 dias de idade e a receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços. O terreno de fundação das guias e sarjetas deverá estar com sua superfície devidamente regularizada de acordo com a seção transversal do projeto e de forma a apresentar-se lisa e isenta de partículas soltas ou sulcadas e ainda não apresentar solos turfosos, micáceos ou que contenham substâncias orgânicas e sem quaisquer problemas de infiltrações d'água ou umidade excessiva. A base de concreto deverá possuir, quando do assentamento das guias pré-moldadas, consistência suficiente para assegurar às guias e sarjetas um assentamento estável, ainda antes do endurecimento. Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva.

O solo de fundação das guias e sarjetas deverá ser compactado de preferência com equipamentos convencionais de terraplenagem tipo rolos vibratórios, pé-de-carneiro, etc., quando não for possível o uso desses equipamentos o solo da camada de apoio deverá ser cuidadosamente compactado com equipamentos menores tipo placa vibratória e/ou compactadores a ar comprimido, na falta destes o uso de soquetes manuais, com peso mínimo de 10 kg e seção não superior a 20 x 20 cm.

Para efeito de compactação, o solo deverá estar no intervalo de mais ou menos 1,5% em torno da umidade ótima de compactação, referente ao ensaio proctor normal. Após a compactação, deve-se umedecer ligeiramente o terreno de fundação para o lançamento da base, que será apiloada convenientemente, de modo a não deixarem vazios. A base deverá ser contida lateralmente por meio de formas de madeira, assentadas em conformidade com os alinhamentos e perfis de projeto. O assentamento das guias deverá ser feito antes de decorrida uma hora do lançamento do concreto da base.

As guias serão escoradas, nas juntas, por meio de blocos de concreto (bolas) com a mesma resistência da base, de acordo com o formato indicado no projeto. As juntas serão tomadas com argamassa de cimento e areia. A face exposta da junta será dividida ao meio por um friso de aproximadamente 3 mm de diâmetro, normal ao plano do piso. A faixa de 1 (um) metro contígua às guias deverá ser aterrada com material de boa qualidade. O concreto a ser utilizado na moldagem das sarjetas, deverá ter plasticidade e umidade tais que possa ser facilmente lançado nas formas onde, convenientemente apiloado e alisado, deverão constituir uma massa compacta sem buraco ou ninhos.

A mistura do concreto deverá ser necessariamente executada por processos mecânicos e antes do lançamento do concreto, deverão ser umedecidas a base e as fôrmas. Após o adensamento, a Superfície Da Sarjeta Deverá Ser Modelada Com Gabarito E Acabada Com Auxílio De Desempenadeiras de madeira, até apresentar uma superfície lisa e uniforme.

Imprimações Betuminosas

As imprimações podem ser de dois tipos:

- a) Impermeabilizante - consiste na aplicação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície de uma camada de pavimento concluída, objetivando: aumentar a coesão da superfície, pela penetração do material betuminoso; impermeabilizar a camada e promover condições de aderência entre a base e a camada asfáltica a ser sobreposta. Deve ser executada com materiais que possuem baixa viscosidade na temperatura de aplicação, e cura suficientemente demorada;
- b) Ligante – consiste na aplicação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície de uma camada de pavimento, antes da execução de um revestimento betuminoso, objetivando: promover a aderência entre este revestimento e a camada imprimada. Deverão ser empregados asfaltos diluídos de cura média, dos tipos CM-30 e CM-70. A temperatura de aplicação deverá ser escolhida de modo a ser obtida viscosidade Saybolt-Furol entre 20 e 60 segundos.

Poderão ser empregados:

- a) Emulsões asfálticas
- b) Emulsão asfáltica modificada com polímeros
- c) Outros materiais, desde que autorizados pela fiscalização.

A temperatura de aplicação deverá ser escolhida de modo a ser obtida viscosidade Saybolt-Furol entre 25 e 100 segundos. O equipamento deverá ser capaz de executar os serviços especificados nesta diretriz dentro dos prazos fixados no cronograma contratual, e deverá compreender:

- a) Tanque para armazenamento de material betuminoso. No caso de asfaltos diluídos os recipientes devem ser equipados com dispositivos para aquecimento e instalados de modo a evitar a entrada de água;
- b) Equipamento de limpeza consistindo em vassouras manuais e mecânicas e equipamentos capazes de produzir jatos de ar e de água;
- c) Os distribuidores de material betuminoso deverão ter sistema de aquecimento, bomba de pressão regulável, barra de distribuição com circulação plena, dispositivos para regulagem horizontal e vertical, bicos de distribuição calibrados para aspersão em leque, tacômetro, manômetros de fácil leitura, mangueira de operação manual para aspersão em lugares inacessíveis à barra;
- d) Pequenas ferramentas e utensílios tais como, regadores tipo "bico de pato", bandejas, etc.

Se o equipamento não satisfizer as condições mínimas para sua utilização, será rejeitado pela fiscalização. Outros equipamentos, a critério da fiscalização, poderão ser utilizados, desde que aprovados pela mesma. Antes de iniciar a distribuição do material betuminoso, o empreiteiro deverá providenciar o que for necessário, para evitar que o material espargido atinja guias, sarjetas, guarda-rodas, calçadas, guarda-corpos, etc.

A superfície sobre a qual será executada a imprimação deverá ser varrida com vassouras manuais ou mecânicas, de modo a remover materiais estranhos, tais como solos, poeira e materiais orgânicos. Se ainda existir poeira após a varredura, a limpeza deverá prosseguir com jatos de ar ou de água desde que não existam fendas ou depressões capazes de recolher e reter a água utilizada. Por esse motivo, a fiscalização deverá ser consultada sobre o procedimento a adotar. A aplicação do material betuminoso não deverá ser executada, quando as condições atmosféricas reinantes forem desfavoráveis.

A distribuição do material betuminoso não poderá ser iniciada enquanto não for atingida e mantida, no material existente dentro do veículo distribuidor, a temperatura necessária à obtenção da viscosidade adequada à distribuição. As entradas e descidas d'água de concreto deverão ser moldadas "in loco" atendendo ao disposto nos projetos específicos e desenvolvidos de acordo com as seguintes etapas.

- a) Escavação.
- b) Instalação de formas e cimbramento.
- c) Lançamento, vibração e cura do concreto.
- d) Retirada das guias e das formas laterais.
- e) Preenchimento das juntas com argamassa de cimento-areia, traço 1:3, em massa.

A temperatura de aplicação deverá ser escolhida de modo a ser obtida viscosidade Saybolt-Furol entre 25 e 100 segundos. O equipamento deverá ser capaz de executar os serviços especificados nesta diretriz dentro dos prazos fixados no cronograma contratual, e deverá compreender:

- a) Tanque para armazenamento de material betuminoso. No caso de asfaltos diluídos os recipientes devem ser equipados com dispositivos para aquecimento e instalados de modo a evitar a entrada de água;
- b) Equipamento de limpeza consistindo em vassouras manuais e mecânicas e equipamentos capazes de produzir jatos de ar e de água;
- c) Distribuidores de material betuminoso devem ter sistema de aquecimento, bomba de pressão regulável, barra de distribuição com circulação plena e, também, dispositivo para regulação horizontal e vertical, bicos de distribuição calibrados para aspersão em leque, tacômetro, manômetros de fácil leitura, mangueira de operação manual para aspersão em lugares inacessíveis à barra;
- d) Pequenas ferramentas e utensílios tais como, regadores tipo "bico de pato", bandejas, etc. Se o equipamento não satisfizer as condições mínimas para sua utilização, será rejeitado pela Fiscalização. Outros equipamentos, a critério da Fiscalização, poderão ser utilizados, desde que aprovados pela mesma.

Antes de iniciar a distribuição do material betuminoso o Empreiteiro deverá providenciar o que for necessário para evitar que o material espargido atinja guias, sarjetas, guarda-rodas, calçadas, guarda-corpos, etc.

A superfície sobre a qual será executada a imprimação deverá ser varrida com vassouras manuais ou mecânicas, de modo a remover materiais estranhos, tais como solos, poeira e materiais orgânicos. Se ainda existir poeira após a varredura, a limpeza deverá prosseguir com jatos de ar ou de água desde que não existam fendas ou depressões capazes de recolher e reter a água utilizada. Por esse motivo, a Fiscalização deverá ser consultada sobre o procedimento a adotar.

A aplicação do material betuminoso não deverá ser executada, quando as condições atmosféricas reinantes forem desfavoráveis.

A distribuição do material betuminoso não poderá ser iniciada enquanto não for atingida e mantida, no material existente dentro do veículo distribuidor, a temperatura necessária à obtenção da viscosidade adequada à distribuição.

O veículo distribuidor deverá percorrer a extensão a ser imprimada em velocidade uniforme, segundo trajetória eqüidistante do eixo da pista. O tacômetro, os manômetros e os termômetros deverão estar em perfeitas condições de funcionamento. Os operadores do veículo e da barra de distribuição deverão estar devidamente treinados.

A distribuição será executada com a mangueira de operação manual, sempre que a superfície a imprimir, em virtude da sua forma (trechos de largura variável) ou de suas dimensões, não permitir a utilização da barra de distribuição. Nas fendas, a aplicação será executada com o regador tipo "bico de pato".

Durante todo o tempo necessário às operações construtivas, à cura ou ruptura do material betuminoso e até o recobrimento da imprimação com outra camada de pavimento, os serviços executados ou em execução deverão ser protegidos, por responsabilidade da Empreiteira, contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

Camadas de concreto betuminoso usinado a quente

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga, e a usinagem de materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários à execução e ao controle de qualidade de camadas de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ).

O concreto betuminoso usinado a quente é uma mistura betuminosa executada em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

De acordo com a posição relativa e a função na estrutura, a mistura de concreto betuminoso deverá atender a características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as seguintes designações:

- Camada de rolamento: camada destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deverá apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego, mesmo sob condições climáticas e geométricas adversas.

- Camada de ligação ou "binder": camada posicionada logo abaixo da camada de rolamento. Geralmente apresenta uma maior percentagem de vazios e menor consumo de ligante, em relação à camada de rolamento.

É recomendado o emprego de cimento asfáltico de petróleo do tipo CAP-20 e CAP-40. Também poderá ser usado, cimento asfáltico modificado com polímero do tipo SBS ou EVA, com penetração mínima de 60 1/10 mm e ponto de amolecimento =80°C. O emprego de outros tipos de cimentos asfálticos especificados pela ABNT poderá ser admitido, desde que aprovado pela fiscalização.

O agregado graúdo, assim considerado o material retido na peneira de 4,8 mm (nº 4), será constituído por produtos de britagem provenientes de rochas sãs (granitos, gnaisses, basalto, etc..), apresentando partículas limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

- Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, os agregados deverão apresentar perdas inferiores a 12%;
- Para o agregado retido na peneira de 2,0 mm (nº 10), a porcentagem de desgaste no ensaio de abrasão "Los Angeles" não deverá ser superior a 40%;
- Deve apresentar boa adesividade com material asfáltico. Caso isto não ocorra, deve ser empregado um melhorador de adesividade;
- A porcentagem de grãos de forma lamelar, não poderá ser superior a 20%;
- A porcentagem de grãos defeituosos (conchoidais, de alteração de rocha, esféricos, etc..) não deverá ser superior a 5%.

O agregado miúdo, assim considerado o material que passa na peneira de 4,8 mm (nº4), será constituído por areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deverão ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:

- O equivalente de areia de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de pedra e/ou areia) deverá ser igual ou superior a 55%;
- É vetado o emprego de areia proveniente de cavas e/ou barrancas de rio, sem o devido beneficiamento. Sua utilização só será possível após análises e liberações pela Fiscalização.

O material do enchimento deverá ser constituído por cimento Portland, cal extinta, pós calcários ou cinzas volantes. Quando da aplicação, o "filler" deverá estar seco e isento de grumos.

A faixa granulométrica a ser utilizada deverá ser selecionada em função da utilização prevista para o concreto betuminoso.

A composição da mistura deverá satisfazer os requisitos do Quadro a seguir.

Deverão ser obedecidos, ainda, os seguintes requisitos:

- a) A faixa a ser usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento;
- b) A espessura da camada compactada, a ser executada de uma única vez, deverá se situar entre 1,5 a 3,0 vezes o diâmetro máximo da mistura de agregados;
- c) A fração retida entre duas peneiras consecutivas, com exceção das duas de maior malha de cada faixa, não deverá ser inferior a 4% do total;
- d) As granulometrias dos agregados miúdos (fração < 2,0 mm) deverão ser obtidas por "via lavada";
- e) Pelo menos 50% do material passando na peneira de 0,074 mm (nº 200), deverá ser constituído de "filler", no caso de mistura para a camada de rolamento e de reperfilagem;
- f) As condições obtidas no ensaio Marshall para a estabilidade, fluência, porcentagem de vazios e relação betume-vazios deverão atender aos limites apresentados no quadro a seguir.

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicáveis à execução do CBUQ:

- Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;
- A camada de rolamento deve ser confinada lateralmente pela borda superior biselada (chanfrada) da sarjeta, com a finalidade de evitar trincamento próximo à borda;
- No caso de desdobramento da espessura total de concreto betuminoso em duas camadas, a pintura de ligação entre estas poderá ser dispensada, se a execução da segunda camada ocorrer logo após à execução da primeira.
- A superfície que irá receber a camada de concreto betuminoso deverá se apresentar limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais;
- Eventuais defeitos existentes deverão ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura;
- A pintura de ligação deverá apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência, quando da execução do concreto betuminoso. Se necessária nova pintura de ligação deverá ser aplicada, previamente à distribuição da mistura;
- O concreto betuminoso deverá ser produzido em usina apropriada, que atenda aos requisitos apresentados. A usina deverá ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura;
- A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico empregado deverá ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante. A temperatura mais conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta viscosidade Saybolt-Furol na faixa de 75 a 95 segundos, admitindo no entanto, viscosidade situada no intervalo de 75 a 150 segundos;
- Não é permitido o aquecimento do cimento asfáltico acima de 177°C;
- A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deverá ser de 5 a 10°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 187°C;
- A produção de concreto betuminoso e a frota de veículos de transporte deverão assegurar a operação contínua da vibro acabadora.
- O concreto betuminoso será transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes com caçambas metálicas;

- A aderência da mistura às chapas da caçamba será evitada mediante a aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água) ou água e sabão. Em qualquer caso, o excesso de solução deverá ser retirado, antes do carregamento da mistura, basculando a caçamba;
- As caçambas dos veículos serão cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte, de forma a proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.
- A distribuição do concreto betuminoso somente será permitida quando a temperatura ambiental se encontrar acima de 10°C, e com tempo não chuvoso;
- A temperatura da mistura, no momento da distribuição, não deverá ser inferior a 120°C;
- Para o caso de emprego de concreto betuminoso como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deverá ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados;
- Deverá ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora, à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento destina-se exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora, e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia;
- Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas deverão ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa, sendo o espalhamento desta efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos. Esta alternativa deverá ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço;
- Para o caso de distribuição de massa asfáltica de graduação "fina" em serviços de reperfilagem, será empregada motoniveladora, observando a temperatura mínima para distribuição de 120°C.

A camada de concreto betuminoso recém-acabada somente será liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

Sub-base e base de brita estabilizada granulometricamente

A sub-base e a base de brita estabilizada granulometricamente são camadas constituídas de uma mistura de solos e materiais britados ou produtos provenientes de britagem.

A camada de base estabilizada granulometricamente será executada com materiais que atendam aos seguintes requisitos:

- a) O Índice de Suporte Califórnia deverá ser superior a 80% e a expansão máxima será de 0,5%.
- b) O agregado retido na peneira nº 10 deverá, ser constituído de partículas resistentes, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isentos de material vegetal.
- c) Para o agregado retido na peneira de 2,00 mm (nº 10) a porcentagem de desgaste no ensaio de Abrasão "Los Angeles" não deverá ser superior a 55%;
- d) A composição granulométrica deverá estar enquadrada em uma das faixas indicadas.

O conjunto de equipamentos deverá ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços. Caso necessário, a Fiscalização poderá exigir vistoria desses equipamentos por engenheiro mecânico ou técnico mecânico responsável.

O conjunto de equipamentos básicos para a execução da camada de base e subbase estabilizada granulometricamente compreende as seguintes unidades:

- a) Motoniveladora, com escarificador.
- b) Carro tanque distribuidor de água.
- c) Rolos compactadores.
- d) Pulvi-misturador.
- e) Central de mistura.

Outros equipamentos, desde que aprovados pela fiscalização, poderão ser utilizados.

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicáveis à execução da camada de sub-base e base estabilizada granulometricamente.

- a) Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;
- b) Quando se desejar camadas de base de espessura superior a 20 cm, os serviços deverão ser executados em mais de uma camada. A espessura mínima será de 10,0 cm após a compactação.

A superfície a receber a camada deverá estar perfeitamente limpa e desempenada, devendo ter recebido a prévia aprovação por parte da fiscalização.

Eventuais defeitos existentes deverão ser necessariamente reparados, antes da distribuição da camada de brita graduada.

Fornecimento de tubos de concreto

Os tubos pré-moldados deverão estar de acordo com a Norma Brasileira NBR 8890/2003 (tubo simples, tubo armado) e tubos de classes especiais (alta resistência). As classes a usar serão definidas em cada trecho no projeto. Os tubos serão de ponta e bolsa com junta rígida, usando-se para isso argamassa de cimento e areia.

Em face à grande quantidade de fabricantes de pré-moldados, recomenda-se uma visita aos mesmos onde os tubos poderão ser selecionados, tanto pela perfeição e acabamento, como pela qualidade, que deverá ser testada através de ensaios de compressão diametral.

Assentamento e rejuntamento de tubos

O assentamento de tubos deve obedecer rigorosamente às dimensões, bem como as declividades definidas em projeto. Os tubos serão assentados de maneira a não haver quebras das bordas. Não são permitidas recomposição de tubos danificados. O rejuntamento será executado com argamassa de areia e cimento no traço 1:4 em volume. Esta argamassa tem a finalidade de impedir infiltrações e deverá ser feita externamente quando o tubo não for envolvido com concreto.

As juntas nas paredes internas serão executadas cuidadosamente, alisando-se a argamassa de modo a se evitar o máximo possível que a rugosidade altere o regime de escoamento das águas.

Não serão assentados tubos trincados ou danificados durante a descida na vala ou que apresentem qualquer defeito construtivo aparente. Quando o lastro for em concreto, o assentamento dos tubos só terá início após 24 horas do começo da “pega” do concreto. Para lastro em brita o assentamento será logo após a sua compactação.

O controle dos alinhamentos das galerias e a verificação das cotas e declividades estabelecidas em projeto serão feitos após verificações topográficas em pontos escolhidos a critério da Fiscalização. O controle de qualidade dos concretos empregados e dos tubos será feito, também, por amostragem aleatória.

Componentes do sistema de drenagem

Sarjeta e sarjetões

Nos locais onde o uso de sarjetas ou sarjetões de concreto seja indicado, deverão ser respeitadas as características de execução definidas em projeto.

Especial atenção deverá ser dada na implantação destas obras, às características geométricas das sarjetas e sarjetões, bem como, das declividades transversais e longitudinais, para garantir a capacidade de vazão considerada em projeto.

Sarjetas e sarjetões serão em concreto $f_{ck} = 25$ MPa e locados ao longo das ruas em pontos indicados no projeto. Serão encontrados diversos tipos de solo para o assentamento destes dispositivos, devendo ser analisados os mesmos quanto à sua deformabilidade e tomadas as providências necessárias para a manutenção do bom funcionamento dos dispositivos indicados no projeto.

Durante o período de vigência do contrato, a Construtora deverá manter equipe para desobstruções periódicas de canaletas, e para a recomposição de eventuais trechos danificados após períodos prolongados de chuvas ou precipitações intensas.

Boca de lobo

As bocas de lobo deverão ser implantadas, de acordo com indicações nos desenhos do projeto. Deverão ser executadas em alvenaria de tijolo maciço ou de bloco de concreto estrutural com resistência de 4,5 MPa com cinta, com tampas e laje de fundo em concreto armado com $f_{ck} = 15$ MPa e laje superior de concreto armado com grelha de ferro fundido removível ou fixa.

O interior das bocas de lobo deverá receber revestimento em argamassa de cimento e areia no traço 1:3 e o fundo deverá receber enchimento em concreto a fim de direcionar as águas, evitando assim empoçamento ou retenção. Os tampões da Boca de Lobo serão executados com tampões ou grelhas de concreto.

A escavação das valas deverá ser executada até as profundidades indicadas nos desenhos de projeto e com espaço lateral que permita a execução do revestimento.

Em locais onde o terreno apresente baixa capacidade de suporte, deverá ser executado reforço de fundação com substituição de solo.

Quanto à execução dos serviços preliminares (limpeza e escavação), deverão ser seguidas as especificações mencionadas neste documento.

Após conclusão e limpeza das cavas, a base de concreto será executada nas dimensões estabelecidas em projeto. As paredes deverão ser alinhadas verticalmente, não devendo, no caso de alvenaria de tijolos, coincidirem com as juntas transversais dos mesmos. As armaduras das tampas deverão possuir as dimensões e formas indicadas em projeto. As interligações, previstas em PV's deverão ser feitas de tal forma que haja somente uma ligação por face do balão do poço de visita.

Para o caso de ramais de captação de águas em bocas de lobo com diâmetro de até 0,50m, será admitida a ligação de até 2 ramais nas faces laterais dos poços de visita.

Poços de visita

Os Poços de Visita deverão ser constituídos de câmara de trabalho, chaminé de entrada e tampão de ferro fundido. As paredes serão executadas em alvenaria de tijolos maciços ou em blocos de concreto estrutural assentes com argamassa de cimento e areia e revestidos internamente com a mesma argamassa ou em concreto armado, conforme definido no projeto. A laje de fundo e de teto deverá ser em concreto armado, com consumo mínimo de 300 kg/m³, armação de aço CA-50A e recobrimento mínimo de 2 cm. A laje inferior deverá ser executada sobre camadas de brita e concreto magro, devidamente regularizado.

O interior do Poço de Visita deverá receber revestimento em argamassa de cimento e areia no traço 1:3 e o fundo deverá receber enchimento em concreto com $f_{ck} = 9$ MPa a fim de direcionar as águas, evitando assim empoçamento ou retenção. A escavação das valas para a execução deste dispositivo deverá ser executada até os níveis indicados no de projeto de drenagem e com espaço lateral que permita a execução do revestimento.

Nos locais onde o terreno apresente baixa capacidade de suporte, deverá ser executado reforço de fundação com substituição de solo.

Quanto à execução dos serviços preliminares (limpeza e escavação), deverão ser seguidas as especificações mencionadas neste documento.

Chaminés

As chaminés dos poços de visita serão circulares com diâmetro de 0,70m de diâmetro interno, em alvenaria de tijolos, com espessura de um tijolo, ou em blocos de concreto estrutural assentes com argamassa de cimento e areia e dotadas de estribos. Serão revestidas internamente com a mesma argamassa na espessura mínima de 2cm.

Tampão de ferro fundido

As peças deverão ser homogêneas, isentas de falhas, fendas ou trincas e serão executados conforme previsto em projeto, obedecendo as recomendações da Fiscalização quanto à classe e inscrição a serem contidas no tampão.

Escavação mecânica para fundações e valas

A execução compreende a remoção dos diferentes tipos de solo, desde a superfície natural do terreno até a cota especificada no projeto, com a utilização de equipamentos mecânicos (escavadeira, moto *scraper*) adequados ao tipo de escavação.

Ao iniciar a escavação, a Empreiteira deverá ter feito a pesquisa de interferências, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, cabos, postes e outros elementos ou estruturas existentes que estejam na área atingida pela escavação ou próximos a esta.

Se a escavação interferir nas galerias ou tubulações, a Empreiteira executará o escoramento e a sustentação destas.

A Empreiteira deverá manter livres as grelhas, tampões e bocas-de-lobo das redes dos serviços públicos, não devendo aqueles componentes serem danificados ou entupidos.

Mesmo autorizada a escavação, todos os danos causados a propriedades, bem como a danificação ou remoção de pavimentos além das larguras especificadas, serão de responsabilidade da Empreiteira.

Quando o material escavado for, a critério da FISCALIZAÇÃO, apropriado para utilização no aterro, será, em princípio, depositado ao lado ou perto da vala, aguardando reaproveitamento. Em qualquer caso, o material deverá ser depositado fora das bordas da vala, à distância equivalente a 60% da profundidade da vala. No caso dos materiais aproveitáveis serem de natureza diversa, eles deverão ser distribuídos em montes separados.

Preenchimento das valas e compactação manual

O aterro das valas deverá ser processado após a liberação da fiscalização, até o restabelecimento dos níveis anteriores das superfícies originais. Deverá ser executado de modo a oferecer condições de segurança às estruturas e tubulações e bom acabamento da superfície.

O aterro também deverá ser desenvolvido em paralelo com a remoção dos escoramentos. O espaço situado entre a base de assentamento e a cota definida pela geratriz externa superior do tubo, acrescida de 0,30m, deverá ser preenchido com aterro de material selecionado, isento de pedras, materiais orgânicos e corpos estranhos. Deverão ainda ser adequadamente compactados (manualmente).

A rotina do trabalho de compactação será em camadas de 20 cm, executada com sapo mecânico, até atingir densidade e compactação comparável à do terreno natural adjacente.

Carga e remoção de solo

A escolha do equipamento para carregamento, transporte e descarga dos materiais escavados em bota-fora ou em outra área indicada pela fiscalização, ficarão a critério da Empreiteira.

Durante a execução dos serviços, a fiscalização poderá exigir a remoção e/ou substituição de qualquer equipamento que não corresponda aos valores de produção previstos em projeto, ou que seja, por qualquer motivo, insatisfatório. Os materiais obtidos das escavações serão empregados, sempre mediante a autorização da fiscalização, para os seguintes fins, conforme sua classificação:

Solo vegetal superficial deverá ser removido para depósito previamente aprovado, para uso futuro no plantio de grama nas proteções de taludes em solo e na recuperação paisagística; Solo comum, de característica predominantemente, silte-arenoso marrom arroxeadado, constitui-se no material principal para a execução do aterro em solo submerso ou compactado.

Na medida do possível o uso do material resultante das escavações sempre será programado para imediatamente após sua remoção. Caso isto não for possível, a empreiteira deverá preparar um local para estocá-los, conforme as indicações da fiscalização.

As pilhas de estoque deverão ser localizadas de maneira que necessitem um mínimo de transporte para os lugares onde os materiais serão aproveitados, sem interferir porém, com o andamento da obra. O equipamento de transporte, os caminhos e distâncias de transporte e a forma de carregamento devem ser estudados pela Empreiteira e aprovados pela fiscalização.

A acumulação nos estoques será feita por métodos que evitem a segregação de materiais e sua contaminação, a critério da fiscalização.

Somente quando aprovado pela fiscalização, materiais escavados em áreas diferentes, que tenham características idênticas, a seu critério. Poderão ser estocados na mesma pilha.

Na conclusão dos trabalhos, se ainda sobrar material nos estoques, a critério da fiscalização, estes depósitos serão tratados como bota-fora, ou então as sobras serão levadas pela Empreiteira para um bota-fora já existente.

Os materiais resultantes das escavações, inadequados para uso nas obras, a critério da fiscalização, serão depositados em bota-fora.

A Empreiteira deverá apresentar, com a devida antecedência, para aprovação da fiscalização, um plano delimitando as áreas, definindo os caminhos e distâncias de transporte, fixando taludes e volumes a serem depositados. Essas áreas serão escolhidas de maneira a não interferir com a construção e operação da obra e nem prejudicar sua aparência estética, se adaptando a forma e altura dos depósitos, tanto quanto possível ao terreno adjacente.

A Empreiteira tomará todas as precauções necessárias para que o material em bota-fora não venha causar danos às áreas e/ou obras circunvizinhas por deslizamentos, etc.

Na conclusão dos trabalhos, as superfícies deverão apresentar bom aspecto, estar limpas, convenientemente drenadas e em boa ordem. Por instrução da fiscalização, os materiais em bota-fora poderão ser usados a qualquer momento.

A Empreiteira poderá usar o material das escavações depositado em bota-fora, para seus próprios serviços no interior da obra, com prévia autorização da fiscalização. A escolha do equipamento para carregamento, transporte e descarga dos materiais escavados, em bota-fora ou outra área indicada pela fiscalização, ficará a critério da empreiteira e deverá ter sido definida no Plano de Escavação.

Durante a escavação dos serviços a fiscalização poderá exigir a remoção e substituição de qualquer equipamento que não corresponda aos valores de produção indicados no plano de Escavação, ou seja, considerado por qualquer motivo insatisfatório.

As pilhas de estoque deverão ser localizadas de maneira que necessitem um mínimo de transporte para os lugares onde os materiais serão aproveitados, sem interferir, porém, no andamento da obra. O equipamento de transporte, os caminhos e distâncias devem ser estudados pela Empreiteira e aprovados pela fiscalização.

Lastro de pedra britada

A camada de pedra britada nº 3 e 4, lançada sobre o terreno devidamente regularizado e apiloado, deverá ser compactada através de soquetes de madeira ou equipamento mecânico apropriado. A espessura da camada será de, no mínimo, 20 cm.

Galeria retangular de concreto e canal trapezoidal

As galerias retangulares de concreto armado, bem como o canal trapezoidal, deverão ser executadas, seguindo os preceitos das normas vigentes:

NBR-6118 - Projeto e execução de obras de concreto armado;

NBR-9062 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado;

NBR-5738 - Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova;

NBR-12654 - Controle tecnológico de materiais componentes do concreto;

NBR-12655 - Concreto - Preparo, controle e recebimento.

Os materiais a serem empregados na execução destas estruturas deverão ser de boa qualidade e deverão ser retiradas amostras dos mesmos para a realização de ensaios e certificações. O controle de qualidade dos materiais empregados será feito por amostragem aleatória.

A implantação do canal e das galerias deverá obedecer rigorosamente o alinhamento, as dimensões, bem como as declividades definidas no projeto de drenagem e também deverão ser seguidas todas as especificações apresentadas nos projetos estruturais das galerias e do canal trapezoidal.

No caso de se utilizar peças pré-moldadas, o manuseio deverá ser feito de modo apropriado, de modo a não haver quebras, não sendo permitidas a recomposição de materiais danificados, exceto quando autorizado pela Fiscalização.

Os controles dos alinhamentos destas galerias e a verificação das cotas e declividades estabelecidas em projeto serão feitos após verificações topográficas em pontos escolhidos a critério da Fiscalização.

Deverão ser assentados sobre camada de lastro de concreto magro de espessura de 5,0 cm. Caso seja verificado que o local de assentamento da galeria não possua capacidade suporte suficiente, deverá ser previsto lançamento de uma camada mínima de 50,0 cm de rachão, sob uma camada de 20,0 cm de brita e pó de pedra.

Sarjetas e Valetas

Sarjetas

Dispositivos de drenagem longitudinal construídos lateralmente às pistas de rolamento e às plataformas dos escalonamentos, destinados a interceptar os deflúvios, que escoando pelo talude ou terrenos marginais podem comprometer a estabilidade dos taludes, a integridade dos pavimentos e a segurança do tráfego, e geralmente têm, por razões de segurança, a forma triangular ou semicircular.

Valetas

Dispositivos localizados nas cristas de cortes ou pés de aterro, conseqüentemente afastados das faixas de tráfego, com a mesma finalidade das sarjetas, mas que por escoarem maiores deflúvios ou em razão de suas características construtivas têm em geral a forma trapezoidal ou retangular.

As sarjetas e valetas especificadas referem-se a cortes, aterros e ao terreno natural, marginal à área afetada pela construção, que por ação da erosão poderão ter sua estabilidade comprometida. Todo

material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT.

O concreto quando utilizado nos dispositivos que especificam este tipo de revestimento deverá ser dosado racionalmente e experimentalmente, para uma resistência característica à compressão mínima ($f_{ck;min}$), aos 28 dias, de 15MPa.

O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito na norma NBR 6118/03.

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares. Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado, antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada a sua utilização.

As sarjetas e valetas poderão ser moldadas "in loco" ou pré-moldadas atendendo ao disposto no projeto ou em consequência de imposições construtivas. A execução das sarjetas de corte deverá ser iniciada após a conclusão de todas as operações de pavimentação que envolvam atividades na faixa anexa à plataforma cujos trabalhos de regularização ou acerto possam danificá-las.

Os materiais empregados para camadas preparatórias para o assentamento das sarjetas serão os próprios solos existentes no local, ou mesmo, material excedente da pavimentação, no caso de sarjetas de corte.

Em qualquer condição, a superfície de assentamento deverá ser compactada de modo a resultar uma base firme e bem desempenada.

Os materiais escavados e não utilizados nas operações de escavação e regularização da superfície de assentamento serão destinados a bota-fora, cuja localização será definida de modo a não prejudicar o escoamento das águas superficiais.

Para as valetas, os materiais escavados serão aproveitados na execução de uma banquetta de material energeticamente compactado junto ao bordo de jusante da valeta de proteção do corte ou de modo a conformar o terreno do aterro, na região situada entre o bordo de jusante da valeta de proteção e o "off-set" do aterro.

Para marcação da localização das valetas serão implantados gabaritos constituídos de guias de madeira servindo de referência para concretagem, cuja seção transversal corresponda às dimensões e forma de cada dispositivo, e com a evolução geométrica estabelecida no projeto, espaçando-se estes gabaritos em 3,0m, no máximo.

A concretagem envolverá um plano executivo, prevendo o lançamento do concreto em lances alternados. O espalhamento e acabamento do concreto serão feitos mediante o emprego de ferramentas manuais, em especial de uma régua que, apoiada nas duas guias adjacentes permitirá a conformação da sarjeta ou valeta à seção pretendida.

A retirada das guias dos segmentos concretados será feita logo após constatar-se o início do processo de cura do concreto. O espalhamento e acabamento do concreto dos segmentos intermediários serão feitos com apoio da régua de desempenho no próprio concreto dos trechos adjacentes.

A cada segmento com extensão máxima de 12,0m será executada uma junta de dilatação, preenchida com argamassa asfáltica.

As saídas d'água das sarjetas serão executadas de forma idêntica às próprias sarjetas, sendo prolongadas por cerca de 10m a partir do final do corte, com deflexão que propicie o seu afastamento do bordo da plataforma (bigodes).

Esta extensão deverá ser ajustada às condições locais de modo a evitar os efeitos destrutivos de erosão. O concreto utilizado, no caso de dispositivos revestidos, deverá ser preparado em betoneira, com fator água/cimento apenas suficiente para alcançar trabalhabilidade e em quantidade suficiente para o uso imediato, não sendo permitido a sua redosagem.

Caixas coletoras

Dispositivos serão construídos nas extremidades dos bueiros de forma a permitir a captação e transferência dos deflúvios, conduzindo-os superficialmente para as canalizações a serem construídas em nível inferior, garantindo ao bueiro o recobrimento necessário.

O concreto deverá ser dosado para uma resistência característica a compressão mínima aos 28 dias de 15 MPA. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com as normas NBR 6110/80 e NBR 12655/96, além de atender ao que dispõe a norma DNER-ES 330/97.

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares. Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada sua utilização.

Em função da posição relativa dos dispositivos em relação ao ponto de suprimento, o concreto deverá ser lançado na fôrma preferencialmente por bombeamento.

As caixas coletoras deverão ser moldadas “in loco” atendendo ao disposto nos projetos específicos e desenvolvidos de acordo com as seguintes etapas.

- a) Escavação das cavas para assentamento do dispositivo.
- b) Regularização do fundo escavado com compactador mecânico.
- c) Lançamento de concreto magro fck 11 Mpa.
- d) Instalação de formas laterais e das paredes, com adequado cimbramento.
- e) Colocação e amarração ds armaduras.
- f) Lançamento e vibração do concreto.
- g) Retirada das guias e das formas, que somente poderá ser feita após a cura do concreto.
- h) Recomposição do terreno lateral às paredes.

Entradas e descidas d'água

Descidas d'água

Dispositivos que possibilitam o escoamento das águas que se concentram em talvegues interceptados pela terraplenagem, e que vertem sobre os taludes de cortes ou aterros. Nestas condições, para evitar os danos da erosão, torna-se necessária a sua canalização e condução através de dispositivos, de forma a promover a dissipação das velocidades.

Entradas d'água

Dispositivos destinados à transferência das águas captadas para canalizações ou outros dispositivos, possibilitando o escoamento de forma segura e eficiente. Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e DNIT.

O concreto deverá ser dosado para uma resistência característica a compressão mínima aos 28 dias de 15 MPA. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com as normas NBR 6110/80 e NBR 12655/96, além de atender ao que dispõe a norma DNER-ES 330/97.

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares. Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada sua utilização.

As entradas e descidas d'água de concreto deverão ser moldadas "in loco" atendendo ao disposto nos projetos específicos e desenvolvidos de acordo com as seguintes etapas.

- a) Escavação.
- b) Instalação de formas e cimbramento.
- c) Lançamento, vibração e cura do concreto.
- d) Retirada das guias e das formas laterais.
- e) Preenchimento das juntas com argamassa de cimento-areia, traço 1:3, em massa.

III.6.2 - DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS

Estais

As cordoalhas que formam os estais são compostas por sete (7) fios de aço galvanizado impregnados com cera e revestidos por PHDE (Polietileno de Alta Densidade), respeitando as seguintes descrições:

- Diâmetro nominal: 15,7mm (área = 150mm²)
- Resistência última da cordoalha galvanizada: $f_{tk}=1730\text{N/mm}^2$
- Massa nominal da cordoalha (somente aço): 1,220kg/m
- Massa nominal da cordoalha (incluso proteção): 1,303kg/m
- Módulo de elasticidade nominal: 19.890.000tf/m²
- Proteção principal da cordoalha: galvanização superior a 220g/m²
- Proteção adicional da cordoalha: bainha de PHDE de espessura igual ou superior a 1,5mm preenchida internamente por cera (12g/m)
- Bainha de PHDE

Os cabos devem ser envolvidos por bainhas de polietileno de alta densidade (PHDE) com as seguintes características:

- Densidade: (0,955 ± 0,01) g/cm³ à 23oC, conforme DIN 53479
- Proteção contra raios ultra-violeta, conforme DIN 53387
- Absorção de água inferior à 0,01%, conforme ASTM D 570
- Conteúdo de carbono: (2,3 ± 0,3) %
- Dureza "shore" D à 23oC: 63 ± 2, conforme DIN 53505
- Tensão resistente mínima: 18 N/mm²
- Alongamento mínimo na ruptura: 600%
- Os tubos deverão possuir nervuras helicoidais externas com diâmetro de 3,5mm e passo de 60cm soldadas ao mesmo

Ancoragem

A ancoragem das cordoalhas deverá ser feita por cunhas de aço, equipadas com porcas e placas que permitam um tensionamento de ajuste. O conjunto "cordoalhas + ancoragem" deve apresentar resistência à fadiga garantida por um certificado de testes com os seguintes resultados:

- Máxima tensão nas cordoalhas: 45% da tensão de ruptura (778,5N/mm²)
- Limite da variação de tensão nas cordoalhas: 165N/mm²
- Condições necessárias após os testes: rompimento máximo de 2% dos fios e resistência residual acima de 90% da resistência última das cordoalhas.

Dispositivos Externos

O tubo forma (tubo guia) deverá ser fabricado com aço carbono ($f_y \geq 355\text{MPa}$), além de ser galvanizado. O tubo anti-vandalismo deverá apresentar espessura mínima de 6,0mm, envolvendo as cordoalhas desde o tubo forma até 2,50m acima do nível do tabuleiro. Todos os estais deverão ser equipados com um sistema de amortecedores capazes de eliminar o efeito de vibração devido à ação do vento

Processo Executivo

Apresenta-se a seguir as etapas de construção desta Ponte Estaiada:

- Execução das Fundações
- Execução dos Blocos de Coroamento das Fundações
- Execução dos Pilares
- Execução do Mastro de Estaiamento
- Execução da aduela de partida
- Montagem da treliça de avanço
- Avanço dos balanços
- Fechamento dos vãos
- Protensão dos cabos de continuidade
- Defensas e guarda corpo

III.6.3 - EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES

Fundações em estacas pré-moldadas:

As estacas deverão ser fabricadas na obra ou fornecidas por empresa especializada, conforme o projeto e de acordo com as cargas de trabalho. No projeto da estaca deverá ser adotado sistema de pré-tensionamento de cordoalhas, com aço CP 190 RB e armaduras com aço CA-50, devidamente dimensionadas para suportar todos os esforços previstos, inclusive aqueles durante a fase de transporte dos elementos de estacas.

O estoque, o transporte em terra e em água e o manuseio das estacas pré-moldadas deverão ser realizados com equipamentos e de maneira adequados, para se evitar qualquer tipo de esforço não previsto, com conseqüentes danos que possam comprometer a peça.

O equipamento de cravação deverá estar sobre flutuante, devidamente dimensionado, ancorado adequadamente; a energia de cravação dos elementos de estacas deverá ser dimensionada de acordo com as dimensões da estaca a ser cravada.

As emendas das estacas deverão ser devidamente planejadas e executadas de forma a se garantir uma perfeita continuidade do elemento estrutural. No caso de utilização de emendas, as mesmas deverão ser executadas por profissional devidamente qualificado para este tipo de serviço.

A locação das estacas deverá ser feita por equipe de topografia especializada, devendo as estacas, tanto as verticais, como as inclinadas, serem cravadas dentro das tolerâncias especificadas em norma.

As estacas deverão ser cravadas até as profundidades determinadas pela consultoria de fundações, a ser contratada pela empresa executora da obra, baseado nas informações obtidas por intermédio das sondagens de verificações geotécnicas ou ensaios técnicos realizados na obra, tais como ensaios de PDA ou outros julgados necessários tecnicamente.

Após a conclusão da cravação das estacas, elas deverão ser devidamente travadas entre si, para evitar qualquer tipo de movimentação das cabeças das mesmas, em função da velocidade da correnteza do rio.

Como etapa final de conclusão das estacas, deverá ser feito o arrasamento das mesmas, com a utilização cuidadosa de rompedores pneumáticos devidamente dimensionados, para se garantir uma superfície homogênea e íntegra no engastamento da estaca no bloco de fundações.

Estacas hélice contínua monitorada

Estas estacas deverão ser executadas com equipamento devidamente compatível com o diâmetro e os comprimentos das estacas a serem executadas.

O fornecimento do concreto deverá ser com velocidade constante e compatível com o consumo de cada estaca, devendo ser concreto usinado e transportado em caminhões betoneiras. Cuidado especial deverá ser dado ao traço e ao “slump” do concreto a ser utilizado.

A instalação das armaduras deverá ser feita com cuidado, para que não haja nenhum tipo de problema, de tal maneira que após sua instalação no interior da estaca seja garantida a sua integridade e a perfeita locação no furo, mantendo-se o recobrimento e o comprimento estabelecidos previamente em projeto. Deverão ser monitoradas todas as fases de execução das estacas, devendo a empresa executora fornecer as informações no final do processo, para que os dados sejam analisados por técnico especializado, tais como: torque da hélice de perfuração, pressão de injeção do concreto, etc.

A profundidade da estaca deverá ser compatível com as sondagens de investigação geotécnicas e sua locação perfeitamente de acordo com o projeto e as tolerâncias de norma deverão ser obedecidas.

Deverão ser executadas provas de cargas nas estacas para verificação de sua capacidade de carga ou outros ensaios técnicos julgados necessários.

As estacas deverão ser arrasadas por equipamento martelo pneumático, devidamente dimensionado para tal, de maneira a se garantir uma superfície homogênea no concreto de engastamento da estaca no bloco de fundação.

Estacas escavadas (estacões)

Inicialmente crava-se a camisa metálica até a cota estabelecida em projeto, com o auxílio de martelo vibratório montado sobre um flutuante devidamente ancorado e provido de gabarito de cravação.

A locação da estaca deverá ser cuidadosa e feita por equipe de topografia especializada.

Uma vez cravada a camisa, processa-se a escavação interna, com o auxílio de equipamento adequado, de tal maneira que se atinja a cota de apoio da estaca, utilizando-se para isso material estabilizante, para se garantir a contenção das paredes das escavações.

Após a limpeza interna da estaca, sempre se mantendo o nível d'água interno na camisa, pelo menos 3 metros acima do nível do rio, com material estabilizante, após a limpeza da superfície de apoio da estaca, inicia-se a descida da armadura da estaca e depois, a concretagem do tipo “submersa”.

A armadura da estaca deverá estar provida de “espaçadores”, para se obter o recobrimento das armaduras conforme definido em projeto. Face ao peso da armadura, ela poderá ser instalada no interior da estaca em elementos emendados por intermédio de “clips”, com os espaçamentos das barras de aço definidas previamente em projeto. As armaduras deverão possuir enrijecedores internos, de tal forma que durante o processo de transporte e instalação não haja a “ovalização” das mesmas.

Na fase de concretagem, deve-se manter o fluxo de fornecimento de concreto usinado de acordo com o consumo previsto em cada estaca, para se evitar interrupções indesejáveis. O concreto deverá ser fornecido no “slump” adequado e demais características definidas em projeto.

Na fase final de concretagem da estaca, deve-se tomar o cuidado para se garantir concreto homogêneo e íntegro na cota de arrasamento da estaca, sempre se deixando pelo menos 30 cm de concreto a ser demolido na cabeça da estaca, até que se chegue a cota de arrasamento.

Uma vez finalizada a estaca, ela deverá ser travada as outras estacas do bloco, no sentido de se evitar movimentações na cabeça da estaca, que sempre são prejudiciais, em função das correntes do rio.

Execução dos Blocos de Coroamento das Fundações

Os blocos de coroamento das fundações deverão ser executados após a análise do “*as built*” das estacas pela empresa projetista da estrutura da obra, devendo-se tomar todos os cuidados no que se refere a: utilização de concreto adequado, cuidado com relação ao calor de hidratação do concreto, no sentido de não se obter fissuras internas, alinhamento e limpeza das formas, verificação das armaduras, colocação de espaçadores, vibração do concreto, preparo de juntas de concretagem (se houver) e finalmente a cura do concreto.

Deverá ser preparado um plano de concretagem para cada bloco, devendo ser aprovado pela empresa projetista da obra. Cuidado adicional deve ser tomado no respeito ao cimbramento metálico de apoio das formas e armaduras dos blocos localizados em água. Este cimbramento deverá ser devidamente calculado por especialista em estrutura metálica.

Após a concretagem de cada bloco ou de cada etapa, deverá ser realizado o procedimento de cura do concreto e no caso de necessidade de juntas de concretagem, as mesmas deverão ser criteriosamente tratadas, antes do início da próxima etapa de concretagem.

Execução dos Pilares

Os pilares deverão ser executados por sistema de forma deslizante ou trepante, por empresa especializada neste tipo de trabalho, com concreto com características do especificado em projeto.

Cuidado especial deverá ser dado ao acabamento do concreto, utilizando-se inclusive o auxílio de cura hidráulica ou química. Este trabalho deverá ser acompanhado por equipe de topografia, não se admitindo qualquer desaprumo. O fluxo de fornecimento de concreto deverá ser contínuo, não se admitindo a interrupção na concretagem de cada etapa.

Execução do Mastro de Estaiamento

O mastro de estaiamento poderá ser executado simultaneamente com os apoios extremos uma vez que seus processos executivos são independentes.

Além dos cuidados já mencionados na fase de execução dos pilares, deve-se adicionalmente considerar nesta fase dos mastros, os aspectos de qualidade durante a instalação dos tubos-forma. As peças metálicas que compõem os tubos-forma deverão ser locadas com precisão solicitada em projeto, para não comprometer a execução do estai, uma vez que para cada tubo-forma no mastro há o seu correspondente a ser também locado na aduela. Neste trabalho deverá se obedecida rigorosamente a tabela de eixos e ângulos fornecidos no projeto executivo dos mastros.

Execução da Aduela de Partida

Construído o mastro de estaiamento no apoio 40, procede-se à execução da aduela de partida, a partir da qual se desenvolverão os balanços.

A aduela de partida será executada com cimbramento tubular, podendo a mesma apoiar-se nos próprios pilares do apoio 40. Este segmento terá 30,0 m de extensão, suficiente para abrigar as treliças de avanço.

A aduela disporá de bainhas onde serão posicionados os cabos de protensão, parte dos quais são protendidos na própria extremidade da aduela, a fim de suportar os esforços decorrentes da fase

construtiva. Os demais cabos, com enfição posterior, são prolongados para as demais aduelas, sendo protendidos somente após o fechamento do tabuleiro.

Montagem da Treliça de Avanço

Os dispositivos de avanço do tabuleiro (treliça) são compostos por estruturas metálicas que se apóiam nos segmentos já executados, por meio de trilhos que permitem seu deslocamento. Na direção longitudinal, essa treliça suporta, no trecho em balanço, por meio de tirantes rosqueados, as formas para concretagem da nova aduela, concreto e armadura, bem como cargas provenientes das etapas de execução (equipamento, mão-de-obra, etc.). No seu contorno (à frente e nas laterais) são dispostas passarelas de trabalho.

A geometria da treliça deve ser tal que permita que o estai do segmento que tenha sido terminado possa ser protendido antes de seu avanço.

Avanço do Balanço

Executada e protendida a aduela de partida, a treliça de avanço é posicionada para a execução da primeira aduela. Após a concretagem da aduela, são posicionados e protendidos os cabos e o estai, de modo a prover resistência para o peso da aduela seguinte e da treliça. Após a movimentação da treliça para a sua nova posição, será concretada a segunda aduela, sendo a mesma fixada de forma definitiva na primeira aduela por meio de protensão de cabos. Somente após esta solidarização a treliça poderá ser deslocada.

Como visto, o avanço do tabuleiro é caracterizado por um ciclo de operações (ciclo de construção da aduela), constituído por:

- deslocamento da treliça e ajustes de forma
- colocação da armadura passiva
- colocação dos cabos de protensão (enfição posterior)
- concretagem da aduela
- endurecimento do concreto (processo de cura)
- execução das operações de protensão (inicialmente do tabuleiro e em seguida do estai)
- novo avanço da treliça e ajuste da forma
- colocação da armadura passiva
- colocação dos cabos de protensão (enfição posterior)
- concretagem da aduela
- endurecimento do concreto (processo de cura)
- execução das operações de protensão (tabuleiro)
- deslocamento da treliça e ajuste de forma

O avanço dos balanços deve ser controlado topograficamente, com rigor suficiente de modo a garantir os corretos níveis do "greide". Esse alinhamento é obtido por meio de contra-flechas (em relação ao "greide" geométrico) a serem aplicadas durante a construção, determinadas na fase de projeto em função das deformações por fluência e retração do concreto, bem como as perdas de protensão do tabuleiro e os acréscimos de alongamento dos estais.

Fechamento dos Vãos

Completado o ciclo de construção das aduelas, será procedido o fechamento dos vãos estaiados com a concretagem do tabuleiro do trecho sobre os pilares dos apoios 39 e 41 com cimbramento.

Protensão dos Cabos de Continuidade

A continuidade dos vãos em toda a extensão da obra impede as deformações por fluência do concreto, gerando esforços hiperestáticos, característicos do sistema estrutural final do conjunto. Somado a este fato, deve-se também considerar a atuação de cargas móveis durante a fase de serviço da obra. Este acréscimo de solicitação deve ser combatido por meio de protensão ao longo do tabuleiro através de cabos com enfição posterior, em bainhas previamente posicionadas nas

aduelas. Como já mencionado, as peças pré-moldadas somente poderão ser posicionadas após a protensão destes cabos.

III.6.4- ETAPAS E PRAZOS DE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

- 1 – Serviços preliminares – 8 Meses – (1º ao 8º)
- 2 – Infra-estrutura do trecho corrente – 8 Meses – (4º ao 12º)
- 3 - Meso Estrutura do trecho corrente – 12 Meses – (7º ao 19º)
- 4 – Super Estrutura do trecho corrente – 24 Meses – (2º ao 26º)
- 5 – Infra-estrutura do tramo estaiado – 11 Meses – (5º ao 16º)
- 6 – Meso do tramo estaiado – 16 Meses – (8º ao 24º)
- 7 – Super estrutura do tramo estaiado – 17 Meses – (13º ao 30º)
- 8 – Itens complementares – 30 Meses – (1º ao 30º)
- 9 – Acabamento – 24 Meses – (5º ao 30º)

Duração da Obra (Cronograma de Execução Completo): 30 meses

III.6.5 – FONTES DE RECURSOS

Tabela III.3 – Fontes de Recursos Financeiros para o empreendimento

FONTES				
ITENS	REALIZADO	A REALIZAR	TOTAL	% sobre Investimento Total
Tesouro Estadual	-	120.068	-	-
Recursos do BNDES	-	400.000	-	-
FINEM Direto/Indireto	-	-	-	-
FINAME	-	-	-	-
Capital de Risco	-	-	-	-
Caixa Econômica Federal	-	-	-	-
Investimento Total	-	520.068	-	-